Ligações: Plano Inclinado e Polias

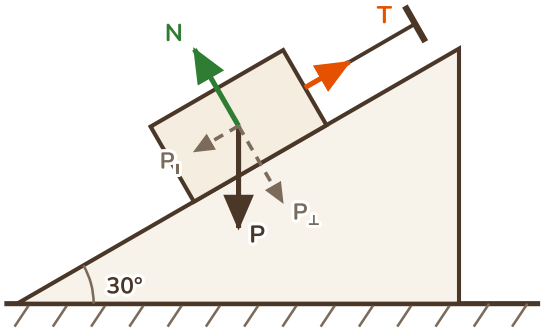
12.º Ano | Física | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: resolver sistemas com cordas e polias a partir do diagrama fornecido, decompor o peso ao longo de um plano inclinado, calcular tensões e reações normais e decidir o movimento incluindo o efeito do atrito.

Revisão rápida (g = 10 m/s², valor didático)

- **Corda leve:** a mesma tensão T ao longo de toda a corda — e os **dois lados de uma polia ideal** sentem a mesma T.
- **Plano inclinado (θ):** o peso decompõe-se em $P_{\parallel} = P\,sen\,\theta$ (arrasta ao longo da face) e $P_{\perp} = P\,cos\,\theta$ (pressiona a face); logo $N = P\,cos\,\theta$ — e **em plano inclinado N ≠ P**.
- **Atrito na face:** $f \leq \mu_s N$; se $P_{\parallel}$ vencer o máximo, o corpo desliza com $a = g(sem\,\theta - \mu\,cos\,\theta)$.
- **Sistema da polia:** resultante total = $P_2 - f$ sobre a massa total — $a = (P_2 - f)/(m_1 + m_2)$; T calcula-se por qualquer uma das massas.

(a) Bloco amarrado numa face de 30° (sem atrito)
m = 4 kg · θ = 30° · escala 1 px = 1 N



(b) Sistema de polia — m_1 na mesa, m_2 pendurada
m_1 = 2 kg · m_2 = 4 kg · μ = 0,20 · escala 2,5 px = 1 N

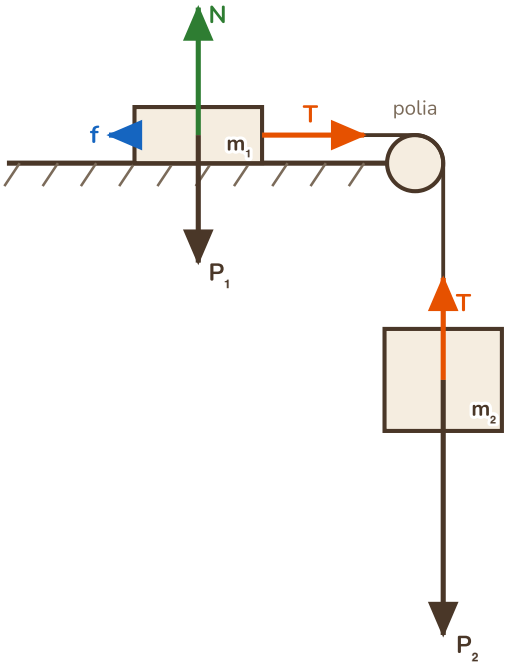


Figura 1 — (a) bloco de 4 kg numa face de 30° sem atrito, preso por uma corda: o peso P decomposto em $P_{\parallel}$ (tracejado, ao longo da face) e $P_{\perp}$. (b) Polia ideal ligando m_1 = 2 kg (mesa com atrito, μ = 0,20) a m_2 = 4 kg pendurada. Escala por painel: 1 px = 1 N e 2,5 px = 1 N · g = 10 m/s² (valor didático).

Exercícios — leitura dos diagramas

1. V/F — justifica com a Figura 1: a) A componente $P_{\perp}$ tem 34,6 px na escala do painel (a). ( ) b) No painel (a), a tensão T tem o mesmo módulo que $P_{\parallel}$. ( ) c) No painel (b), o vetor f tem 10 px. ( ) d) No painel (b), P_1 é maior que P_2. ( )

2. Decomposição do peso (a): com P = 4×10 = 40 N e θ = 30°, calcula $P_{\parallel}$ = ____ N e $P_{\perp}$ = ____ N. Confirma com as escalas: ____ px e ____ px.

3. Equilíbrio em (a) (sem atrito): calcula a tensão da corda T = ____ N e a reação normal N = ____ N. Porque é que $N \neq P$?

4. Agora com atrito: se a face tem μ_s = 0,30, calcula $f_{máx}$ = μ_sN = ____ N. Que intervalo de tensões mantém o bloco em equilíbrio (sem subir nem descer)? $T \in$ [____ ; ____] N.

5. Corda cortada: a) sem atrito, que aceleração tem o bloco ao deslizar para baixo? a = g·sen θ = ____ m/s². b) com μ_c = 0,30, recalcula: a = g(sem θ − μ_c cos θ) = ____ m/s².

6. Leitura de (b) pela escala (2,5 px = 1 N): N = 50 px → ____ N · P_1 = 50 px → ____ N · P_2 = 100 px → ____ N · f = 10 px → ____ N. Confirma f = μN = 0,20 × ____ = ____ N.

© 2026 Estudantices

7. Sistema da polia (b): resultante total = P_2 − f = ____ N · massa total = ____ kg · a = ____ m/s² · depois, por m_1: T = m_1a + f = ____ N.

8. Sem atrito na mesa: recalcula a = ____ m/s² e T = ____ N. Compara com o exercício 7: com atrito, a aceleração é ____ e a tensão é ____.

9. Verificação dupla de T: calcula a resultante sobre m_1 (T − f) e sobre m_2 (P_2 − T) com T = 16 N e confirma que as duas dão $m \cdot a$ com a mesma a = 6,0 m/s².

10. Porque é que no painel (b) $T \neq P_2$ (16 N vs 40 N)? Em que estado de movimento é que T seria igual a P_2?

11. Novo sistema: troca m_2 por 2,0 kg (mesma mesa com atrito). resultante = ____ N · massa total = ____ kg · a = ____ m/s² · T = ____ N.

12. Desenvolvimento. Compara os dois sistemas da figura: onde é que a ligação (corda/polia) faz a transferência de força, o que cria o movimento em cada caso e porque é que a componente $P_{\perp}$ nunca gera aceleração perpendicular à face.

© 2026 Estudantices

Soluções — Ligações: Plano Inclinado e Polias

1. a) **V** — $P_{\perp}$ = 40 cos 30° = 34,6 N e a escala é 1 px = 1 N → 34,6 px. b) **V** — sem atrito e em equilíbrio ao longo da face, $T = P_{//}$ = 20 N. c) **V** — f = μN = 0,20 × 20 = 4 N → 4 × 2,5 = 10 px. d) **F** — P_1 = 20 N (50 px) é *menor* que P_2 = 40 N (100 px).

2. P = 4 × 10 = **40 N** · $P_{//}$ = 40 sen 30° = **20,0 N** (= 20 px) · $P_{\perp}$ = 40 cos 30° = **34,6 N** (= 34,6 px).

3. $T = P_{//}$ = **20,0 N** · $N = P_{\perp}$ = **34,6 N**. $N \neq P$ porque o peso não está alinhado com os eixos da face: só a componente $P_{\perp}$ pressiona a face (a outra, $P_{//}$, é equilibrada pela corda) — em plano inclinado $N = P\cos\theta < P$.

4. $f_{máx}$ = 0,30 × 34,6 = **10,4 N**. O atrito pode ajudar ou opor-se: $T_{mín}$ = 20 − 10,4 = **9,6 N** (risco de descer) e $T_{máx}$ = 20 + 10,4 = **30,4 N** (risco de subir). Logo $T \in$ [**9,6 ; 30,4**] N.

5. a) a = 10 × 0,5 = **5,0 m/s²** (resultante = $P_{//}$) b) a = 10 × (0,50 − 0,30 × 0,866) = 10 × (0,50 − 0,26) = **2,40 m/s²**.

6. N = 50/2,5 = **20 N** · P_1 = **20 N** · P_2 = 100/2,5 = **40 N** · f = 10/2,5 = **4 N** · confirma: μN = 0,20 × **20** = **4 N** ✓

7. resultante = 40 − 4 = **36 N** · massa = 2 + 4 = **6 kg** · a = 36/6 = **6,0 m/s²** · T = 2 × 6,0 + 4 = **16 N**.

8. Sem atrito: a = 40/6 = **6,7 m/s²** · T = 2 × 6,67 = **13,3 N**. Com atrito: a é **menor** (6,0 < 6,7) e T é **maior** (16 > 13,3) — parte da resultante gasta-se em vencer o atrito.

9. Em m_1: 16 − 4 = **12 N** = 2 × 6,0 ✓ · em m_2: 40 − 16 = **24 N** = 4 × 6,0 ✓ — as duas massas dão a mesma a com o mesmo T = 16 N: a corda transmite a tensão.

10. Porque m_2 acelera para baixo — a resultante $P_2 - T$ = 24 N ≠ 0, logo T tem de ser menor que P_2. Só em **repouso ou velocidade constante** (resultante nula) é que $T = P_2$.

11. resultante = 20 − 4 = **16 N** · massa total = **4 kg** · a = 16/4 = **4,0 m/s²** · T = 2 × 4,0 + 4 = **12 N** (confirma: 20 − 12 = 8 = 2 × 4 ✓).

12. (modelo) Em ambos a **corda/polia transmite a tensão** — mas o que gera movimento é diferente: no plano inclinado é a componente $P_{//}$ do peso (a corda apenas equilibra-a); na polia é o *desequilíbrio* entre os pesos das duas massas, filtrado pelo atrito: resultante = $P_2 - f$. $P_{\perp}$ nunca gera aceleração perpendicular à face porque é exatamente equilibrada por N (o corpo não atravessa nem afunda na face) — as forças perpendiculares equilibram-se, só as paralelas à face movem o corpo.