Corpos Submersos e Flutuantes

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

Competências que desenvolve: calcular a força de empuxo com a Lei de Arquimedes, completar os diagramas de forças de um corpo submerso e de um corpo a flutuar, e decidir o estado de um corpo a partir da comparação entre densidades.

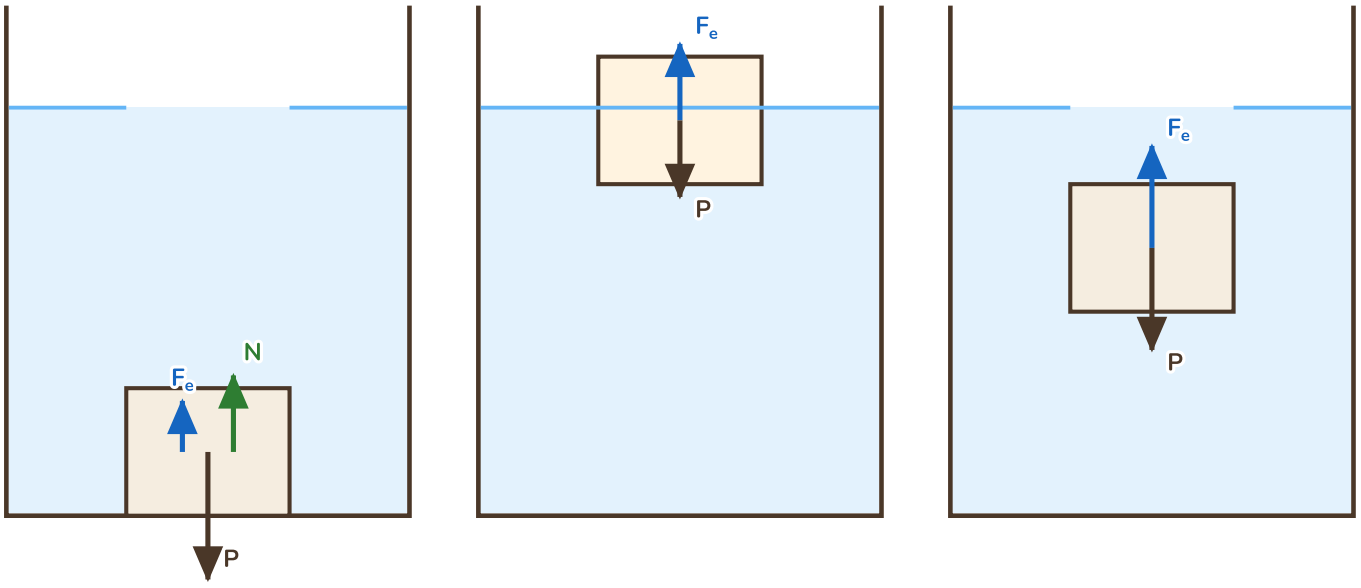
Revisão rápida (água: ρ = 1000 kg/m³, g = 10 m/s²)

- **Empuxo (Arquimedes):** $F_e = \rho_{líq} \cdot g \cdot V_{submerso}$ — vertical **para cima**; depende do líquido e do volume submerso, *não* do corpo, da profundidade nem da forma.
- **Estados:** $F_e > P$ → sobe · $F_e = P$ → equilíbrio · $F_e < P$ → afunda.
- **Flutuação:** $\rho_{corpo} < \rho_{líq}$ ⇒ só uma parte fica submersa, com $V_s/V = \rho_{corpo}/\rho_{líq}$.
- **No fundo:** aparece a sustentação N do suporte: $P = F_e + N$; se o apoio desaparece, a resultante é $P - F_e$.

(a) Totalmente submerso — no fundo
m = 5 kg · V = 0,002 m³ · ρ = 2500

(b) Flutuando — equilíbrio na superfície
m = 3 kg · V = 0,005 m³ · ρ = 600

(c) Submerso — suspensão neutra
m = 4 kg · V = 0,004 m³ · ρ = 1000



ρ corpo > ρ líq · P > F_e · no fundo

ρ corpo < ρ líq · P = F_e · flutua

ρ corpo = ρ líq · P = F_e · suspensa

Figura 1 — Três estados de um corpo em água (ρ = 1000 kg/m³, g = 10 m/s²), vetores à escala **1 px = 1 N**: (a) totalmente submerso apoiado no fundo (com sustentação N), (b) a flutuar com 60% do volume submerso, (c) em suspensão neutra a meio da água. P = peso · F_e = empuxo.

Exercícios — leitura dos diagramas

1. V/F — justifica com a Figura 1: a) Em (a), o vetor P (50 px) é maior que F_e (20 px). ( ) b) Em (b), P e F_e têm o mesmo comprimento. ( ) c) Em (c) o corpo está totalmente submerso e em equilíbrio. ( ) d) Em (b), mais da metade do corpo está fora de água. ( )

2. Empuxo em (a): com o corpo totalmente submerso, $F_e = \rho_{água} \cdot g \cdot V = 1000 \times 10 \times 0{,}002 =$ ____ N — confirma o comprimento do vetor (20 px à escala 1 px = 1 N).

3. Densidades e estados: calcula $\rho = m/V$ de cada corpo: (a) ____ kg/m³ · (b) ____ kg/m³ · (c) ____ kg/m³. Compara com 1000 kg/m³ e explica porque é que cada um fica no estado desenhado.

4. Sustentação em (a): o terceiro vetor é a reação do fundo: $N = P - F_e = 50 - 20 =$ ____ N. Se o fundo desaparecesse (corpo livre a cair), qual a resultante e que aceleração tem o corpo? $a =$ ____/5 = ____ m/s².

5. Flutuação em (b): em equilíbrio, $F_e = P = 30$ N. Deduz o volume submerso: $V_s = F_e/\rho g =$ ____ m³ e confirma o que a figura diz: $V_s/V =$ ____/0,005 = ____% submerso.

6. Confirmação pela escala: escreve os comprimentos em px de todos os vetores: (a) P = ___, F_e = ___, N = ___ · (b) P = ___, F_e = ___ · (c) P = ___, F_e = ___. O que é que a escala confirma sobre os módulos?

© 2026 Estudantices

7. Suspensão neutra (c): porque é que o corpo de (c) pode ficar em *qualquer* profundidade? Que densidade precisa ter e o que teria de fazer um submarino para sair deste estado?

8. Profundidade: se o corpo de (a) for suspendido a meio da água (totalmente submerso), o empuxo muda? ____ Porquê? ____ E se subir ainda mais, até metade fora de água?

9. Tabela síntese: completa com valores e estado: (a) P = 50 N, F_e = ____ N, resultante interna = ____ N → ____ · (b) P = ____ N, F_e = ____ N, resultante = ____ → ____ · (c) P = ____ N, F_e = ____ N, resultante = ____ → ____.

10. Líquido mais denso: se a boia de (b) flutuar em água salgada (ρ = 1030 kg/m³), o volume submerso passa a ser V_s = 30/10 300 = ____ m³ — ou seja, ____% do corpo (menos que 60%): a boia sobe ou desce?

11. Enunciado de Arquimedes: escreve a lei com as palavras certas (F_e = ____). Porque é que a forma do corpo não influencia o empuxo, apenas o volume submerso?

12. Desenvolvimento. Explica, usando os três painéis, como um peixe com bexiga natatória e um submarino com balastas mudam de estado: o que alteram (massa ou volume?), para onde vai a densidade média em relação a 1000 kg/m³ e qual dos painéis representa o estado em que ambos podem parar onde quiserem.

© 2026 Estudantices

Soluções — Corpos Submersos e Flutuantes

1. a) **V** — 50 px vs 20 px (1 px = 1 N): P = 50 N > F_e = 20 N. b) **V** — os dois vetores têm 30 px: $P = F_e$ = 30 N. c) **V** — todo dentro de água e setas iguais e opostas. d) **F** — 60% está *dentro* de água; fora fica 40% — não chega a metade.

2. F_e = 1000 × 10 × 0,002 = **20 N** ✓ = 20 px desenhados.

3. (a) 5/0,002 = **2500 kg/m³** (2,5× a água → no fundo) · (b) 3/0,005 = **600 kg/m³** (< 1000 → flutua) · (c) 4/0,004 = **1000 kg/m³** (= água → suspensa). Estados: $\rho > \rho_{líq}$ afunda · $\rho < \rho_{líq}$ flutua · $\rho = \rho_{líq}$ equilíbrio em qualquer ponto.

4. N = 50 − 20 = **30 N** (para cima). Sem fundo: resultante = $P - F_e$ = **30 N para baixo** → a = 30/5 = **6,0 m/s²** (↓, menor que g porque o empuxo «rouba» 20 N ao peso).

5. V_s = 30/10 000 = **0,003 m³** · V_s/V = 0,003/0,005 = **60%** submerso ✓ (40% fora).

6. (a) P = **50 px**, F_e = **20 px**, N = **30 px** · (b) 30/30 · (c) 40/40 — a escala confirma os módulos calculados e que, em equilíbrio, os vetores opostos têm *igual* comprimento.

7. Porque $\rho_{corpo} = \rho_{água}$ = 1000 kg/m³: $F_e = P$ em qualquer profundidade (ambos não dependem de h) → resultante nula. Um submarino sai do estado **alterando a massa** (balastas): inunda água ⇒ ρ média > 1000 ⇒ afunda (estado a); bombeia água ⇒ ρ < 1000 ⇒ sobe eflutua (estado b).

8. Não muda a meio da água: F_e = ρgV continua a usar o mesmo V (0,002 m³) ⇒ continua 20 N — o empuxo não depende da profundidade. Metade fora: o volume submerso passa a metade → F_e cai para cerca de 10 N (dependendo da forma), já não equilibra P = 50 N → o corpo afundaria até perder a parte de fora.

9. (a) F_e = **20 N**, resultante interna (com fundo: nula; sem fundo: 30 N ↓) → **repouso no fundo** · (b) P = **30 N**, F_e = **30 N**, resultante = **0** → **equilíbrio flutuante** · (c) P = **40 N**, F_e = **40 N**, resultante = **0** → **suspensa (neutra)**.

10. V_s = 30/10 300 = **0,00291 m³** → 0,00291/0,005 = **58%** (antes 60%). Menos volume submerso ⇒ a boia **sobe** (menos densidade no líquido ⇒ mais corpo fora).

11. «A força de empuxo é igual, em módulo e direção, ao **peso do líquido deslocado**» — $F_e = \rho_{líq} \cdot g \cdot V_{submerso}$. A forma não entra porque a pressão que a gera depende só da profundidade e a resultante sobre o volume depende apenas da quantidade de líquido posto de lado — um cubo e uma esfera do mesmo V deslocam o mesmo líquido.

12. (modelo) Os dois alteram a **massa** com volume quase fixo, mudando a **densidade média** em relação a 1000 kg/m³: peixe com bexiga cheia de gás ⇒ ρ média ≈ 1000 → estado (c), e ajusta para ficar neutro; submarino com balastas cheias de água ⇒ ρ > 1000 → estado (a), afunda; com balastas de ar ⇒ ρ < 1000 → estado (b), sobe até flutuar. O estado que ambos podem manter onde quiserem é **(c)**: suspensão neutra, com $F_e = P$ e resultante nula em qualquer profundidade.

© 2026 Estudantices