Ficha — Síntese do Amoníaco: Rendimento e Condições

11.º Ano | Física e Química A | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Ler o gráfico duplo rendimento/velocidade contra a temperatura, justificar as condições industriais da síntese do amoníaco (temperatura, pressão, catalisador) e defender compromissos entre equilíbrio, cinética e custo.

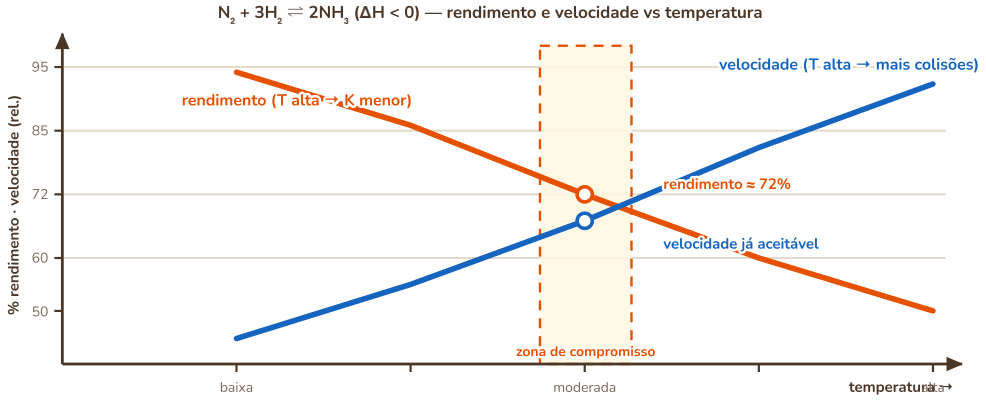


Figura 13 — O dilema industrial: aquecer melhora a velocidade e piora o rendimento; escolhe-se a zona intermédia (valores didáticos de escala relativa, rendimento lido à escala dos eixos).

1. Identifica as curvas: qual é o rendimento e qual a velocidade? Justifica a direção de cada uma com o que aprendeste de Le Châtelier e da cinética.

2. Porque uma desce e a outra sobe: explica, em duas frases, por que o aquecimento aumenta a velocidade mas diminui o rendimento desta reação em particular (ΔH < 0).

3. Zona de compromisso: lê o rendimento na zona marcada (≈ ___%) e explica porque é que a indústria escolhe essa temperatura em vez da mais baixa ou da mais alta.

4. Extremos: se só interessasse o rendimento, a que temperatura se trabalharia? E se só interessasse a velocidade? Porque é que nenhum dos extremos serve?

5. Pressão: a figura tem pressão fixa. Se a pressão passasse a ser muito superior, o que aconteceria à curva de rendimento (sobe, desce ou fica)? Justifica com o número de moles.

6. Catalisador de ferro: o que muda na figura com o catalisador e o que não muda? Distingue o efeito na velocidade do efeito no rendimento.

7. Condições industriais típicas: indica a temperatura, a pressão e o catalisador usados na síntese industrial do amoníaco (o compromisso real).

© 2026 Estudantices

8. Não é só química: porque é que não se usa a pressão «o mais alta possível», mesmo sabendo que aumenta o rendimento? (2 razões — custo e segurança, ligando à ficha de Le Châtelier)

9. V/F — corrige as falsas: a) «Aquecer esta reação aumenta o rendimento de equilíbrio.» ( ) b) «O catalisador muda o ponto escolhido na figura.» ( ) c) «Mais pressão sobe a curva de rendimento.» ( ) d) «A velocidade de reação cresce com a temperatura.» ( )

10. K e rendimento: liga a curva de rendimento à curva de K vs T da ficha anterior — por que desce o rendimento quando K desce? (menos produtos no equilíbrio)

11. Reciclagem industrial: no processo real, o NH_3 formado é removido do meio a cada passagem. Que efeito tem a remoção contínua no equilíbrio e porquê?

12. Produção: justifica em 3 frases as condições do compromisso industrial (temperatura moderada + pressão elevada + catalisador), citando a curva da figura.

© 2026 Estudantices

Soluções — Síntese do Amoníaco: Rendimento e Condições

1. rendimento = **curva laranja que desce** (T ↑ ⇒ K ↓ numa exotérmica ⇒ menos produtos) · velocidade = **curva azul que sobe** (T ↑ ⇒ mais moléculas com energia ≥ Ea ⇒ mais colisões eficazes).

2. O aquecimento acelera as duas reações (curva azul sobe), mas numa exotérmica **K diminui** e o equilíbrio desloca-se para os reagentes — logo o rendimento de NH_3 cai (curva laranja desce).

3. rendimento ≈ **72%** — escolhe-se a intermédia porque na T baixa o rendimento seria melhor mas a reação **demoraria demais**, e na T alta seria rápida mas com rendimento inaceitavelmente baixo.

4. só rendimento → **mais frio possível**; só velocidade → **mais quente possível**. O primeiro nunca produz por hora (cinética proibitiva); o segundo desperdiça reagentes (rendimento baixo) — nenhum é economicamente viável.

5. A curva de rendimento **sobria** (para cima, em toda a gama): 4 mol de gás → 2 mol, e pressão maior desloca o equilíbrio para os produtos (Le Châtelier).

6. muda: a **velocidade** — a reação chega mais depressa a cada ponto (menor Ea) · não muda: as **duas curvas** — nem K, nem o rendimento de equilíbrio, nem a posição escolhida.

7. temperatura **moderada, cerca de 400–500 °C** · pressão **elevada** (centenas de atmosferas) · catalisador de **ferro** (com promotores).

8. (i) pressões extremas exigem **compressores e vasos caríssimos** — a energia gasta anularia o ganho; (ii) há **riscos de segurança** com amoníaco a alta pressão (tubagens, explosão). Daí não se ir ao limite.

9. a) **F** b) **F** c) **V** d) **V**.

10. (modelo) O rendimento é a **posição do equilíbrio**: quando a temperatura sobe, K desce e o equilíbrio passa a ter **menos produtos** — é a mesma razão que faz descer a curva laranja da figura: as duas curvas são o mesmo fenómeno visto por K e pelas concentrações.

11. Retirar NH_3 **diminui Q** ($Q < K$) → o equilíbrio desloca-se outra vez no sentido direto, formando mais amoníaco — a remoção contínua permite ultrapassar o limite do rendimento único e converter quase todo o reagente.

12. (modelo) Escolhe-se uma **temperatura moderada (400–500 °C)**: é a zona onde a velocidade já é boa e o rendimento ainda fica aceitável (≈ 72% na figura). A **pressão elevada** sobe a curva de rendimento porque 4 mol de gás dão 2. O **catalisador de ferro** dá velocidade extra sem tocar em K — e a remoção de NH_3 puxa o equilíbrio para a frente.

© 2026 Estudantices