

مسائل حل شده

۱) ۳۵ psia را به in.Hg تبدیل کنید.

حل) در محاسبه این تبدیل استفاده از نسبت ۱۴/۷ psia به ۲۹/۹۲ in.Hg بسیار مطلوبست:

مبناء: ۳۵ psia

$$35(\text{psia}) \times \frac{29.92(\text{in.Hg})}{14.7(\text{psia})} = 71.24(\text{in.Hg})$$

۲) چگالی هوا با افزایش ارتفاع کاهش می یابد اگر فشار ۳۴۰ mmHg باشد با چند اینچ

آب و چند کیلو پاسکال خواهد بود؟

مبناء ۳۴۰ mmHg

$$340(\text{mmHg}) \times \frac{33.91(\text{ft H}_2\text{O})}{760(\text{mmHg})} \times \frac{12(\text{in.})}{1(\text{ft})} = 182(\text{in.H}_2\text{O})$$

$$340(\text{mmHg}) \times \frac{1.013 \times 10^5(\text{N/m}^2)}{760(\text{mmHg})} \times \frac{1(\text{kN})}{100(\text{N})} = 45.3\left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) = 45.3(\text{kPa})$$

۳) فشار یک کیلوگرم (نیرو) بر سانتی متر مربع معادل چند psia و چند میلی متر جیوه است؟

حل:

یک کیلوگرم نیرو برابر نیروی است که ثقل زمین به یک کیلوگرم جرم اعمال می کند و با

توجه به اینکه نیروی اعمالی زمین به یک کیلوگرم جرم برابر ۹/۸ نیوتن است یعنی:

$$1(\text{kg}_m) \Rightarrow 1(\text{kg}_f)$$

$$1(\text{kg}_m) \Rightarrow 9.8(\text{N})$$

$$1(\text{kg}_f) = 9.8(\text{N})$$

جهت خلاصه نویسی و تسهیل کلمه نیرو ذکر نمی شود و صرفاً کیلوگرم خوانده می شود.

$$1(\text{kg/m}^2) = 9.8(\text{N/m}^2)$$

$$1\left(\frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2}\right) \times \frac{10^4(\text{cm}^2)}{1(\text{m}^2)} = 10^4(\text{kg}_f/\text{m}^2) = 9.8 \times 10^4(\text{N/m}^2) = 9.8 \times 10^4(\text{Pa})$$

$$9.8 \times 10^4(\text{Pa}) \times \frac{14.7(\text{psia})}{1.013 \times 10^5(\text{Pa})} = 14.22(\text{psia})$$

$$14.22(\text{psia}) \times \frac{760(\text{mmHg})}{14.7(\text{psia})} = 7.35 \times 10^2(\text{mmHg})$$

۴) یک زیر دریائی به علت سهل‌انگاری، در عمق ۱۰۰۰ متری قعر اقیانوس فرو می‌رود. برای نجات زیردریائی بایستی یک اتاقک غواصی به داخل آب فرستاده شده و سعی کنند تا وارد زیردریائی شوند، حداقل فشار لازم در اتاقک غواصی که هم سطح زیردریائی قرار می‌گیرند، چه مقدار باید باشد که در اثر گشودن مختصر دریچه انتهای اتاقک، آب وارد آن نشود. چگالی آب دریا ثابت و برابر 1.024 g/cm^3 می‌باشد.

روش ۱

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = P_2 \\ \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{m_1 g_1}{A_1} = \frac{m_2 g_2}{A_2} \Rightarrow \frac{\rho_1 V_1 g_1}{A_1} = \frac{\rho_2 V_2 g_2}{A_2} \end{array} \right\}$$

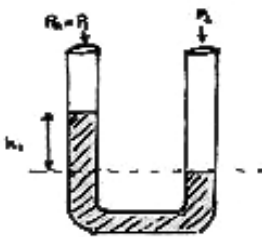
$$\Rightarrow \frac{\rho_1 A_1 h_1 g_1}{A_1} = \frac{\rho_2 A_2 h_2 g_2}{A_2} \quad \xrightarrow{g_1 = g_2} \quad \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\Rightarrow 13.6 (\text{g/cm}^3) \times 0.76 (\text{m}) = 1.024 (\text{g/cm}^3) \times h_2 \Rightarrow h_2 = 10.093 (\text{m})$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} 10.093 (\text{m}) & 1 (\text{atm}) \\ 1000 (\text{m}) & x \Rightarrow x = 99.08 \text{ atm} = 10039.28 \text{ kPa} \end{array} \right\}$$

$$P_{\text{abs}} = 101.35 (\text{kPa}) + 10039.28 (\text{kPa}) = 10140.63 (\text{kPa})$$

روش ۲

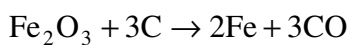


$$P_{\text{abs}} = P_a + \rho g h \Rightarrow P_{\text{abs}} = 1.013 \times 10^5 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) + \dots$$

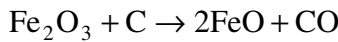
$$1.024 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) \times \frac{1 (\text{cm}^3)}{10^{-6} (\text{m}^3)} \times \frac{1 (\text{kg})}{1000 (\text{g})} \times 9.8 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \times 1000 (\text{m}) \times \dots$$

$$\frac{1 (\text{N} \cdot \text{s}^2)}{(\text{kg} \cdot \text{m})} \times \frac{1 (\text{Pa})}{1 (\text{N} \cdot \text{m}^{-2})} \times \frac{1 (\text{kPa})}{1000 (\text{Pa})} = 10146.82 (\text{kPa})$$

۵) کوره احیاء اکسید آهن را به طور ساده می‌توان واحدی در نظر گرفت که واکنش اصلی زیر در آن انجام می‌گیرد.



اما علاوه بر واکنش فوق، فعل و انفعالات جانبی نامطلوبی نیز صورت می‌گیرد که مهمترین آن عبارت است از:



پس از مخلوط کردن ۶۰۰ lb کربن (کک) با یک تن اکسید آهن خالص در کوره و انجام واکنش، در محصولات مقدار ۱۲۰۰ lb آهن خالص، ۱۸۳ lb FeO و ۸۵ lb Fe₂O₃ موجود است. مطلوب است:

الف) درصد کربن اضافی بکار رفته براساس واکنش اصلی.

ب) درصد تکمیل واکنش تبدیل Fe₂O₃ به Fe.

ج) مقدار کربن مصرف شده و CO تولید شده برحسب lb به ازای هر تن اکسید (Fe₂O₃) بکار رفته در کوره.

حل:

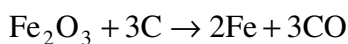
$$\frac{600}{12} = 50 \text{ (lb mol Carbon)}$$

$$1 \text{ (ton Fe}_2\text{O}_3) = 2205 \text{ (lb Fe}_2\text{O}_3) = 13.77 \text{ (lb mol Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\frac{1200}{56} = 21.4 \text{ (lb mol Fe)}$$

$$\frac{183}{72} = 2.54 \text{ (lb mol FeO)}$$

$$\frac{85}{160} = 0.53 \text{ (lb mol Fe}_2\text{O}_3) \text{ remained (unreacted)}$$



$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ lb mol} & 3 \text{ lb mol} & \\ \hline & x & \end{array}$$

$$13.77 \quad x \quad \Rightarrow \quad x = 41.31 \text{ lb mol Fe}_2\text{O}_3$$

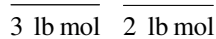
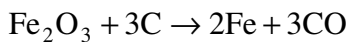
بنابراین کربن به اندازه $3 \times 13.77 = 41.31$ lb mol کم از ۵۰ lb mol است.

$$\text{الف) } \% \text{ اضافی} = \frac{8.69}{13.77 \times 3} \times 100 = 21\%$$

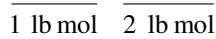
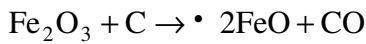
$$\text{ب) } \frac{21.4}{2} = 10.7 \text{ lb mol consumed Fe}_2\text{O}_3$$

$$\text{درجه تکمیل} = \frac{10.7}{13.77} = 0.78$$

ج)



$$x \quad 21.4 \Rightarrow x = 32.1 \text{ lb mol consumed carbon in main reaction}$$



$$x \quad 2.54 \Rightarrow x = 1.27 \text{ lb mol consumed carbon by side reaction}$$

.....

$$1.27 + 32.1 = 33.37 \text{ lb mol total amount of consumed carbon}$$

$$33.37 \times 12 = 400.44 \text{ lb total amount of consumed carbon}$$

بنابراین کل کربن مصرفی برابر با 33.37 lb mol یا 400.44 lb می‌باشد.

در واکنش اصلی: $3\text{C} \equiv 3\text{CO}$

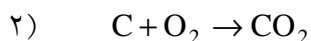
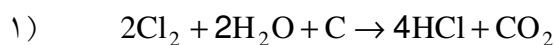
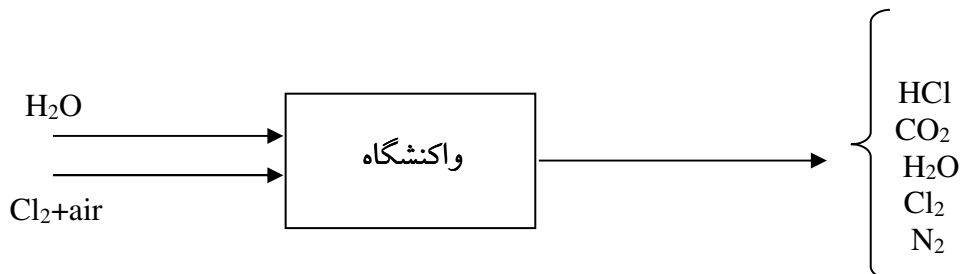
در واکنش فرعی: $1\text{C} \equiv 1\text{CO}$

پس مقدار CO تولید شده برابر با مقدار C مصرف شده است.

$$\text{CO} = 33.37 \text{ lb mol CO} \times \frac{28 \text{ lb CO}}{1 \text{ lb mol CO}} = 934.4 \text{ lb CO}$$

۶) مخلوط گاز کلر و هوا با ترکیب مولی Cl_2 ۹۰٪ و ۱۰٪ هوا و جریان بخار آب اضافی (۵٪)، به واکنشگاهی که دارای بستری از کک گذاشته در ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد است، وارد می‌شود، درصد تکمیل Cl_2 ، ۸۰٪ است. ولی تمام O_2 موجود در هوا با کربن (کک) ترکیب کامل شده و CO_2 تولید می‌شود. ترکیب مولی گازهای خروجی از واکنشگاه را (بصورت مرطوب) محاسبه نمایید.

حل: مبناء ۱۰۰ مول مخلوط گاز کلر و هوا



Cl₂ ورودی ۹۰ مول و Cl₂ شرکت کرده در واکنش ۷۲ = ۰/۸۰ × ۹۰ مول است. H₂O مورد نیاز استوکیومتری ۹۰ مول و مقدار عملی آن

$$\text{مول } 90 + 90 \times 0.05 = 94.5$$

$$\text{خروجی } \text{Cl}_2 = 90 - 72 = 18 \text{ (mol)}$$

$$\text{خروجی } \text{H}_2\text{O} = 94.5 - 72 = 22.5 \text{ (mol)}$$

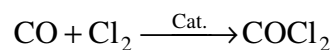
$$\text{خروجی } \text{N}_2 = 7/9 \text{ (mol)}$$

$$\text{تولیدی } \text{HCl} = 2 \times (\text{Cl}_2 \text{ مصرفی}) = 144 \text{ (mol)}$$

$$\text{تولیدی } \text{CO}_2 = 36 \text{ (mol)} + 2/1 \text{ (mol)} = 38/1 \text{ (mol)}$$

ترکیب	مول	درصد مولی
HCl	۱۴۴	۶۲/۵
CO ₂	۳۸/۱	۱۶/۵
H ₂ O	۲۲/۵	۹/۸
Cl ₂	۱۸/۰	۷/۸
N ₂	۷/۹	۳/۴
	۲۳۰/۵	۱۰۰/۰

۷) گاز فسژن (COCl₂) را می‌توان از واکنش بین گاز CO و گاز Cl₂ در حضور کاتالیست مناسب بدست آورد.



بفرض محصولات واکنش حاصل از یک راکتور را تجزیه کرده و اینگونه بدست آورده‌اند:

$$\text{Cl}_2 : 3 \text{ kgmol}$$

$$\text{CO} : 7 \text{ kgmol}$$

$$\text{COCl}_2 : 10 \text{ kgmol}$$

مطلوبست:

الف) درصد اضافی ترکیب شونده اضافی نسبت به محدود کننده

ب) درصد تکمیل ترکیب شونده محدود کننده.

ج) درصد تبدیل ترکیب شونده اضافی.

حل) چون ۱۰ کیلو مول فسژن تولید شده است پس ۱۰ کیلو مول Cl₂ و ۱۰ کیلو مول CO مصرف شده است Cl₂ باقیمانده ۳ kgmol است بنابراین در کل ۱۳ kgmol، گاز کلر وارد واکنشگاه شده است و CO باقیمانده نیز ۷ kgmol است یعنی CO کل ۱۷ kgmol می‌باشد.

$$\text{الف) Excess CO} = \frac{17-13}{13} \times 100 = 31\%$$

$$\text{ب) درصد تکمیل محدود کننده} = \frac{10}{13} \times 100 = 77\%$$

$$\text{ج) درصد تبدیل واکنشگر اضافی} = \frac{10}{17} \times 100 = 58.82\%$$