

که در آن A فقط به T بستگی دارد.

(ب) کار تک‌دمای انجام شده روی این ماده با κ ثابت را با یک عبارت دقیق بیان کنید.

۸-۳ α یک مول از گاز ایده‌آلی با $R(7/2) = C_P$ و $P_1 = 1 \text{ bar}$ از طریق هر یک از مسیرهای زیر منبسط می‌شود:

$$P_2 = 1 \text{ bar}$$

الف) حجم ثابت.

ب) دمای ثابت.

ج) به صورت آدیاباتیکی.

با فرض برگشت‌پذیری مکانیکی برای هر فرایند، Q ، ΔU و ΔH را حساب کنید. هر مسیر فقط روی یک نمودار PV رسم کنید.

۹-۳ شرایط گاز ایده‌آلی، که در آن $R(5/2) = C_P$ ، $R(3/2) = C_V$ ، از $P_1 = 1 \text{ bar}$ و $V_1 = 1 \text{ m}^3$ با فرایندهای برگشت‌پذیر از نظر مکانیکی زیر تغییر می‌کند:

$$P_2 = 1 \text{ bar} \text{ و } V_2 = 1 \text{ m}^3$$

الف) تراکم هم‌دم.

ب) تراکم آدیاباتیکی و سپس سرد کردن در فشار ثابت.

ج) تراکم آدیاباتیکی و سپس سرد کردن در حجم ثابت.

د) گرمادهی در حجم ثابت و سپس سرد کردن در فشار ثابت.

ه) سرد کردن در فشار ثابت و سپس گرمادهی در حجم ثابت.

برای هر یک از این فرایندها Q ، ΔU و ΔH را محاسبه کنید، و مسیر تمام فرایندها را فقط روی یک نمودار PV رسم کنید.

۱۰-۳ مخزن عایق صلبی با حجم 4 m^3 با غشاء نازکی به دو قسمت نامساوی تقسیم شده است. یک طرف غشاء، با $1/3$ حجم مخزن، حاوی گاز نیتروژن در 6 bar و 100°C است، و طرف دیگر، با $2/3$ حجم مخزن تحت خلأ است. وقتی غشاء پاره شود گاز مخزن را پر می‌کند.

الف) دمای نهایی گاز چه قدر است؟ چه مقدار کار انجام شده است؟ آیا فرایند برگشت‌پذیر است؟

ب) فرایند برگشت‌پذیری را که بتواند گاز را به حالت اولیه‌اش برگرداند شرح دهید. چه مقدار کار انجام می‌شود؟

۱۱-۳ گاز ایده‌آلی، ابتدا در 30°C و 100 kPa قرار دارد و فرایندهای متوالی زیر را در یک سیستم بسته طی می‌کند:

الف) ابتدا به صورت آدیاباتیکی در فرایندهایی برگشت‌پذیر از نظر مکانیکی، تا 500 kPa متراکم می‌شود، سپس در فشار ثابت 500 kPa تا 30°C سرد می‌شود، و سرانجام به صورت تک‌دم تا حالت اولیه منبسط می‌شود.

اولیه منبسط می‌شود.

ب) چرخه دقیقاً همان تغییرات حالت را طی می‌کند، ولی در مقایسه با فرایند متقارن برگشت‌پذیر از نظر مکانیکی، هر مرحله برگشت‌ناپذیر و دارای بازده 80% است.

$Q, W, \Delta U$ و ΔH را برای هر مرحله از فرایند حساب کنید. فرض کنید $R = (\frac{7}{2}) R$ و $C_P = (\frac{9}{2}) R$.

۱۲-۳ یک متر مکعب از گاز ایده‌آلی در 600 kPa و 1000 K تا پنج برابر حجم اولیه‌اش به شرح زیر منبسط می‌شود: الف) یک فرایند تک‌دمای برگشت‌پذیر از نظر مکانیکی.

ب) یک فرایند آدیاباتیک برگشت‌پذیر از نظر مکانیکی.

ج) یک فرایند آدیاباتیک برگشت‌ناپذیر که در آن انبساط در مقابل فشار بازدارنده 100 kPa انجام می‌شود. در هر حالت دمای نهایی، فشار، و کار انجام شده توسط گاز را محاسبه کنید. $C_P = 21 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

۱۳-۳ یک مول از هوا، ابتدا در 150°C و 8 bar قرار دارد، و تغییرات برگشت‌پذیر از نظر مکانیکی زیر را طی می‌کند. به صورت تک‌دما تا فشاری منبسط می‌شود که در حجم ثابت پس از سرد شدن تا 50°C فشار نهایی آن 3 bar است. با فرض این‌که هوا یک گاز ایده‌آل است و $R = (\frac{5}{2}) R$ و $C_P = (\frac{7}{2}) R$ ، $C_V = (\frac{5}{2}) R$ ، مقدار $Q, W, \Delta U$ و ΔH را حساب کنید.

۱۴-۳ یک گاز ایده‌آل در حالت پایا در یک لوله افقی جاری است. سطح مقطع لوله با طول تغییر می‌کند، و باعث تغییر سرعت می‌شود. معادله‌ای که دما را به سرعت گاز ربط دهد، به دست آورید. اگر نیتروژن در 150°C از بخشی از لوله با سرعت 275 m s^{-1} جریان یابد، دما در بخشی دیگر که سرعت 50 m s^{-1} است چه مقدار می‌باشد؟ $R = (\frac{5}{2}) R$ ، $C_P = (\frac{7}{2}) R$.

۱۵-۳ یک مول از یک گاز ایده‌آل، که ابتدا در 30°C و 1 bar قرار دارد، با سه فرایند برگشت‌پذیر از نظر مکانیکی به 130°C و 10 bar می‌رسد:

- گاز ابتدا در حجم ثابت تا 130°C گرم می‌شود، سپس به صورت تک‌دما تا فشار 10 bar متراکم می‌شود.

- گاز ابتدا در فشار ثابت گرم می‌شود تا دمای آن به 130°C برسد، سپس به صورت تک‌دما تا

10 bar متراکم می‌شود.

- گاز ابتدا به صورت تک‌دما تا 10 bar متراکم می‌شود؛ سپس در فشار ثابت تا 130°C گرم می‌شود.

$Q, W, \Delta U$ و ΔH را در هر حالت محاسبه کنید. فرض کنید $R = (\frac{5}{2}) R$ و $C_P = (\frac{7}{2}) R$. این بار، فرض کنید $R = (\frac{9}{2}) R$ و $C_P = (\frac{7}{2}) R$.

۱۶-۳ یک مول از یک گاز ایده‌آل، که ابتدا در 30°C و 1 bar قرار دارد، تغییرات برگشت‌پذیر از نظر مکانیکی زیر را طی می‌کند، به صورت تک‌دما تا نقطه‌ای متراکم می‌شود که در حجم ثابت پس از گرم شدن تا 120°C فشار نهایی آن 12 bar است. $Q, W, \Delta U$ را برای فرایند حساب کنید. فرض کنید

$$C_V = (\frac{5}{2}) R \text{ و } C_P = (\frac{7}{2}) R.$$

۱۷-۳ فرایندی شامل دو مرحله است: (۱) یک مول از هوا در $T = 800 \text{ K}$ و $P = 4 \text{ bar}$ در حجم ثابت تا $T = 350 \text{ K}$ خنک می‌شود. (۲) سپس هوا در فشار ثابت تا دمای 800 K گرم می‌شود اگر این فرایند

خواص حجمی سیالات خالص /

انرژی را به شکل کار به سیال منتقل کرد؟ وقتی که فشار از P_1 به P_2 افزایش می‌یابد چه تغییر انرژی داخلی سیال حاصل می‌شود؟

۲-۳ ضریب انبساط حجمی و ضریب تراکم‌پذیری تک‌دما را به صورت توابعی از چگالی ρ و مشتق‌های آن بیان کنید. برای آب در 50°C و 1 bar ، 10^{-6} bar^{-1} ، $44,18 \times 10^{-4}\text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ می‌باشد. آب را در آنچه فشاری باید متراکم کرد تا چگالی آن ۱ درصد زیاد شود؟ فرض کنید که κ مستقل از P است.

۳-۳+ معادله تیت برای مایعات در یک خط تک‌دما به این صورت نوشته می‌شود:

$$V = V_0 \left(1 - \frac{AP}{B + P} \right)$$

که در آن V حجم مولی یا ویژه، V_0 حجم مولی یا ویژه فرضی در فشار صفر، و A و B ثابت مثبت است. عبارتی برای ضریب تراکم‌پذیری تک‌دمای سازگار با این معادله بیابید.

۴-۳ برای آب ضریب تراکم‌پذیری تک‌دما از معادله زیر به دست می‌آید:

$$\kappa = \frac{c}{V(P + b)}$$

که در آن c و b فقط توابعی از دما است. اگر 1 kg آب به صورت تک‌دما و برگشت‌پذیر از فشار 1 bar در 60°C متراکم شود، چه قدر کار لازم است؟ در 60°C ، $b = 2700\text{ bar}$ ، و $c = 125\text{ cm}^3\text{g}^{-1}$ ، 1 ft^3 برای تراکم 1 ft^3 جیوه در دمای ثابت 32°F از 1 atm تا 3000 atm کار برگشت‌پذیر را کنید. ضریب تراکم‌پذیری تک‌دمای جیوه برابر است با:

$$\kappa = 3,9 \times 10^{-6} - 0,1 \times 10^{-9} P$$

که در آن P بر حسب atm و κ بر حسب atm^{-1} است.

۶-۳+ پنج کیلوگرم کربن تتراکلرید مایع از نظر مکانیکی دچار یک تغییر حالت تک‌فشار برگشت‌پذیر که در طی آن دما از 20°C به 0°C می‌رسد. Q ، W ، ΔH^t ، ΔU^t را تعیین کنید. برای کربن تتراکلرید مایع در 1 bar و 0°C خواص زیر را می‌توان مستقل از دما فرض کرد:

$$\beta = 1,2 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}, C_p = 0,84\text{ kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}, \rho = 1590\text{ kg m}^{-3}$$

۷-۳ ماده‌ای که برای آن κ ثابت است، یک فرایند تک‌دمای برگشت‌پذیر از نظر مکانیکی را، از حالت (P_1, V_1) تا حالت نهایی (P_2, V_2) طی می‌کند، که در آن V حجم مولی است.

الف) از تعریف κ استفاده کرده نشان دهید که مسیر فرایند با رابطه زیر بیان می‌شود

$$V = A \exp(-\kappa P)$$

مسائل

۱-۲ یک محفظه عایق‌بندی شده مجهز به همزن، با ۲۵ kg آب در ۲۰°C بر شده است، که همزن آن با وارد کردن نیروی ثقل بر وزنه‌ای به جرم ۳۵ kg می‌چرخد. برای چرخش همزن وزنه در فاصله‌ای برابر ۵ m به‌آرامی سقوط می‌کند. با فرض این‌که تمام کار انجام شده روی وزنه به آب منتقل شود و این‌که شتاب محلی ثقل $۹/۸\text{ m s}^{-۲}$ باشد، موارد زیر را تعیین کنید:

(الف) مقدار کار انجام شده روی آب.

(ب) تغییر انرژی داخلی آب.

(ج) دمای نهایی آب، که برای آن $1^\circ\text{C}^{-۱} \text{ kg}^{-۱} \text{ kJ } C_p = ۴/۱۸$.

(د) مقدار گرمایی که باید از آب گرفت تا آن‌را به دمای اولیه برگرداند.

۲-۱ تغییر انرژی کل جهان به‌علت (۱) فرایند پایین آوردن وزنه، (۲) فرایند خنک کردن آب تا دمای اولیه آن، و (۳) دو فرایند با هم.

۲-۲ مثله ۲-۱ را دوباره برای ظرف عایق‌بندی شده‌ای که همراه با آب تغییر دما می‌دهد و ظرفیت گرمایی آن معادل ۵ kg است، به دو روش حل کنید:

(الف) آب و ظرف را به‌عنوان سیستم در نظر بگیرید.

(ب) آب را به تنهایی به‌عنوان سیستم در نظر بگیرید.

۲-۳ در مورد خنک کردن آشپزخانه در تابستان از طریق بازکردن در یخچال برقی توضیح دهید.

۲-۴ آب در ۱۸°C و $۱۰۰/۲۷\text{ kPa}$ دارای انرژی داخلی $۱^\circ\text{C}^{-۱} \text{ kg}^{-۱} \text{ kJ } ۷۶۲/۰$ (در یک مقیاس اختیاری) و حجم ویژه $1/۱۲۸\text{ cm}^3\text{g}^{-۱}$ است.

(الف) آنتالپی آن چه قدر است؟

(ب) آب در ۳۰۰°C و ۱۵۰۰ kPa به‌صورت بخار درمی‌آید، که در این حالت انرژی داخلی آن $۲۷۸۴/۴\text{ kJ kg}^{-۱}$ و حجم ویژه آن $1۶۹/۷\text{ cm}^3\text{g}^{-۱}$ است.

۵-۲ اگر مخزنی مجهز به همزن کار را با سرعت $۰/۲۵\text{ kW}$ به ۲۰ kg آب در ۲۰°C منتقل کند، چه مقدار طول می‌کشد که دمای آب به ۳۰°C برسد، در حالی که گرمایی از آب به محیط نرسد؟ برای آب $1^\circ\text{C}^{-۱} \text{ kg}^{-۱} \text{ kJ } C_p = ۴/۱۸$.

۶-۲ برای جرم ۱ kg آب،

(الف) چه تغییر ارتفاعی انرژی پتانسیل آن را ۱ kJ بالا می‌برد؟

(ب) تا چه سرعتی باید آن‌را از حالت سکون شتاب دهیم تا انرژی جنبشی آن ۱ kJ شود؟

(ج) چه نتیجه‌گیری کلی از این نتایج می‌توان به‌دست آورد؟

۵۲ / ترمودینامیک مهندسی شیمی

۷-۲ به یک سیستم بسته ۷,۵kJ گرما می‌دهیم و انرژی داخلی آن نیز ۱۲kJ کم می‌شود. چه مقدار انرژی به صورت کار منتقل می‌شود؟ در فرایندی که همان تغییر حالت را ایجاد کند ولی کار برای آن صفر باشد.

۸-۲ یک قالب فولادی به وزن ۲kg در دمای اولیه ۵۰۰°C است؛ آب با دمای اولیه ۲۵°C در یک مخزن فولادی کاملاً عایق‌بندی شده به وزن ۵kg قرار دارد. قالب در آب فرو برده می‌شود تا سیستم به تعادل برسد. دمای نهایی چه قدر است؟ از هرگونه اثر انبساطی یا انقباضی صرف‌نظر کنید، و فرض کنید که گرمای ویژه ثابت آب $1 \text{ K}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ kJ}$ و فولاد $0.5 \text{ K}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ kJ}$ باشد.

۹-۲ نیتروژن در حالت پایا در یک لوله عایق‌شده افقی با قطر داخلی $1.5(\text{in})$ جاری است. در اثر جریان از میان یک شیر نیمه‌باز، افت فشار حاصل می‌شود. بعد از شیر فشار $689.5(\text{psia})$ ، 100 درما 100°F [۴۸,۹°C] و سرعت متوسط 6.09 m s^{-1} [۲۰(ft)(s) $^{-1}$] می‌باشد. اگر فشار قبل از شیر $137.9(\text{kPa})$ باشد، دما چه قدر است؟ فرض کنید که PV/T برای نیتروژن مقداری ثابت است، $R = \left(\frac{5}{2}\right) R$ و $C_V = \left(\frac{5}{2}\right) R$. مقدار R در پیوست «الف» آمده است.

۱۰-۲ در یک لوله مستقیم افقی که تبادل گرما و کار با محیط ندارد آب در 80°F [۲۶,۶۷°C] جاری است. در بخشی از لوله که قطر داخلی $2.54(\text{cm})$ (۱(in.) است، سرعت آب 12.19 m s^{-1} [۴(ft)(s) $^{-1}$] می‌باشد. اگر قطر لوله ناگهان به $1.5(\text{in})$ [۳,۸۱cm] افزایش یابد تغییر دمای آب چه قدر می‌شود؟ اگر قطر 3 in [۷,۶۲cm] باشد چه قدر؟ بیش‌ترین تغییر دما برای یک افزایش در قطر لوله چه قدر است؟

۱۱-۲ آب در یک لوله ماریپج افقی که از خارج با گازهای داغ احتراق گرم می‌شود، جاری است. آب در حین عبور از لوله ماریپج از حالت مایع در 200°C و 100°kPa به بخار در 125°C و 100°kPa تغییر می‌یابد. سرعت ورودی آن 3 m s^{-1} و سرعت خروجی آن 200 m s^{-1} است. گرمای منتقل‌شده از لوله ماریپج به‌ازای واحد جرم آب را محاسبه کنید. آنتالپی جریان‌های ورودی و خروجی عبارت است از: ورودی: 334.9 kJ kg^{-1} ؛ خروجی: $2726.5 \text{ kJ kg}^{-1}$.

۱۲-۲ بخار آب در حالت پایا از میان یک شیبوره هم‌گرای عایق‌بندی شده، به‌طول 25 cm و قطر داخلی 5 cm جاری است. در ورودی شیبوره (حالت ۱)، دما و فشار 325°C و 700°kPa ، و سرعت 30 m s^{-1} است. در خروجی شیبوره (حالت ۲)، دما و فشار 240°C و 350°kPa است. مقادیر خواص عبارت است از:

$$H_1 = 3112.5 \text{ kJ kg}^{-1} \quad V_1 = 388.61 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$$

$$H_2 = 2945.7 \text{ kJ kg}^{-1} \quad V_2 = 667.75 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$$

سرعت بخار آب در خروجی شیبوره و قطر خروجی چه قدر است؟

۱۳-۲ سیستمی شامل کلروفرم، ۱، ۴-دی‌اکسان، و اتانول به‌صورت یک سیستم بخار/مایع دوفازی در 50°C و 55 kPa قرار دارد. دریافت‌هایم که پس از افزودن مقداری اتانول خالص می‌توان سیستم را به

تبادل دوفازی در T و P اولیه برگرداند. سیستم از چه نظر تغییر کرده و از چه نظر تغییر نکرده است؟
۱۴-۲ برای سیستم مطرح در مسئله ۲-۱۳:

الف) علاوه بر T و P چند متغیر قاعده فازی دیگر برای مشخص شدن ترکیب نسبی هر دو فاز باید انتخاب کرد؟
ب) اگر قرار باشد که دما و فشار ثابت بماند، آیا می‌توان ترکیب کلی سیستم را بدون تأثیرگذاری بر ترکیب‌های نسبی فازهای مایع و بخار (با افزودن یا کاستن ماده) تغییر داد؟

۱۵-۲ در مسئله زیر برای گاز نیتروژن $C_V = 20/8$ و $C_P = 29/1 \text{ J mol}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$ در نظر گرفته شود:

الف) در یک ظرف سه مول نیتروژن در 30°C وجود دارد و تا 250°C گرم می‌شود. اگر ظرفیت گرمایی ظرف ناچیز باشد، چه مقدار گرما لازم است؟ اگر وزن ظرف 100 kg و ظرفیت گرمایی آن $^{-1} 10^\circ\text{C} \text{ kg}^{-1} 5 \text{ kJ}$ باشد، چه قدر گرما نیاز است؟

ب) در یک مجموعه پیستون-استوانه چهار مول نیتروژن در 200°C موجود است. اگر ظرفیت گرمایی پیستون و استوانه ناچیز باشد، از این سیستم با فشار ثابت چه مقدار گرما باید خارج کرد تا دمای آن به 40°C برسد؟

۱۶-۲ در مسئله زیر برای نیتروژن $C_V = 5$ و $^{-1} 1^\circ\text{F} (\text{lb mole})^{-1} 7 (\text{Btu})$ در نظر گرفته شود:

الف) در یک ظرف سه مول گاز نیتروژن در 70°F وجود دارد و تا 350°F گرم می‌شود. اگر ظرفیت گرمایی ظرف ناچیز باشد، چه قدر گرما لازم است؟ اگر وزن ظرف $200 (\text{lb}_m)$ و ظرفیت گرمایی آن $^{-1} 1^\circ\text{F} (\text{lb}_m)^{-1} 2 (\text{Btu})$ باشد، چه قدر گرما لازم است؟

ب) در یک مجموعه پیستون-استوانه چهار مول نیتروژن در 400°F موجود است. اگر ظرفیت گرمایی پیستون و استوانه ناچیز باشد، از این سیستم با فشار ثابت چه مقدار گرما باید خارج کرد تا دمای آن به 150°F برسد؟

۱۷-۲ در یک مجموعه پیستون-استوانه، معادله مربوط به کار یک تراکم تک‌دمای برگشت‌پذیر 1 mol از گاز را به دست آورید، در صورتی که حجم مولی گاز از رابطه زیر به دست آید:

$$V = \frac{RT}{P} + b$$

که در آن b و R ثابت‌های مثبت است.

۱۸-۲ بخار آب در $200^\circ (\text{psia})$ و $600^\circ (\text{F})$ [حالت ۱] از طریق لوله‌ای به قطر ۳ اینچ با سرعت $^{-1} 10 (\text{ft})(\text{s})$ وارد یک توربین می‌شود. گاز خروجی از طریق لوله‌ای به قطر ۱۰ اینچ منتقل می‌شود و در $200^\circ (\text{F})$ و $2 (\text{psia})$ [حالت ۲] قرار دارد. توان خروجی توربین چه قدر است؟

$$H_1 = 1322.6 (\text{Btu})(\text{lb}_m)^{-1} \quad V_1 = 3.058 (\text{ft})^3 (\text{lb}_m)^{-1}$$

$$H_2 = 1148.6 (\text{Btu})(\text{lb}_m)^{-1} \quad V_2 = 78.14 (\text{ft})^3 (\text{lb}_m)^{-1}$$

۱۹-۲ در یک کمپرسور گاز کربن دی اکسید در شرایط اولیه $P_1 = ۱۵(\text{psia})$ و $T_1 = ۵۰(^{\circ}\text{F})$ با آب و روغن خنک شده و در شرایط نهایی $P_2 = ۵۲۰(\text{psia})$ و $T_2 = ۲۰۰(^{\circ}\text{F})$ تخلیه می شود. CO_2 ورودی از طریق لوله ای به قطر ۴ اینچ با سرعت $۲۰(\text{ft})(\text{s})^{-۱}$ جریان می یابد، و از لوله ای به قطر ۱ اینچ تخلیه می شود. کار محوری انجام شده در کمپرسور $۵۳۶۰(\text{Btu})(\text{mol})^{-۱}$ است. سرعت انتقال گرما از کمپرسور بر حسب $(\text{Btu})(\text{hr})^{-۱}$ چه قدر است؟

$$H_1 = ۳۰۷(\text{Btu})(\text{lb}_m)^{-۱} \quad V_1 = ۹٫۲۵(\text{ft})^۳(\text{lb}_m)^{-۱}$$

$$H_2 = ۳۳۰(\text{Btu})(\text{lb}_m)^{-۱} \quad V_2 = ۰٫۲۸(\text{ft})^۳(\text{lb}_m)^{-۱}$$

۲۰-۲ یک کیلوگرم هوا به صورت برگشت پذیر در فشار ثابت از حالت اولیه ۳۰۰K و ۱bar گرم می شود تا حجم آن سه برابر شود. Q ، W ، ΔU و ΔH را برای فرایند حساب کنید. فرض کنید که هوا از رابطه $C_P = ۲۹\text{ J mol}^{-۱}\text{K}^{-۱}$ پیروی می کند و $PV/T = ۸۳٫۱۴\text{ bar cm}^۳\text{mol}^{-۱}\text{K}^{-۱}$.

۲۱-۲ در یک فرایند حالت پایا شرایط گازی از ۲۰°C و ۱۰۰۰kPa و ۶۰°C و ۱۰۰kPa تغییر می کند. برای رسیدن به این تغییر حالت یک فرایند غیر جریانی برگشت پذیر (با هر چند مرحله پیشنهاد، و ΔU و ΔH را بر مبنای ۱mol از گاز حساب کنید. فرض کنید که برای گاز PV/T ثابت، $R = (\frac{5}{2})R$ ، و $C_V = (\frac{5}{2})R$ است. $C_P = (\frac{7}{2})R$ است.

۲۲-۲ نشان دهید که از نظر مکانیکی در یک فرایند غیر جریانی برگشت پذیر W و Q از روابط زیر به دست می آید:

$$W = \int V dP - \Delta(PV)$$

$$Q = \Delta H - \int V dP$$

مسائل

۱- مقدار g_c چه قدر است و واحدهای آن در سیستمی که در آن، ثانیه، فوت، و پوند جرمی مانند بخش ۱-۲ تعریف شده است، چه می باشد؟ در این سیستم واحد نیرو پوندال است، که به صورت نیروی لازم برای دادن شتابی معادل $1 \text{ (ft)} \text{ s}^{-2}$ به 1 lb_m تعریف می شود.

۲- فشارهای کم تر از 3500 bar با یک فشارسنج وزنه ای اندازه گیری می شود. قطر پیستون 0.95 cm است. جرم تقریبی وزنه های لازم برحسب kg چه قدر است؟

۳- فشارهای کم تر از 3500 (atm) با یک فشارسنج وزنه ای اندازه گیری می شود. قطر پیستون 0.944 (in.) است. جرم تقریبی وزنه های لازم برحسب lb_m چه قدر است؟

۴- عدد خوانده شده روی یک مانومتر (انتهای آن به جو متصل است) در 25°C برابر 43.62 cm است. شتاب محلی ثقل 9.806 m s^{-2} و فشار جوی 101.45 kPa می باشد. فشار مطلق اندازه گیری شده برحسب kPa چه قدر است؟ چگالی جیوه در 25°C برابر 13.534 g cm^{-3} است.

۵- عدد خوانده شده روی یک مانومتر جیوه ای (انتهای آن به جو متصل است) در 70°F برابر 27.63 (in.) است. شتاب محلی ثقل $32.187 \text{ (ft)} \text{ s}^{-2}$ و فشار جوی 30.6 (in.Hg) است. فشار مطلق اندازه گیری شده برحسب (psia) چه قدر است؟ چگالی جیوه در 70°F برابر 13.543 g cm^{-3} است.

۶- ای. اچ. آماگا در سال های بین ۱۸۶۹ و ۱۸۹۳ در فرانسه نخستین اندازه گیری های دقیق از خواص گازهای فشار بالا را انجام داد. پیش از رواج استفاده از فشارسنج وزنه ای، او که در یک معدن کار می کرد، از یک مانومتر جیوه ای برای اندازه گیری فشارهای بیش از 4000 bar استفاده می کرد. ارتفاع مانومتر مورد نیاز را تخمین بزنید.

۷- برای اندازه گیری شتاب گرانش روی مریخ از فنی استفاده می شود که جرمی معادل 0.38 kg از آن آویزان است. در محلی روی زمین که در آن شتاب محلی ثقل 9.80 m s^{-2} است، فنر 1.03 cm کشیده می شود. هنگامی که وسیله اندازه گیری روی مریخ فرود می آید، اطلاعات رادیویی ارسالی نشان می دهد که فنر 0.38 cm کشیده شده است. شتاب ثقل در مریخ چه قدر است؟

۸- گروهی از مهندسان روی سطح ماه فرود آمده اند، و می خواهند جرم برخی از صخره ها را اندازه بگیرند. آن یک ترازوی فنی دارند و درجه بندی شدن آن به گونه ای است که در محلی با شتاب ثقل $1.92 \text{ (ft)} \text{ s}^{-2}$ یک پوند جرم را نشان می دهد. با این ترازویکی از صخره های ماه عدد 13.37 را نمایش می دهد. آن چه قدر است؟ وزن آن روی ماه چه قدر است؟ $5.32 \text{ (ft)} \text{ s}^{-2} = g$ (ماه) را فرض کنید.

۹- گازی به وسیله یک پیستون در استوانه ای به قطر 1.5 (ft) محبوس شده و وزنه ای روی پیستون قرار دارد. جرم پیستون و وزنه روی هم $300 \text{ (lb}_m)$ است. شتاب محلی ثقل $32.158 \text{ (ft)} \text{ s}^{-2}$ و فشار جوی 29.84 (in.Hg) است.

(الف) اگر بین پیستون و استوانه اصطکاک وجود نداشته باشد، نیروی وارده بر گاز به وسیله چقدر پیستون و وزنه برحسب (lbf) چه قدر است؟

(ب) فشار گاز برحسب (psia) چه قدر است؟

(ج) اگر گاز در استوانه گرم و منبسط شود، پیستون و وزنه را بالا می برد. اگر پیستون و وزنه 2 (ft) بالا رود، کار انجام شده به وسیله گاز برحسب (ft lbf) چه قدر است؟ تغییر در انرژی پتانسیل در پیستون و وزنه چه قدر است؟

۱۰- ۱ گاز به وسیله یک پیستون در استوانه‌ای به قطر 0.47 m محبوس است و وزنه‌ای روی پیستون قرار دارد. جرم پیستون و وزنه روی هم 150 kg و شتاب محلی ثقل 9.813 m s^{-2} است، و فشار جوی 101.57 kPa می باشد.

(الف) اگر بین پیستون و استوانه اصطکاک نباشد، نیروی وارده بر گاز به وسیله جو، پیستون، و وزنه برحسب نیوتن چه قدر است؟

(ب) فشار گاز برحسب kPa چه قدر است؟

(ج) اگر گاز داخل استوانه گرم شود، منبسط می شود، پیستون و وزنه را بالا می برد. اگر پیستون و وزنه 0.83 m بالا رود، کار انجام شده به وسیله گاز برحسب kJ چه قدر است؟ تغییر انرژی پتانسیل در پیستون و وزنه چه قدر است؟

۱۱- ۱ اثبات کنید که واحد SI انرژی جنبشی و پتانسیل ژول است.

۱۲- ۱ خودرویی با جرم 1400 kg با سرعت 30 m s^{-1} در حرکت است. انرژی جنبشی آن برحسب kJ چه قدر است؟ برای توقف آن چه قدر کار باید انجام شود؟

۱۳- ۱ آب از ارتفاع 40 m بر توربین‌های یک نیروگاه برق آبی فرو می ریزد. با فرض بازده 93% برای تبدیل انرژی پتانسیل به انرژی برق، و اتلاف 9% برق حاصل حین انتقال، سرعت جریان جرمی آب مورد نیاز برای تأمین برق یک لامپ 150 W چه قدر است؟