Meeting_014

Monday, May 03, 2021 10:04 AM

$u_2 - u_1 = c_{v,av}(T_2 - T_1)$ $\qquad c_p - c_v = R$

$h_2 - h_1 = c_{p,av}(T_2 - T_1)$ $\qquad k = c_p / c_v$

$T \xrightarrow{\text{از جدول}} u$ $\qquad T \longrightarrow h$

برای هر فرایندی قابل استفاده است. $h_2 - h_1 = c_{p,a}(T_2 - T_1)$ و $u_2 - u_1 = c_{v,a}(T_2 - T_1)$ دو رابطه

EXAMPLE 4–9 Heating of a Gas by a Resistance Heater

A piston–cylinder device initially contains 0.5 m³ of nitrogen gas at 400 kPa and 27°C. An electric heater within the device is turned on and is allowed to pass a current of 2 A for 5 min from a 120-V source. Nitrogen expands at constant pressure, and a heat loss of 2800 J occurs during the process. Determine the final temperature of nitrogen.

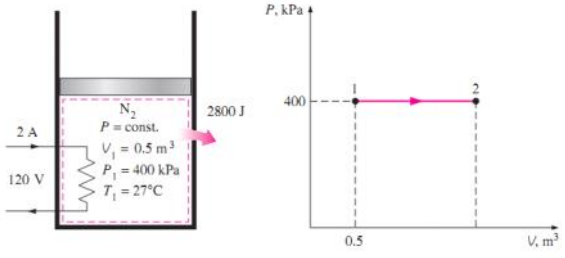


FIGURE 4–31
Schematic and *P*-*V* diagram for Example 4–9.

$V_1 = 0.5\ m^3$ $\qquad$ ۸۱۲

$P_1 = 400\ kPa$

$T_1 = 27 + 273 = 300\ K$

$I = 2A$

$\Delta t = 5\ min$

$V = 120\ V$

فرایند فشار ثابت $(P_1 = P_2)$

$Q = 2800\ J$ $\qquad$ انتقال انرژی گرمایی از سیستم

سیستم بسته

$W_{\text{مرزی}} \neq 0$

$\Longrightarrow Q - W = m(h_2 - h_1)$ $\quad (kJ)$

$q - w = h_2 - h_1$ $\quad (kJ/kg)$

قانون اول ترمودینامیک برای سیستم بسته با کارمرزی

① $m = ?$ $\qquad P_1 v_1 = RT_1 \longrightarrow P_1 V_1 = mRT_1 \longrightarrow m = \dfrac{P_1 V_1}{RT_1} = \dfrac{400 \times 0.5}{0.2968 \times 300} = 2.24\ kg$

$N_2 \rightarrow R = 0.2968$

② q (kJ/kg) $\longrightarrow Q = 2800\ J \longrightarrow Q = 2.8\ kJ \longrightarrow q = \frac{Q}{m} = \frac{2.8}{2.24} = 1.25\ kJ/kg$

② w (kJ/kg) $\longrightarrow \dot{w} = \frac{w}{\Delta t} \longrightarrow W = \dot{w}\,\Delta t = \frac{VI\,\Delta t}{1000}\ (kJ) \longrightarrow w = \frac{VI\,\Delta t}{1000 \times m}\ (kJ/kg)$

$$w = \frac{110 \times 2 \times 5 \times 60}{1000 \times 2.24} = 2.14\ kJ/kg$$

$$q - w = h_2 - h_1 \longrightarrow -1.25 - [-2.14] = h_2 - h_1$$

$$-1.25 + 2.14 = C_{P,av}\,(T_2 - T_1) = 1.039\,(T_2 - 300)$$

$T_1 = 300\ K \longrightarrow C_p = 1.039$

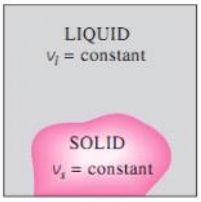
$$0.89 = 1.039\,(T_2 - 300) \longrightarrow T_2 = 330\ K$$

4-5 • INTERNAL ENERGY, ENTHALPY, AND SPECIFIC HEATS OF SOLIDS AND LIQUIDS

انرژی داخلی - آنتالپی - گرماهای ویژه برای جامدات و مایعات

LIQUID
v_f = constant

ثابت است $= v$ ← برای مایعات

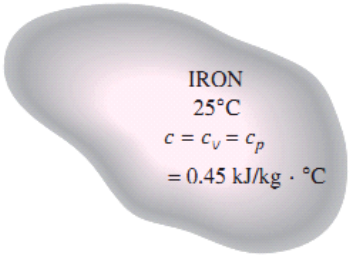


ثابت است v ← تراکم‌ناپذیر هستند ← جامد و مایع

فرایندهای با حجم ثابت معمولا انرژی کمتری برای یک فرایند ما لازم خواهند داشت.

$$c_p = c_v = c$$

برای جامدات و مایعات تقریبا یک گرمای ویژه مقداری می‌شود.



در جامدات و مایعات هم معمولا c وابسته به دما است

$$C = f(T)$$

جامد و مایع

$$du = c\,dT \longrightarrow du = c_{av}\,dT \longrightarrow \boxed{u_2 - u_1 = c_{av}(T_2 - T_1)}$$

$$h = u + pv \longrightarrow dh = du + p\,dv + v\,dp \xrightarrow[dv=0]{\text{جامد+مایع}}$$

$$dh = du + v\,dp$$

* برای مایعات و جامدات تغییر ویژه‌ای که تحت تاثیر فشار و دما قرار می‌گیرد ← تغییر آنتالپی است.

$$\left.\begin{aligned} dh &= du + v\,dp \\ du &= c_{av}\,dT \end{aligned}\right\} \longrightarrow \boxed{dh = c_{av}\,\Delta T + v\,dp}$$

حالت اول: فرایند فشار ثابت (صبل ها) $(dp=0)$

$dh = C_{av}\,\Delta T$

$h_2 - h_1 = C_{av}(T_2 - T_1)$

حالت دوم: دما ثابت یا شد $\Delta T = 0$

$dh = v\,dp \longrightarrow h_2 - h_1 = v(P_2 - P_1)$

EXAMPLE 4–11 Enthalpy of Compressed Liquid

Determine the enthalpy of liquid water at 100°C and 15 MPa (*a*) by using compressed liquid tables, (*b*) by approximating it as a saturated liquid, and (*c*) by using the correction given by Eq. 4–38.

آنتالپی آب مایع را با توجه به سه الگوریتم زیر محاسبه کنید.

$T = 100^\circ C$

$P = 15\ MPa$

الف) از جدول مایع متراکم $h = 422.39\ kJ/kg$

$T = 100^\circ C \longrightarrow h_f = 419.17$

ب) با فرض اینکه آب مایع اشباع است.

ج) به کمک رابطه

$$h_{@P,T} \cong h_{f@T} + v_{f@T}(P - P_{sat@T})$$

ج) $h = 419.17 + 0.001043\,(15000 - 100) = 420.46$

زمانی که مایع متراکم معادل مایع اشباع فرض شود حرارت مقدار h_f با توجه دما دقت لازم را دارد و نیازی است از رابطه $h = h_f + v_f(P - P_{sat})$ استفاده شود.