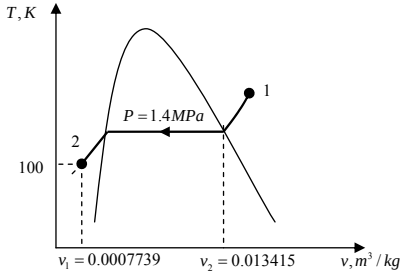
ตัวอย่างที่ 5.1 สารทำความเย็น R-12 มวล 5 กิโลกรัม บรรจุภายในถังที่ความดัน 1.4 MPa อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ถูกทำให้เย็นด้วยกระบวนการความดันคงที่ จนอุณหภูมิลดลงมาอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส จง ก) แสดงเส้นกระบวนการบนแผนภาพอุณหภูมิ-ปริมาตรจำเพาะซึ่งมีเส้นโค้งของการอิ่มตัวแสดงอยู่ด้วย และคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงปริมาณต่อไปนี้ ข) ปริมาตรทั้งหมด ค) พลังงานภายในทั้งหมด

วิธีทำ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้: R-12 ; สภาวะที่ 1: m= 5kg, P_1=1.4 MPa, T_1= 70°C

สภาวะที่ 2: m= 5kg, P_2=1.4 MPa(Isobaric), T_2= 30°C

ก) เขียนเส้นกระบวนการบนแผนภาพอุณหภูมิ-ปริมาตรจำเพาะซึ่งมีเส้นโค้งของการอิ่มตัว



สภาวะที่1: P_1=1.4 Mpa, T_1= 70°C (Superheated Vapor)

$$v_1 = v_{@1.4Mpa,70°C} = 0.013415\ m^3/kg \qquad u_1 = u_{@1.4Mpa,70°C} = 201\ kJ/kg$$

สภาวะที่2: P_2=1.4 Mpa, T_2= 30°C (Subcooled liquid)

$$v_2 \cong v_{f@30°C} = 0.0007739\ m^3/kg \qquad u_2 \cong u_{f@30°C} = 64.01\ kJ/kg$$

ข) การเปลี่ยนแปลงปริมาตรทั้งหมด (ΔV)

$$\Delta V = m.\Delta v = m.(v_2 - v_1)$$
$$\Delta V = 5\ kg.(0.013415 - 0.0007739)\ m^3/kg$$
$$= 0.06321\ m^3$$

ค) พลังงานภายในทั้งหมด (ΔU)

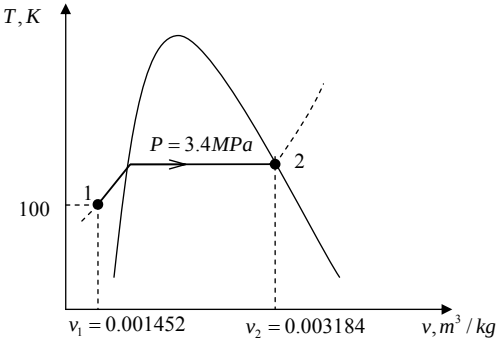
$$\Delta U = m.\Delta u = m.(u_2 - u_1)$$
$$\Delta U = 5\ kg.(201 - 64.01)\ kJ/kg$$
$$= 684.95\ kJ$$

ตัวอย่างที่ 5.2 ไนโตรเจนเหลว มวล 0.5 กิโลกรัม บรรจุภายในถังที่ความดัน 3.4 MPa อุณหภูมิ 100 องศาสัมบูรณ์ ถูกทำให้ระเหยกลายเป็นไออย่างสมบูรณ์ด้วยกระบวนการความดันคงที่ จง ก) แสดงเส้นกระบวนการบนแผนภาพอุณหภูมิ-ปริมาตรจำเพาะซึ่งมีเส้นโค้งของการอิ่มตัวแสดงอยู่ด้วย และคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงปริมาณต่อไปนี้ ข) ปริมาตรทั้งหมด ค) พลังงานภายในทั้งหมด

วิธีทำ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้: N_2 ; สภาวะที่ 1: m= 0.5kg, P_1=3.4 MPa, T_1= 100 K

สภาวะที่ 2: m= 0.5kg, P_2=3.4 MPa(Isobaric) T_2=$T_{sat@3.4Mpa}$

ก) เขียนเส้นกระบวนการบนแผนภาพอุณหภูมิ-ปริมาตรจำเพาะซึ่งแสดงเส้นโค้งของการอิ่มตัว



สภาวะที่1: P_1=3.4 Mpa, T_1= 100 K (Subcooled liquid)

$$v_1 \cong v_{f@100K} = 0.001452\ m^3/kg \qquad u_1 = u_{f@100K} = -73.7\ kJ/kg$$

สภาวะที่2: P_2=3.4 Mpa, T_2=126.1 K (Saturated vapor)

$$v_2 = v_{g@3.4Mpa} = 0.003184\ m^3/kg \qquad u_2 = u_{g@3.4Mpa} = 19.97\ kJ/kg$$

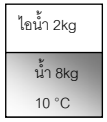
ข) การเปลี่ยนแปลงปริมาตรทั้งหมด (ΔV)

$$\Delta V = m.\Delta v = m.(v_2 - v_1)$$
$$\Delta V = 0.5\ kg.(0.003184 - 0.001452)\ m^3/kg$$
$$= 0.00866\ m^3$$

ค) พลังงานภายในทั้งหมด (ΔU)

$$\Delta U = m.\Delta u = m.(u_2 - u_1)$$
$$\Delta U = 0.5\ kg.(19.97 - (-73.7))\ kJ/kg$$
$$= 46.84\ kJ$$

ตัวอย่างที่ 5.3 ถังคงรูปบรรจุน้ำมวล 10 kg ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ส่วนหนึ่งของน้ำอยู่ในสถานะของเหลวจำนวน 8 kg ส่วนที่เหลืออยู่ในสถานะไอ จงหาความดันและปริมาตรของถังดังกล่าว



วิธีทำ จากโจทย์พบว่าน้ำในถังอยู่ในสถานะของผสมอิ่มตัวระหว่างของเหลวและไอ

ก) ความดันภายในถัง

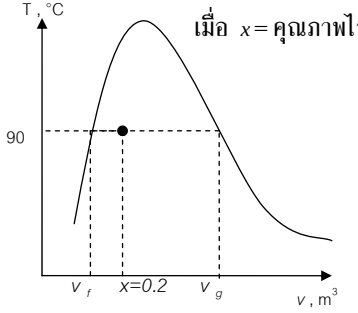
ความดันภายในถัง = ความดันของน้ำที่อุณหภูมิอิ่มตัวที่ 90 °C

จากตารางไอน้ำอิ่มตัว; $P = P_{sat@90°C} = 70.14\ kPa$

ความดันภายในถังเท่ากับ $70.14\ kPa$

ข) ปริมาตรของถัง

น้ำอยู่ในสถานะของผสมอิ่มตัว ปริมาตรของถังก็คือปริมาตรของน้ำในถังทั้งส่วนที่เป็นของเหลวและไอรวมกัน ปริมาตรจำเพาะของน้ำในถังจะหาได้จากสมการ $v = v_f + x.v_{fg}$



เมื่อ $x =$ คุณภาพไอ

$$x = \frac{m_g}{m_t} = \frac{2}{10} = 0.2$$

$$v = v_f + x.v_{fg} = 0.001036 + 0.2(2.361 - 0.001036)$$

$$v = 0.473\ m^3/kg$$

$$V = m.v = 10\ kg \times 0.473\ m^3/kg$$

$$V = 4.73\ m^3$$

ปริมาตรของถังเท่ากับ $4.73\ m^3$

ตัวอย่างที่ 5.4 จงคำนวณหาอุณหภูมิของน้ำที่ความดัน 0.5 MPa และมีค่าเอนธาลปีจำเพาะเท่ากับ 2890 kJ/kg

วิธีทำ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $P = 0.5\ MPa, h = 2890\ kJ/kg$

จากตารางอิ่มตัวของน้ำ

ที่ $P = 0.5\ MPa \rightarrow h_g = 2748.7\ kJ/kg$

จากโจทย์พบว่า $2890\ (kJ/kg) = \quad h > h_g \quad = 2748.7\ (kJ/kg)$

จึงสรุปได้ว่าน้ำอยู่ในสถานะไอดง จากตารางไอดงของน้ำ(A-6) ค่า $h = 2890\ kJ/kg$ ตกอยู่ในระหว่าง

ค่า $h_{@200°C} = 2855.4\ kJ/kg$ และ $h_{@250°C} = 2960.7\ kJ/kg$ ทำการ Interpolate หาค่าอุณหภูมิของน้ำระหว่าง 200-250 °C

$T, °C$	$h, kJ/kg$
200	**2855.4**
T	2890
250	**2960.7**

$$\frac{250 - T}{250 - 200} = \frac{2960.7 - 2890}{2960.7 - 2855.4}$$

$$\therefore T = 216.43\ °C$$

อุณหภูมิของน้ำที่ $P = 0.5\ MPa, h = 2890\ kJ/kg$ มีค่าเท่ากับ $216.43\ °C$