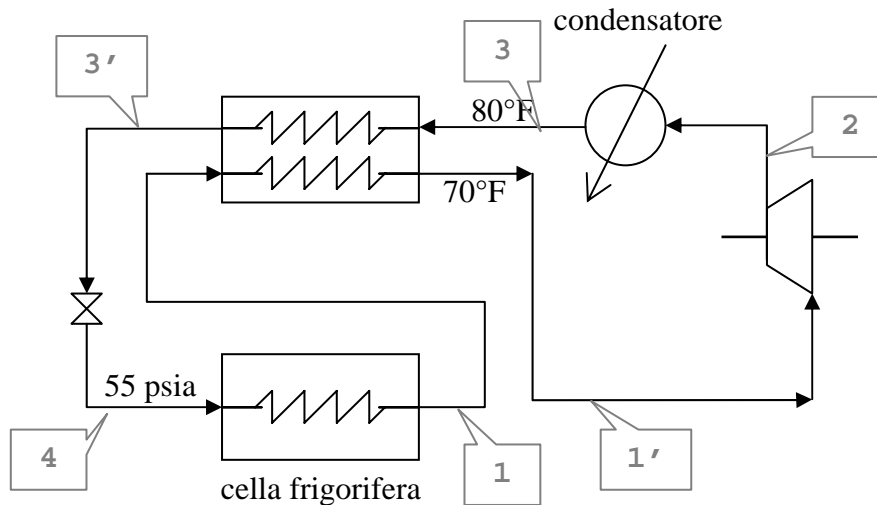


## Soluzione della prova intercorso di Termodinamica del 27/10/2005

Nella figura seguente è riportato lo schema dell'impianto frigorifero; le correnti nei vari punti dell'impianto sono state indicate con dei numeri (1-4) che verranno utilizzati in seguito.



### Quesito 1

La pressione nel condensatore è la tensione di vapore dell'ammoniaca alla temperatura di 80°F (l'ammoniaca liquido saturo è il punto 3 sul diagramma di stato riportato di seguito)

$$p = p^0(80^\circ F) = 155 \text{ psia}$$

### Quesito 2

La temperatura,  $T_v$ , del vapore saturo all'uscita dell'evaporatore (punto 1 sul diagramma di stato) corrisponde alla temperatura alla quale la tensione di vapore dell'ammoniaca è 50 psi. Tale temperatura è

$$T_v = 22^\circ F$$

### Quesito 3

La temperatura,  $T_a$ , dell'ammoniaca prima della valvola la si ricava dal bilancio di energia allo scambiatore di calore. Essendo lo scambiatore adiabatico ed essendo la portata di vapore uguale a quella di liquido, il bilancio diventa:

$$(h_1 - h_1) + (h_3 - h_3) = 0$$

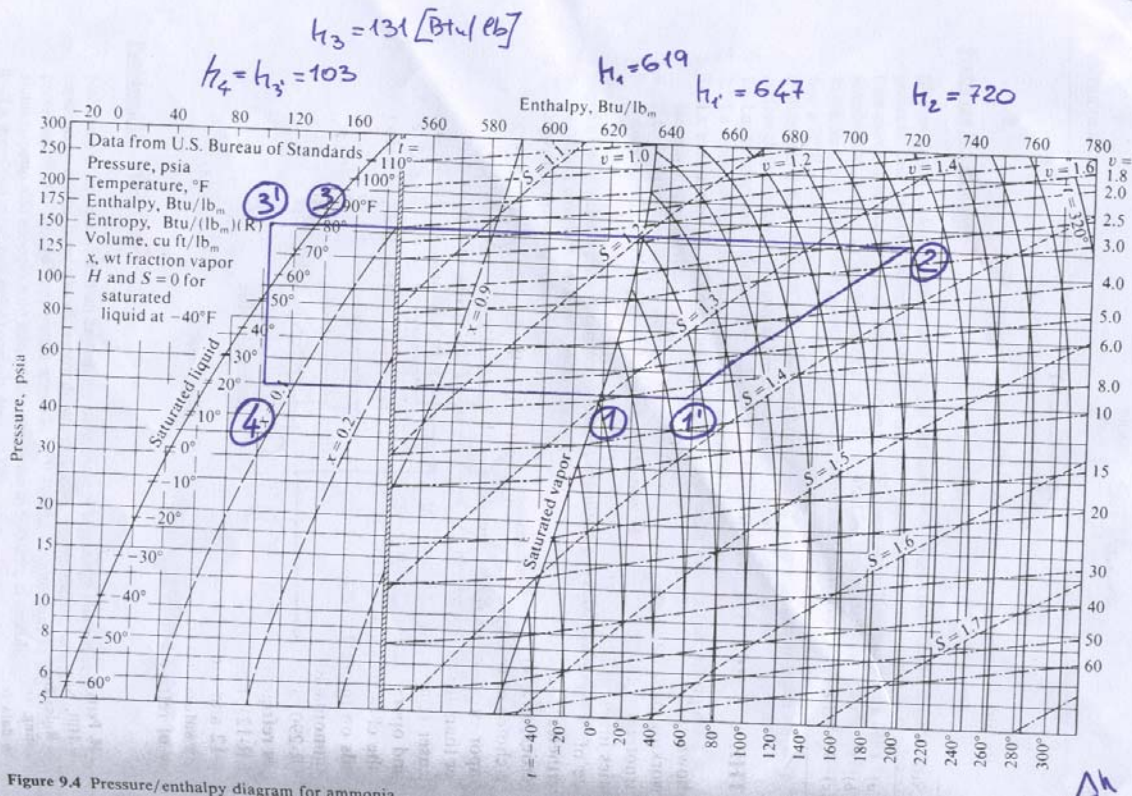
da cui si ricava  $h_3 = 103 \text{ Btu/lb}$ , questa entalpia corrisponde ad una temperatura di circa 54°F.

(Si noti che sul diagramma non sono tracciate le isoterme in fase liquida, ma essendo il liquido incomprimibile, queste sono verticali.)

### Quesito 4

Nel passaggio in valvola l'entalpia si conserva, pertanto il segmento  $\overline{3'4}$  rappresenta sul diagramma di stato il passaggio in valvola. Il titolo di vapore corrispondente al punto 4 è  $x \approx 0.06$ .

## Quesito 5



## Quesito 6

Nota la potenza termica della cella frigorifera (2000 Btu/s), la portata di ammoniaca si ricava dal bilancio di energia alla cella stessa

$$2000 = W \times (h_1 - h_4)$$

da cui si ricava

$$W = \frac{2000}{619 - 103} \approx 3.9 \text{ lb/s}$$

## Quesito 7

Nota la portata di ammoniaca, la potenza del compressore (nell'ipotesi che la compressione sia adiabatica e reversibile, trasformazione 1' → 2 sul diagramma di stato) è data da

$$P_c = W \times (h_2 - h_{1'}) \times 1.055 \approx 300 \text{ kW}$$

dove 1.055 è il fattore di conversione da Btu/s a kW.

## Quesito 8

Nell'ipotesi che l'azoto si comporti da gas ideale sia nelle condizioni iniziali (25°C, 200 atm) che in quelle finali (600°C,  $p_b$ ), la pressione è data dalla seguente

$$p_b = 200 \times \frac{873}{298} \approx 586 \text{ atm}$$

(che l'azoto si comporti praticamente da gas ideale lo si può verificare osservando il suo diagramma di stato.)

Poiché la pressione  $p_b$  è minore di 600 atm le bombole non dovrebbero esplodere.

## Quesito 9

Poiché il gas non varia volume (il volume delle bombole è costante), il calore assorbito dal gas in ciascuna bombola è pari alle variazioni di energia interna

$$Q = \Delta U = n \times C_v \times \Delta T = \frac{pV}{RT} \times (C_p - R) \times \Delta T = \frac{200 \times 40}{0.082 \times 298} \times 5.2 \times 575 = 980 \text{ kcal}$$