



سری سوال: یک

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۰ تشریحی: ۱۲۰

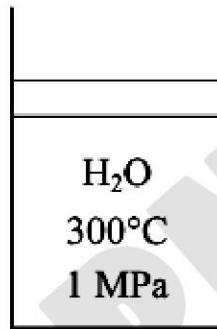
تعداد سوالات: تستی: ۰ تشریحی: ۵

عنوان درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

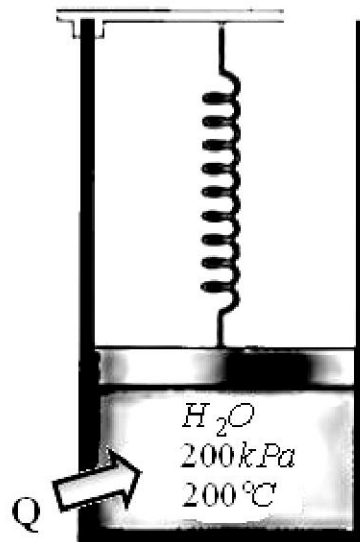
رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی راه آهن - جریه ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵

استفاده از ماشین حساب مهندسی، کتاب درسی مجاز است

- ۱- وسیله سیلندر-پیستونی حاوی 0.8kg بخار با دمای 300°C و فشار 1MPa است. بخار با فشار ثابت 2.80 نمره سرد می شود تا این که نصف جرم آن مایع می شود.
الف- فرآیند را روی نمودار $T - v$ نشان دهید. ب- دمای نهایی را بیابید. ج- تغییر حجم را بیابید.



- ۲- مطابق شکل وسیله سیلندر-پیستونی در ابتدا شامل بخار با دمای 200°C و فشار 200kPa و حجم 0.4m^3 می باشد. در این حالت پیستون با فنری درگیر می باشد که نیرویی به آن اعمال نمی کند. گرما به آهستگی به سیستم انتقال می یابد تا اینکه فشار و حجم سیستم به ترتیب به 250kPa و 0.6m^3 می رسد.
فرآیند را روی دیاگرام $P - v$ با در نظر گرفتن خطوط اشباع نشان دهید و
(الف) دما و فشار نهایی
(ب) کار انجام شده توسط بخار
(ج) مقدار کل گرمای انتقال یافته را محاسبه کنید.





سری سوال: ۱ یک

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۰ تشریحی: ۱۲۰

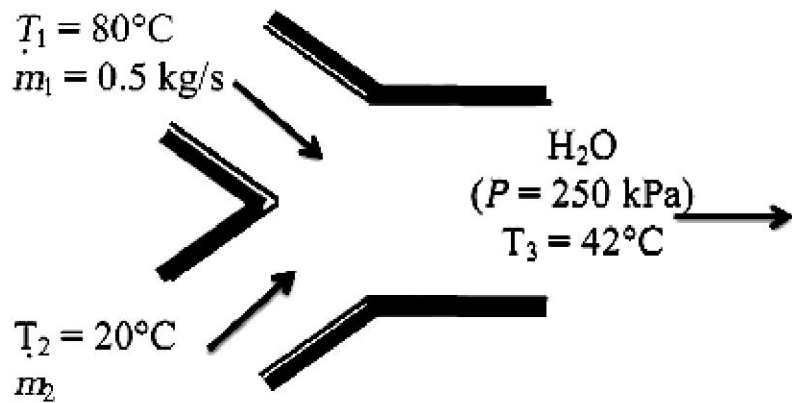
تعداد سوالات: تستی: ۰ تشریحی: ۵

عنوان درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی راه آهن - جریه ۱۳۱۵۰۱۹ - مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵

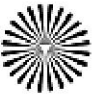
نمره ۲۰۸۰

۳- جریان آب گرم 80°C با آهنگ $0.5 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ وارد محفظه اختلاط می شود و با جریان آب سرد 20°C مخلوط می شود. اگر بخواهیم مخلوط با دمای 42°C از محفظه خارج شود، آهنگ جریان جرمی جریان آب سرد را بیابید. جریان ها در فشار 250kPa هستند.



نمره ۲۰۸۰

۴- منزلی توسط پمپ گرما در دمای ثابت 20°C قرار دارد. در یک روز زمستان وقتی هوای بیرون در دمای -5°C است، دفع گرما از خانه با آهنگ تقریبی $75000 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$ است. حداقل قدرت مورد نیاز پمپ (COP) را بیابید.



سری سوال: ۱ یک

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۰ تشریحی: ۱۲۰

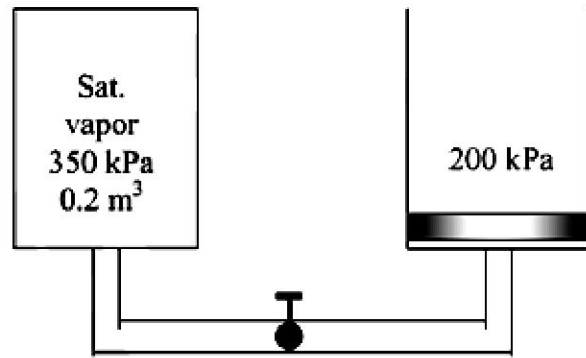
تعداد سوالات: تستی: ۰ تشریحی: ۵

عنوان درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی راه آهن - جریه ۱۳۱۵۰۱۹ - مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵

نمره ۲۰۸۰

۵- تانک عایقی حاوی $0.2m^3$ بخار آب اشباع در فشار $350kPa$ به وسیله سیلندر-پیستون عایقی که در ابتدا خلا است متصل است. جرم پیستون طوری است که برای بالا بردن آن فشار $200kPa$ مورد نیاز است. اکنون شیر کمی باز می شود و بخار آبی که وارد سیلندر می شود پیستون را بالا می برد. فرآیند ادامه می یابد تا اینکه فشار داخل تانک به $200kPa$ می رسد. با در نظر گرفتن فرآیند آدیاباتیک و برگشت پذیر برای بخار آب باقی مانده در تانک، مطلوبست دمای نهایی (الف) - در تانک (ب) - در سیلندر





تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

زمان آزمون (دقیقه): تستی: تشریحی: ۱۲۰

کُد سری سؤال: یک ۱

نام درس: ترمودینامیک

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی مکانیک گرایش جامدات، مهندسی هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک-ساخت و تولید، راه آهن جریه ۱۳۱۵۰۱۹ مهندسی پزشکی بیومتریال مهندسی خودرو-۱۳۱۵۱۳۵

بارم هر سوال ۲/۸۰ می باشد.

جواب سوال ۱

$$T = T_{\text{sat}@1 \text{ MPa}} = 179.88^\circ\text{C} \quad (\text{Table A-5})$$

(c) The quality at the final state is specified to be $x_2 = 0.5$. The specific volumes at the initial and the final states are

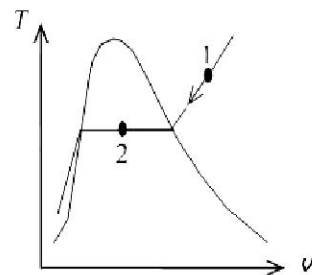
$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 1.0 \text{ MPa} \\ T_1 = 300^\circ\text{C} \end{array} \right\} \nu_1 = 0.25799 \text{ m}^3/\text{kg} \quad (\text{Table A-6})$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 1.0 \text{ MPa} \\ x_2 = 0.5 \end{array} \right\} \begin{aligned} \nu_2 &= \nu_f + x_2 \nu_{fg} \\ &= 0.001127 + 0.5 \times (0.19436 - 0.001127) \\ &= 0.09775 \text{ m}^3/\text{kg} \end{aligned}$$

Thus,

$$\Delta V = m(\nu_2 - \nu_1) = (0.8 \text{ kg})(0.09775 - 0.25799) \text{ m}^3/\text{kg} = -0.1282 \text{ m}^3$$

H ₂ O
300°C
1 MPa





تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

زمان آزمون (دقیقه): تستی: تشریحی: ۱۲۰

کُد سری سؤال: یک ۱

نام درس: ترمودینامیک

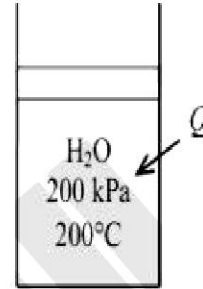
رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی مکانیک گرایش جامدات، مهندسی هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک-ساخت و تولید، راه آهن جریه ۱۳۱۵۰۱۹ مهندسی پزشکی بیومتریال مهندسی خودرو-۱۳۱۵۱۳۵

جواب ۲

$$\underbrace{E_{in} - E_{out}}_{\text{Net energy transfer by heat, work, and mass}} = \underbrace{\Delta E_{\text{system}}}_{\text{Change in internal, kinetic, potential, etc. energies}}$$

$$Q_{in} - W_{h,out} = \Delta U = m(u_2 - u_1) \quad (\text{since KE} = \text{PE} = 0)$$

$$Q_{in} = m(u_2 - u_1) + W_{h,out}$$



The properties of steam are (Tables A-4 through A-6)

$$P_1 = 200 \text{ kPa} \left. \vphantom{P_1} \right\} \nu_1 = 1.08049 \text{ m}^3/\text{kg}$$

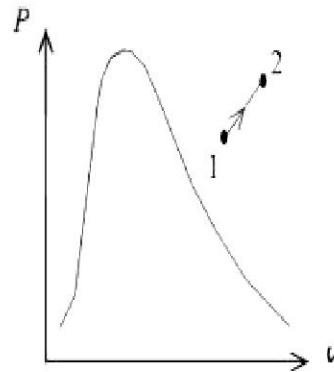
$$T_1 = 200^\circ\text{C} \left. \vphantom{T_1} \right\} u_1 = 2654.6 \text{ kJ/kg}$$

$$m = \frac{V_1}{\nu_1} = \frac{0.4 \text{ m}^3}{1.08049 \text{ m}^3/\text{kg}} = 0.3702 \text{ kg}$$

$$\nu_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{0.6 \text{ m}^3}{0.3702 \text{ kg}} = 1.6207 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$P_2 = 250 \text{ kPa} \left. \vphantom{P_2} \right\} T_2 = 606^\circ\text{C}$$

$$\nu_2 = 1.6207 \text{ m}^3/\text{kg} \left. \vphantom{\nu_2} \right\} u_2 = 3312.0 \text{ kJ/kg}$$



(b) The pressure of the gas changes linearly with volume, and thus the process curve on a P-V diagram will be a straight line. The boundary work during this process is simply the area under the process curve, which is a trapezoidal. Thus,

$$W_b = \text{Area} = \frac{P_1 + P_2}{2} (\nu_2 - \nu_1) = \frac{(200 + 250) \text{ kPa}}{2} (0.6 - 0.4) \text{ m}^3 \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3} \right) = 45 \text{ kJ}$$

(c) From the energy balance we have

$$Q_m = (0.3702 \text{ kg})(3312.0 - 2654.6) \text{ kJ/kg} + 45 \text{ kJ} = 288 \text{ kJ}$$



تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

زمان آزمون (دقیقه): تستی: تشریحی: ۱۲۰

کُد سری سؤال: یک ۱

نام درس: ترمودینامیک

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی مکانیک گرایش جامدات، مهندسی هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک-ساخت و تولید، راه آهن جریه ۱۳۱۵۰۱۹ مهندسی پزشکی بیومتریال مهندسی خودرو-۱۳۱۵۱۳۵

جواب ۳

$$h_1 \cong h_{f@80^\circ\text{C}} = 335.02 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 \cong h_{f@20^\circ\text{C}} = 83.915 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 \cong h_{f@42^\circ\text{C}} = 175.90 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_{\text{in}} - \dot{m}_{\text{out}} = \Delta \dot{m}_{\text{system}} \stackrel{\approx 0 \text{ (steady)}}{=} 0 \longrightarrow \dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$$

Energy balance:

$$\underbrace{\dot{E}_{\text{in}} - \dot{E}_{\text{out}}}_{\text{Rate of net energy transfer by heat, work, and mass}} = \underbrace{\Delta \dot{E}_{\text{system}} \stackrel{\approx 0 \text{ (steady)}}{=}}_{\text{Rate of change in internal, kinetic, potential, etc. energies}} = 0$$

$$\dot{E}_{\text{in}} = \dot{E}_{\text{out}}$$

$$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_3 h_3 \quad (\text{since } \dot{Q} = \dot{W} = \Delta \text{ke} \cong \Delta \text{pe} \cong 0)$$

Combining the two relations and solving for \dot{m}_2 gives

$$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = (\dot{m}_1 + \dot{m}_2) h_3$$

$$\dot{m}_2 = \frac{h_1 - h_3}{h_3 - h_2} \dot{m}_1$$

$$\dot{m}_2 = \frac{(335.02 - 175.90) \text{ kJ/kg}}{(175.90 - 83.915) \text{ kJ/kg}} (0.5 \text{ kg/s}) = 0.865 \text{ kg/s}$$

جواب ۴

$$\text{COP}_{\text{HP rev}} = \frac{1}{1 - T_L/T_H} \quad \text{COP}_{\text{HP}} = \frac{Q_H}{W_{\text{net,in}}} = 1 \quad \frac{1}{Q_L/Q_H}$$



تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۱۲۰

کُد سری سؤال: یک ۱

نام درس: ترمودینامیک

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی مکانیک گرایش جامدات، مهندسی هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک-ساخت و تولید، راه آهن جریه ۱۳۱۵۰۱۹ مهندسی پزشکی بیومتریال مهندسی خودرو-۱۳۱۵۱۳۵

جواب ۵

$$P_1 = 350 \text{ kPa} \left. \begin{array}{l} \nu_1 = \nu_{g@350 \text{ kPa}} = 0.52422 \text{ m}^3/\text{kg} \\ \text{sat.vapor} \left\{ \begin{array}{l} u_1 = u_{g@350 \text{ kPa}} = 2548.5 \text{ kJ/kg} \\ s_1 = s_{g@350 \text{ kPa}} = 6.9402 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$$T_{2,A} = T_{\text{sat}@200 \text{ kPa}} = 120.2^\circ\text{C}$$

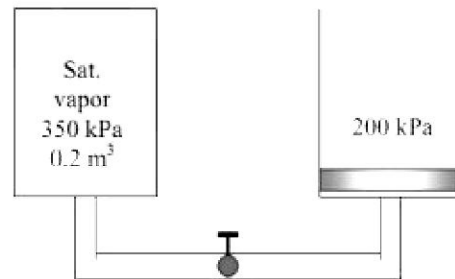
$$P_2 = 200 \text{ kPa} \left. \begin{array}{l} s_2 = s_1 \\ \text{(sat.mixture)} \left\{ \begin{array}{l} \nu_{2,A} = \nu_f + x_{2,A} \nu_{fg} = 0.001061 + (0.9666)(0.88578 - 0.001061) = 0.85626 \text{ m}^3/\text{kg} \\ u_{2,A} = u_f + x_{2,A} u_{fg} = 504.50 + (0.9666)(2024.6 \text{ kJ/kg}) = 2461.5 \text{ kJ/kg} \end{array} \right. \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} x_{2,A} = \frac{s_{2,A} - s_f}{s_{fg}} = \frac{6.9402 - 1.5302}{5.5968} = 0.9666 \end{array} \right.$$

The initial and the final masses are

$$m_{1,A} = \frac{\nu_A}{\nu_{1,A}} = \frac{0.2 \text{ m}^3}{0.52422 \text{ m}^3/\text{kg}} = 0.3815 \text{ kg}$$

$$m_{2,A} = \frac{\nu_A}{\nu_{2,A}} = \frac{0.2 \text{ m}^3}{0.85626 \text{ m}^3/\text{kg}} = 0.2336 \text{ kg}$$

$$m_{2,B} = m_{1,A} - m_{2,A} = 0.3815 - 0.2336 = 0.1479 \text{ kg}$$



(b) The boundary work done during this process is

$$W_{b,\text{out}} = \int_1^2 P dV = P_B (\nu_{2,B} - 0) = P_B m_{2,B} \nu_{2,B}$$

Taking the contents of both the tank and the cylinder to be the system, the energy balance for this closed system can be expressed as

$$\underbrace{E_{\text{in}} - E_{\text{out}}}_{\text{Net energy transfer by heat, work, and mass}} = \underbrace{\Delta E_{\text{system}}}_{\text{Change in internal, kinetic, potential, etc. energies}}$$

$$-W_{b,\text{out}} = \Delta U = (\Delta U)_A + (\Delta U)_B$$

$$W_{b,\text{out}} + (\Delta U)_A + (\Delta U)_B = 0$$

$$\text{or, } P_B m_{2,B} \nu_{2,B} + (m_2 u_2 - m_1 u_1)_A + (m_2 u_2)_B = 0$$

$$m_{2,B} h_{2,B} + (m_2 u_2 - m_1 u_1)_A = 0$$

Thus,

$$h_{2,B} = \frac{(m_1 u_1 - m_2 u_2)_A}{m_{2,B}} = \frac{(0.3815)(2548.5) - (0.2336)(2461.5)}{0.1479} = 2685.8 \text{ kJ/kg}$$

At 200 kPa, $h_f = 504.71$ and $h_g = 2706.3$ kJ/kg. Thus at the final state, the cylinder will contain a saturated liquid-vapor mixture since $h_f < h_2 < h_g$. Therefore,

$$T_{2,B} = T_{\text{sat}@200 \text{ kPa}} = 120.25^\circ\text{C}$$