98-99-1

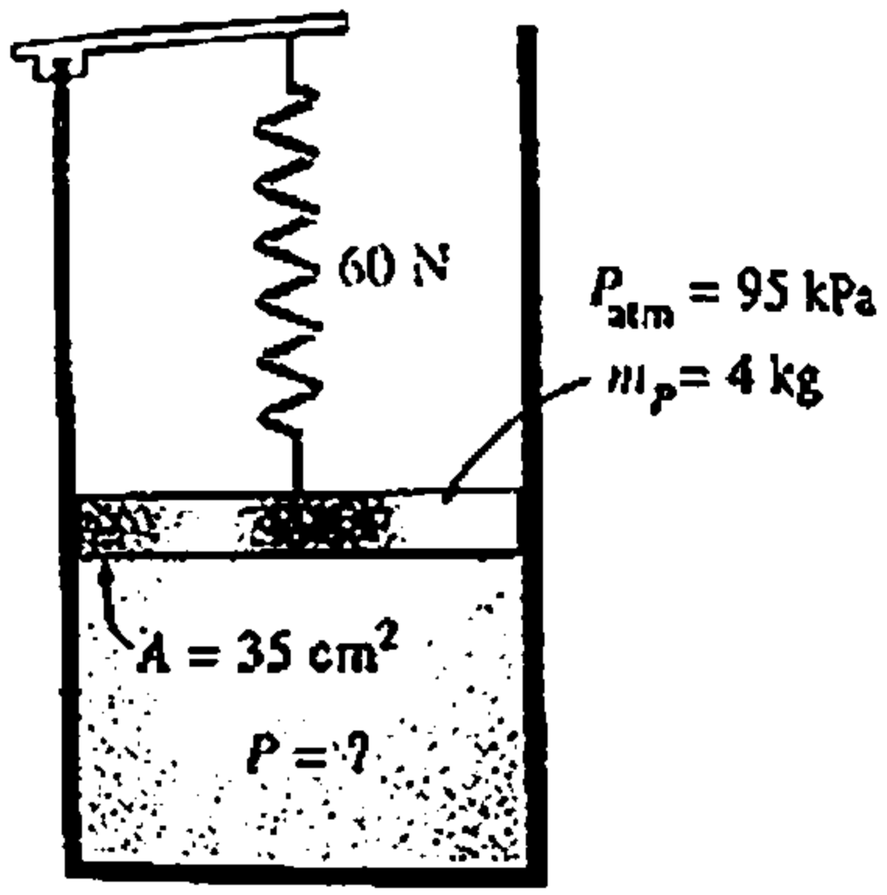
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- مقداری گاز در یک دستگاه سیلندر پیستون بدون اصطکاک عمودی قرار دارد. جرم پیستون $4\,kg$ و سطح مقطع آن $35\ Cm^2$ می باشد. یک فنر فشاری در بالای پیستون نیرویی برابر $60\,N$ بر پیستون اعمال می کند. اگر فشار اتمسفری $95\,kPa$ باشد، فشار درون سیلندر را تعیین کنید. ۲،۴۰ نمره



۲- بخار مافوق گرم آب را در شرایط $1\ MPa$ و 300 درجه سانتیگراد در حجم ثابت سرد می کنند تا دمایش به 150 درجه سانتیگراد برسد. در حالت نهایی تعیین کنید: الف) فشار ب) کیفیت ج) آنتالپی و همچنین فرآیند را در یک نمودار **T-V** باتوجه به خطوط اشباع نشان دهید. ۲،۴۰ نمره

۳- یک مخزن صلب حاوی $10\ kg$ هوا در $150\ kPa$ و 20 درجه سانتیگراد می باشد. هوای بیشتری به مخزن افزوده می شود تا اینکه دما و فشار به ترتیب به 30 درجه سانتیگراد و $250kPa$ می رسند. مقدار هوای افزوده شده را تعیین کنید. ۲،۴۰ نمره

تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک

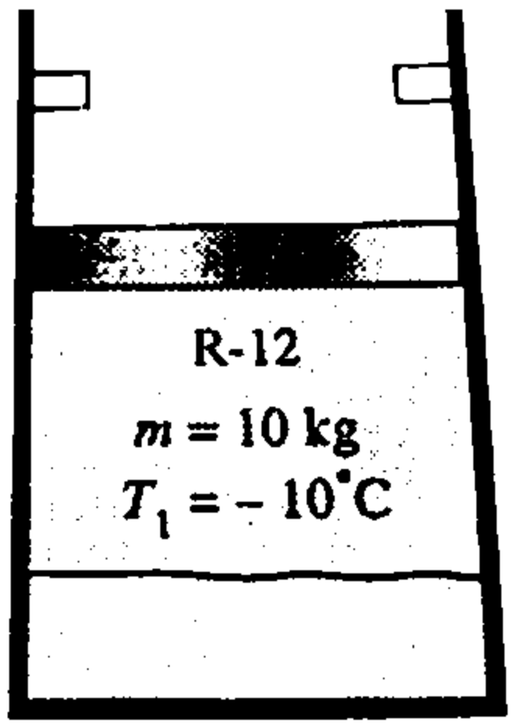
رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۴- یک دستگاه سیلندر – پیستون دارای یک مانع حاوی 10kg ماده مبرد 12 می باشد. ابتدا 8kg از این ماده در حالت مایع بوده و دمای آن 10- درجه سانتیگراد می باشد. حال به ماده مبرد به تدریج حرارت می دهیم تا پیستون به تکیه گاهها برخورد نماید، در این نقطه حجم سیلندر 400L می باشد. ۲،۴۰ نمره

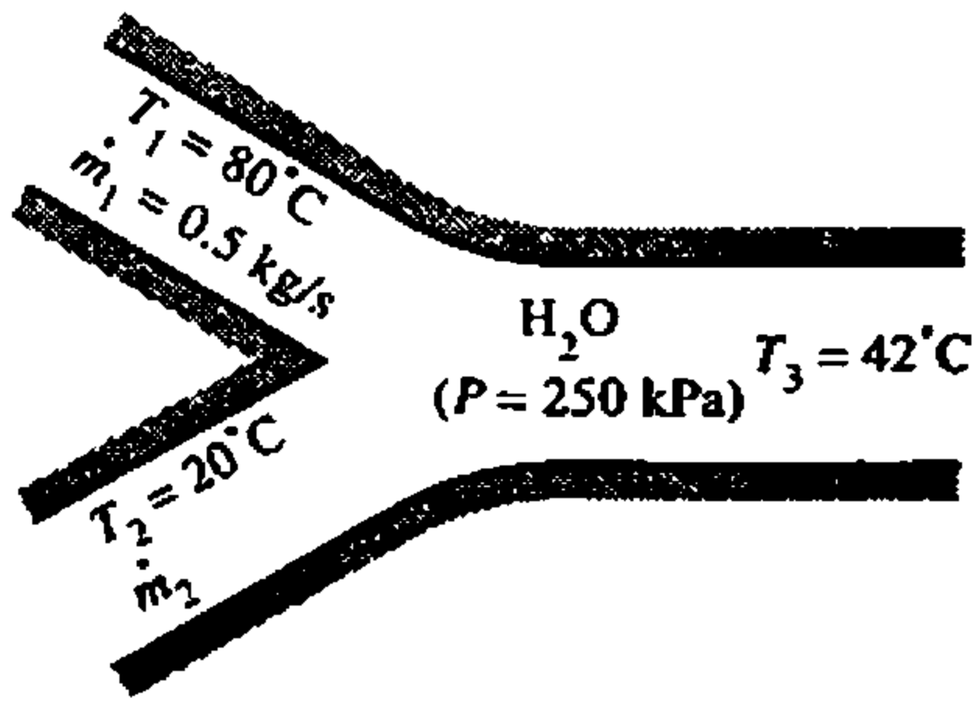
تعیین کنید:

الف) دما را وقتی که پیستون به تکیه گاهها برخورد می کند.

ب)کار انجام شده طی این فرآیند.



۵- یک جریان آب داغ در 80 درجه سانتیگراد با شدت جریان جرمی 0/5 kg/s واارد یک محفظه اختلاط می گردد، که در آن با یک جریان آب سرد در 20 درجه سانتیگراد مخلوط می شود. اگر مخلوط، محفظه را در 42 درجه سانتیگراد ترک کند، شدت جریان جرمی آب سرد را تعیین کنید. فرض کنید تمام جریانها در فشار 250 kPa می باشند. ۲،۴۰ نمره



تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- جواب: ۱۲۳/۴ kPa (فصل ۱، صفحه ۴۶) **۲،۴۰ نمره**

۲- جواب: الف) ۸/۴۷۵ kPa ب) ۶۵۶/۰ ج) ۵/۲۰۳۰ KJ/Kg (فصل ۲، صفحه ۱۱۳) **۲،۴۰ نمره**

۳- جواب: ۱۲/۶kg (فصل۲، صفحه ۱۱۵) **۲،۴۰ نمره**

۴- جواب: الف) ۱۰ درجه سانتیگراد ب) ۶/۵۲ kJ (فصل ۳، صفحه ۲۱۷) **۲،۴۰ نمره**

۵- (فصل ۴، صفحه ۳۱۳) جواب: ۰/۸۶۴۰ kg/s **۲،۴۰ نمره**

97-98-2

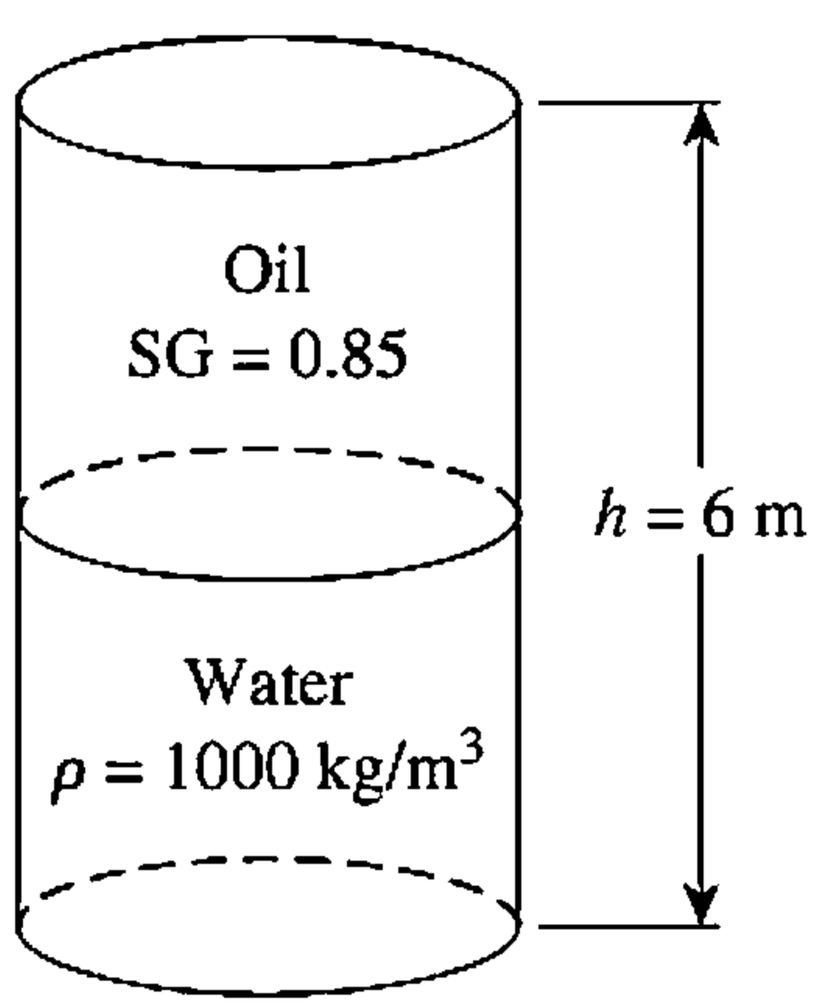
تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- نیمه پایینی مخزن استوانه ای نشان داده شده از آب با چگالی $\rho = 1000 kg/m^3$ و نیمه بالایی آن با روغن با چگالی ویژه $SG = 0.85$ پر شده است. اختلاف فشار بالا و پایین مخزن را بیابید. ۲،۴۰ نمره



۲- مخزن صلب بسته ای حاوی $5kg$ بخار آب اشباع در دمای $140^0 C$ می باشد. انتقال حرارت به مخزن انجام شده و فشار مخزن به 120% مقدار فشار اولیه می رسد. از تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل صرفنظر کنید. ۲،۴۰ نمره

مطلوبست تعیین:

الف- فشار ابتدایی و نهایی مخزن

ب- حجم ویژه اولیه و نهایی مخزن

ج- تغییرات انرژی داخلی مخزن

د- مقدار انتقال گرمای صورت گرفته

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک

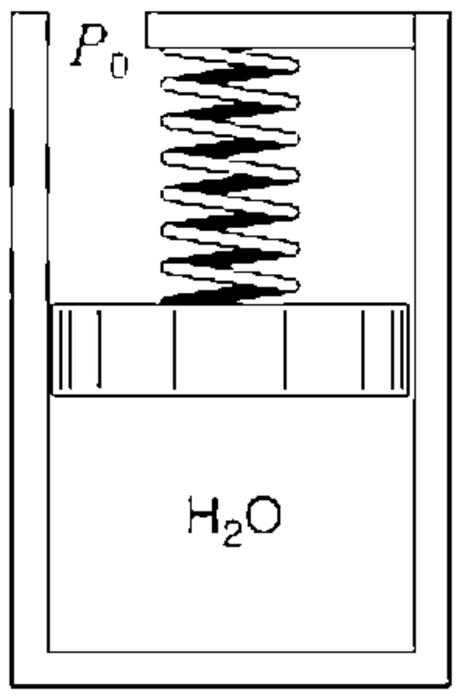
رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۳- مجموعه سیلندر- پیستون نشان داده شده حاوی $2kg$ آب در دمای 20^0C و فشار $300kPa$ می باشد. فنر خطی روی پیستون قرار دارد و وقتی حرارت به سیستم انتقال پیدا می کند آب گرم شده و فشار آن به $3MPa$ و حجم سیستم به $0.1m^3$ می رسد. مطلوبست تعیین: ۲،۴۰ نمره

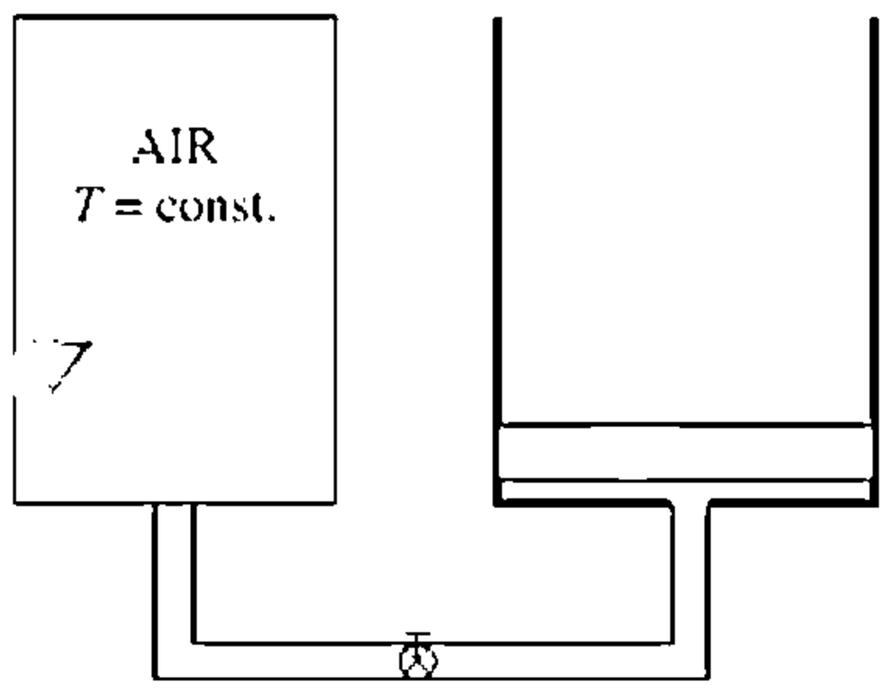
الف- دمای نهایی سیستم

ب- رسم فرآیند روی نمودار $P-v$

ج- کار انجام شده در طی این فرآیند



۴- تانک صلبی حاوی $0.4m^3$ هوا (گاز ایده آل)، در شرایط $P=400kPa$ و $T=30^0C$ توسط شیر به یک وسیله سیلندر-پیستونی با لقی صفر متصل است. $200kPa$ فشار برای بالا بردن پیستون لازم است. شیر به طور جزئی باز می شود و هوا وارد سیلندر می شود و فشار در تانک به $200kPa$ می رسد. در این فرآیند، گرما با اطراف مبادله می شود و هوا همیشه در $T=30^0C$ است. مقدار انتقال گرما را بیابید. ۲،۴۰ نمره



تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

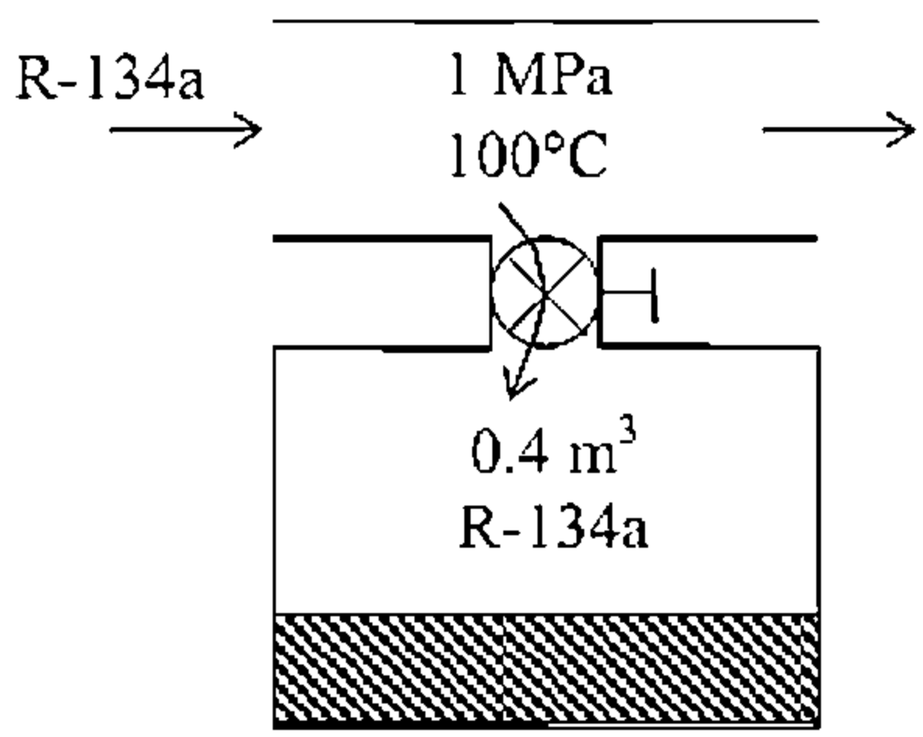
۵- تانک صلبی به حجم $0.4m^3$ حاوی مبرد $134a$ با دمای $T=14^0C$ و با کیفیت 70 درصد است. تانک توسط یک شیر به خط تغذیه ای متصل است که در آن مبرد در شرایط $1MPa$ و 100^0C جریان دارد. شیر باز شده و مبرد وارد تانک می شود. وقتی تانک حاوی بخار اشباع در $700kPa$ است، شیر بسته می شود. ۲،۴۰ نمره

مطلوبست:

الف- دمای نهایی تانک

ب- جرم مبردی که وارد تانک شده است.

ج- مقدار انتقال گرما



97-98-1

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- جدول زیر را برای مبرد $134a$ تکمیل کنید. ۲،۴۰ نمره

توصیف فاز	X (کیفیت)	$u(^{kj}/_{kg})$	$P(kPa)$	T^0C
		120		30
مایع اشباع				-8
		300	400	
			600	8
	0.6		800	

۲- وسیله سیلندر- پیستونی حاوی $0.8kg$ بخار آب با دمای 300^0C و فشار $1MPa$ است. بخار با فشار ثابت سرد می شود تا اینکه نصف جرم آن مایع می شود. فرآیند را روی نمودار $T-v$ نشان دهید. همچنین دمای نهایی و تغییر حجم را بیابید. ۲،۴۰ نمره

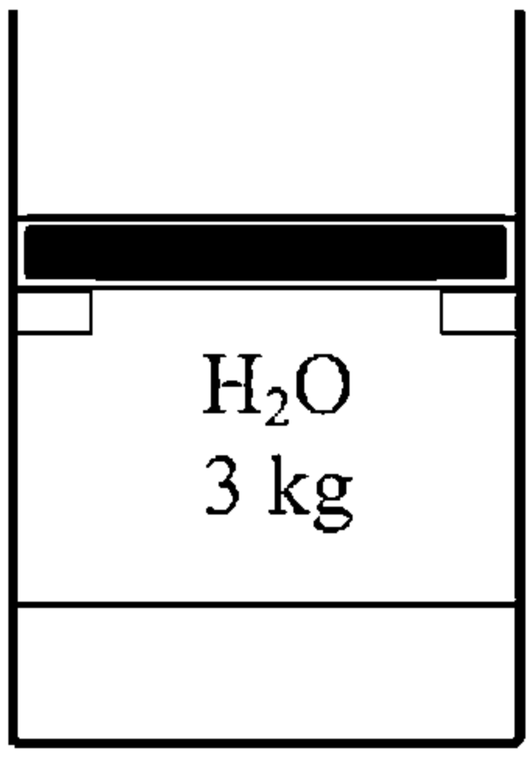
۳- وسیله سیلندر-پیستونی حاوی $3\ kg$ مخلوط اشباع بخار-آب با فشار $160\ kPa$ است.$1\ kg$ آب در فاز مایع و بقیه در فاز بخار است. اکنون به آب گرما می دهیم و در لحظه ای که فشار داخل به $500kPa$ می رسد پیستون شروع به حرکت می کند. انتقال گرما ادامه می یابد تا حجم کل به اندازه 20% افزایش یابد. ۲،۴۰ نمره

مطلوبست:

(الف) دماهای اولیه و نهایی

(ب) جرم آب مایع وقتی پیستون شروع به بالا رفتن می کند

(ج) کار انجام شده در این فرآیند. فرآیند را روی نمودار $P-v$ نشان دهید.

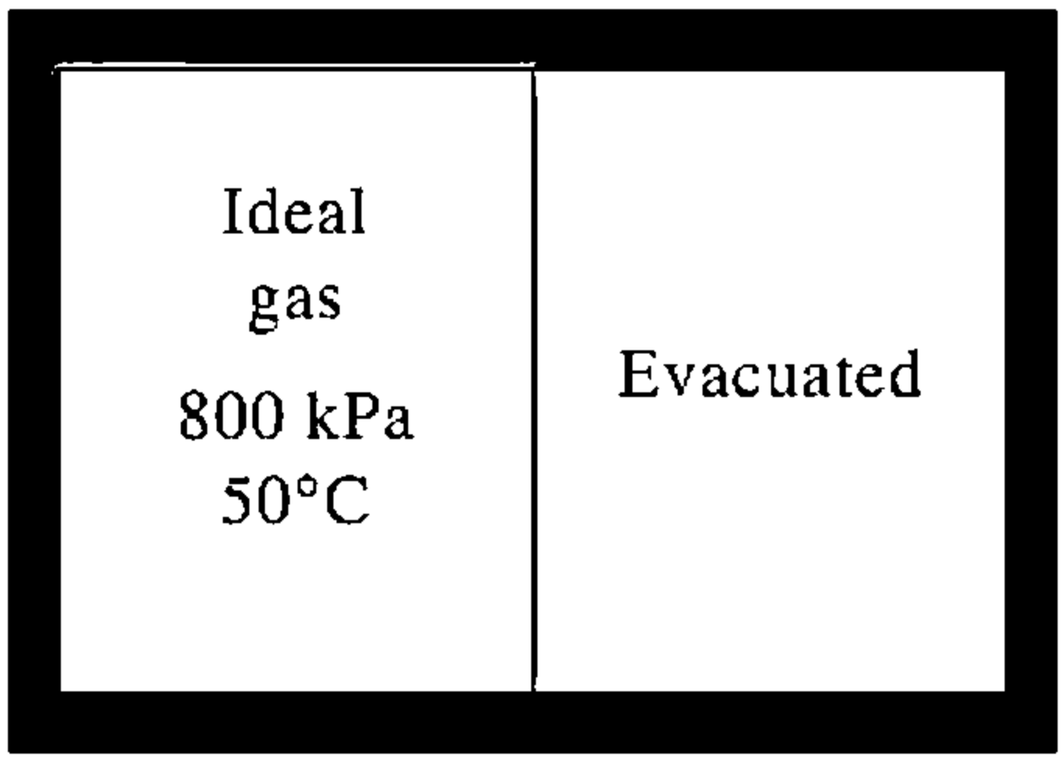


تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

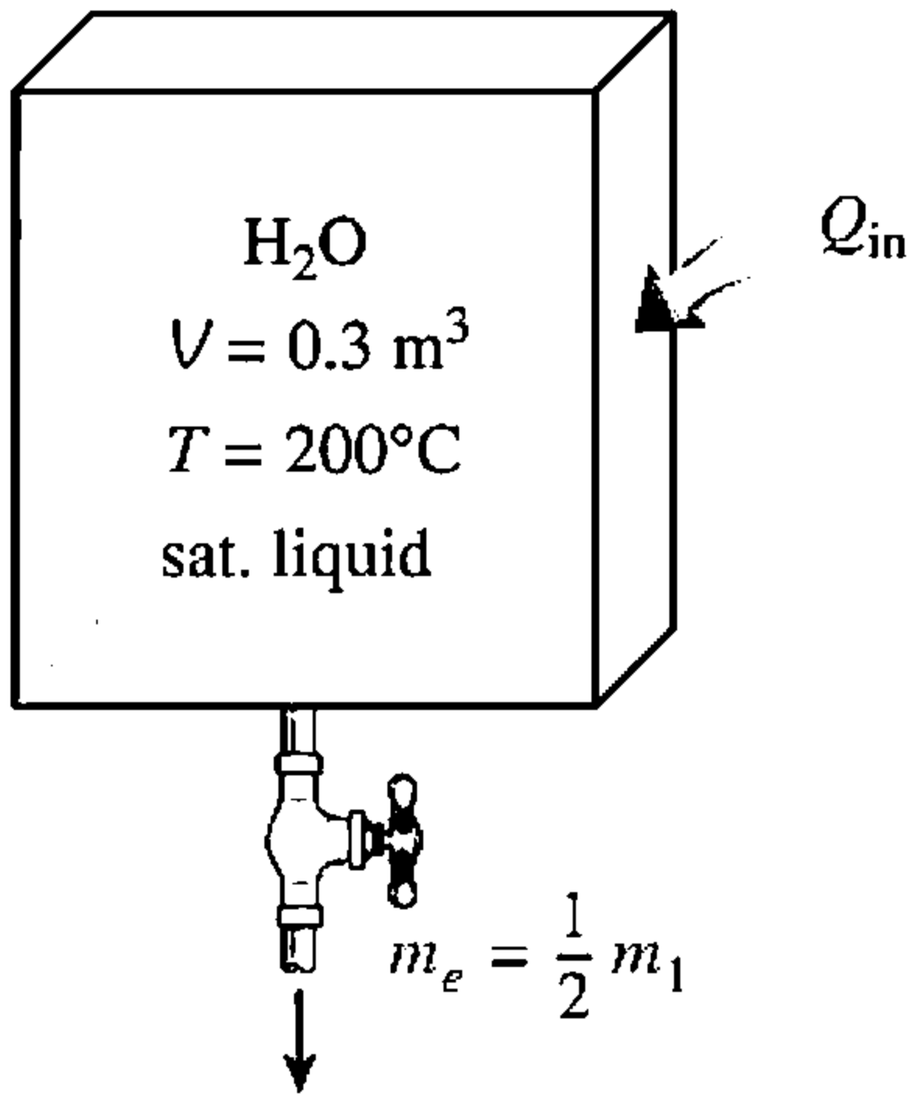
عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۴- مطابق شکل تانک صلب و عایقی به دو بخش با حجم یکسان توسط پارتیشن جدا شده است. بخش اول حاوی $4kg$ گاز ایده آل (هوا) در فشار $800\ kPa$ و دمای $50^{0}\ C$ و بخش دوم آن خالی می باشد. حال پارتیشن برداشته می شود و گاز تمام حجم تانک را اشغال می کند. دما و فشار نهایی داخل تانک را بیابید. ۲،۴۰ نمره



۵- تانک صلبی به حجم $0.3\ m^3$ از آب در حالت مایع اشباع در دمای $200^{0}\ C$ پر شده است. شیری در انتهای تانک باز شده و آب از تانک به بیرون می ریزد. همچنین گرما به آب انتقال می یابد تا دمای تانک ثابت باقی بماند. مقدار گرمای انتقال داده شده را در مدت زمانی که نصف جرم تانک تخلیه می شود بیابید. ۲،۴۰ نمره



تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- ص1 — ۲،۴۰ نمره

۲- ص45 — ۲،۴۰ نمره

۳- — ۲،۴۰ نمره

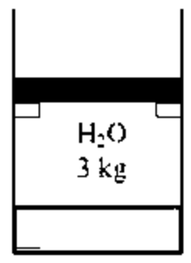
Assumptions The process is quasi-equilibrium.

Analysis (*a*) Initially the system is a saturated mixture at 160 kPa pressure, and thus the initial temperature is

$$T_1 = T_{\text{sat@ 160 kPa}} = 113.3^\circ\text{C}$$

The total initial volume is

$$V_1 = m_f v_f + m_g v_g = 1 \times 0.001054 + 2 \times 1.0915 = 2.184\ \text{m}^3$$



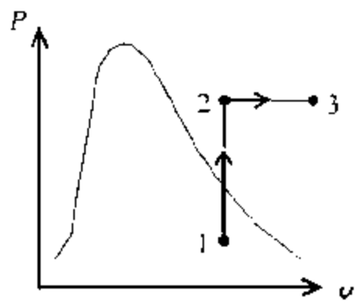
Then the total and specific volumes at the final state are

$$V_3 = 1.2V_1 = 1.2 \times 2.184 = 2.621\ \text{m}^3$$

$$v_3 = \frac{V_3}{m} = \frac{2.621\ \text{m}^3}{3\ \text{kg}} = 0.8736\ \text{m}^3/\text{kg}$$

Thus,

$$\left.\begin{aligned} P_3 &= 500\ \text{kPa} \\ v_3 &= 0.8736\ \text{m}^3/\text{kg} \end{aligned}\right\} T_3 = 675^\circ\text{C}$$



(*b*) When the piston first starts moving, $P_2 = 500$ kPa and $V_2 = V_1 = 2.184\ \text{m}^3$. The specific volume at this state is

$$v_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{2.184\ \text{m}^3}{3\ \text{kg}} = 0.7280\ \text{m}^3/\text{kg}$$

which is greater than $v_g = 0.3748\ \text{m}^3/\text{kg}$ at 500 kPa. Thus **no liquid** is left in the cylinder when the piston starts moving.

(*c*) No work is done during process 1-2 since $V_1 = V_2$. The pressure remains constant during process 2-3 and the work done during this process is

$$W_b = \int_2^3 P\,dV = P_2(V_3 - V_2) = (500\ \text{kPa})(2.621 - 2.184)\text{m}^3\left(\frac{1\ \text{kJ}}{1\ \text{kPa}\cdot\text{m}^3}\right) = 218\ \text{kJ}$$

۴- ص267 — ۲،۴۰ نمره

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۵- **۲،۴۰ نمره**

Properties [illegible]

[illegible]

Analysis We take the tank as the system, which is a control volume since mass crosses the boundary. Noting that the [illegible] energies of flowing and nonflowing fluids are represented by enthalpy h and the [illegible] of energy are expressed solely in terms of energies by neglecting the changes in [illegible], the mass and energy balances for the process can be expressed as

Mass balance [illegible]

Energy balance

[illegible]

[illegible]

$$Q = m_2 h_2 = m_2 u_2 = (\text{[illegible]})(\text{[illegible]}) = \text{[illegible]}$$

The initial and the final masses in the tank are

$$m_1 = \frac{V}{v_1} = \frac{0.3\ \text{m}^3}{[\text{illegible}]\ \text{m}^3/\text{kg}} = 259.2\ \text{kg}$$

$$m_2 = \frac{V}{v_2} = \frac{0.3\ \text{m}^3}{0.157\ \text{m}^3/\text{kg}} = 129.7\ \text{kg}$$

Then from the mass balance

$$m_e = m_1 - m_2 = 259.2 - 129.7 = 129.5\ \text{kg}$$

Now we determine the [illegible] energy

$$v_1 = \frac{V}{m_1} = \frac{[\text{illegible}]\ \text{m}^3}{129.7\ \text{kg}} = [\text{illegible}]\ \text{m}^3/\text{kg}$$

$$x_2 = \frac{v - v_f}{v_g - v_f} = \frac{[\text{illegible}] - [\text{illegible}]}{[\text{illegible}] - [\text{illegible}]} = [\text{illegible}]$$

$T_2 = 204\ ^\circ\text{C}$

$u_2 = [\text{illegible}]$ $u_e = h_e = h_{@\ 204^\circ\text{C}} = [\text{illegible}]$

[illegible]

$$U_2 = m_2 u_2 = (129.7\ \text{kg})(1852.2\ \text{kJ/kg}) = (129.7\ \text{kg})(896.4\ \text{kJ/kg}) + (129.5\ \text{kg})(956.4\ \text{kJ/kg})$$

2308 kJ

96-97-1

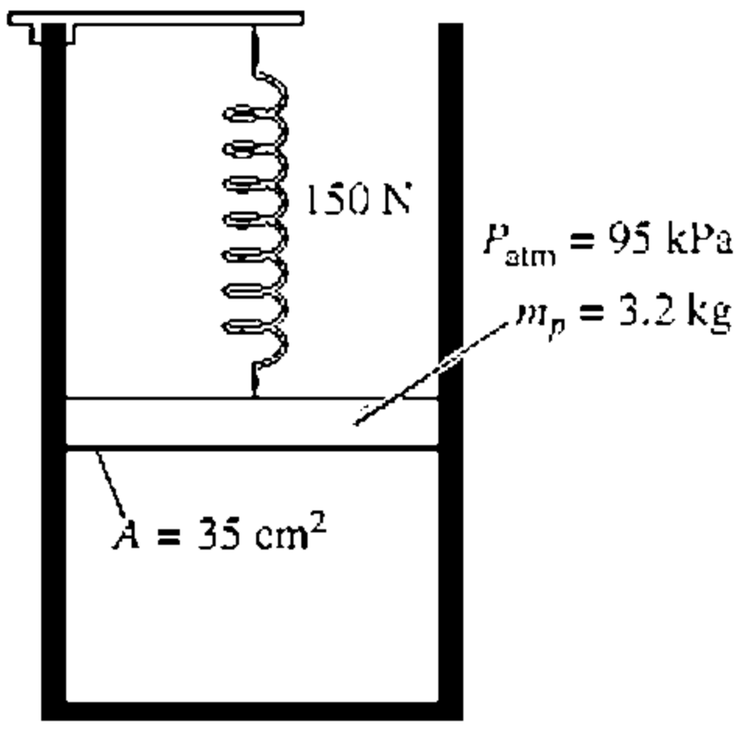
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- گازی در وسیله سیلندر-پیستونی بی اصطکاک قرار دارد. پیستون به جرم $3.2kg$ و با مساحت مقطع عرضی $35cm^2$ است. فنر فشرده ای در بالای پیستون نیروی $150N$ را بر پیستون وارد می کند. اگر فشار اتمسفر $95kPa$ باشد،فشار داخل سیلندر را بیابید. ۲،۴۰ نمره



۲- جدول زیر را برای مبرد $134a$ تکمیل کنید. ۲،۴۰ نمره

$T(^0C)$	$P(kPa)$	$v(\frac{m^3}{kg})$	توصیف فاز
10		0.0065	
-4	320		
	850		بخار اشباع
90	600		

تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک

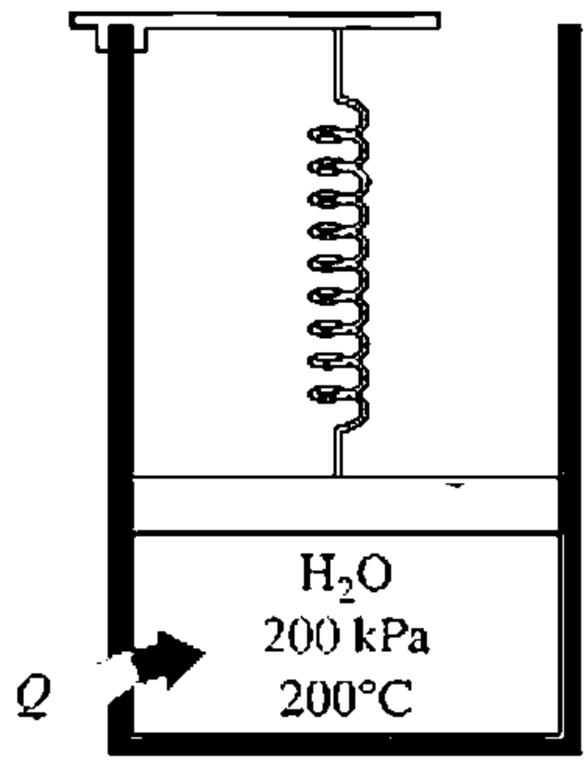
رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

۳- وسیله سیلندر-پیستونی حاوی بخار آب در شرایط $200kPa$ و 200^0C و $0.4m^3$ است. در این حالت، یک فنر خطی ($F \propto x$) با پیستون تماس می گیرد اما نیرویی بر آن وارد نمی کند. بخار آب را به آهستگی گرم می کنیم تا فشار و حجم به ترتیب به مقدار $250kPa$ و $0.6m^3$ می رسد. فرآیند را روی نمودار $P-v$ ، با در نظر گرفتن خطوط اشباع نشان دهید. همچنین مطلوبست: ۲،۴۰ نمره

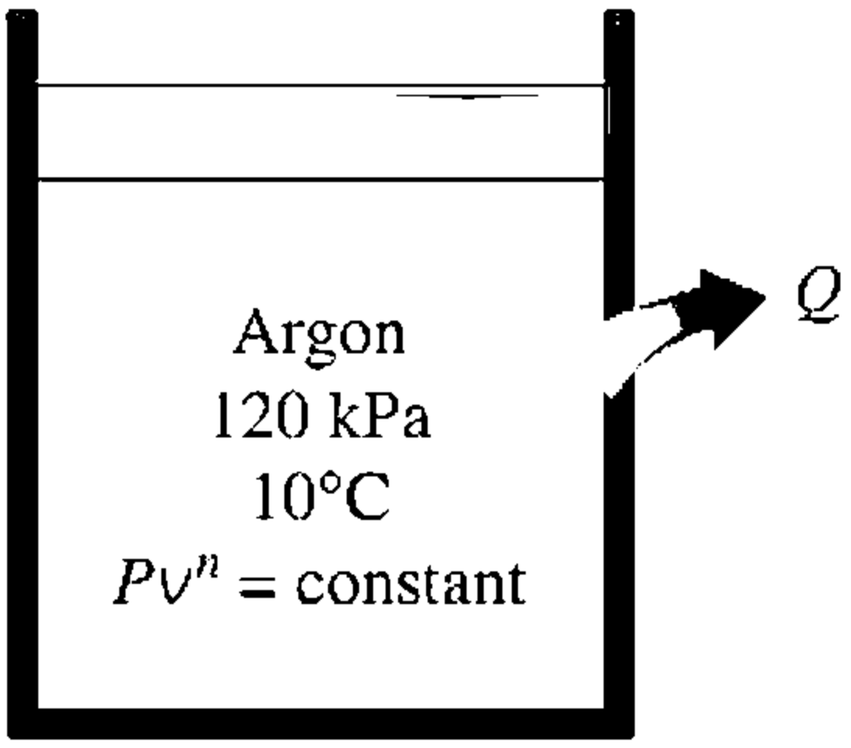
الف- فشار نهایی

ب- کار انجام شده توسط بخار آب

ج- کل گرمای منتقل شده



۴- در یک وسیله ی سیلندر-پیستون، آرگون در یک فرآیند پلی تروپیک با معادله ی $PV^{1.2} = A$ (A یک عدد ثابت می باشد) از وضعیت $120kPa$ و 10^0C متراکم می شود و به فشار $800kPa$ می رسد. میزان کار انجام شده و انتقال حرارت این فرآیند را محاسبه نمایید. ۲،۴۰ نمره



تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

۵- تانک صلب و عایقی در ابتدا خالی بوده و توسط یک شیر به خط تغذیه ای که حامل هلیم در فشار $200kPa$ و دمای $120^{0}C$ می باشد، متصل است. حال شیر باز می شود و هلیم وارد تانک می شود تا فشار داخل مخزن به $200kPa$ برسد و در این حال شیر بسته می شود. دمای نهایی هلیم داخل تانک را بیابید. ۲،۴۰ نمره

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- $P_A = P_{atm} + \frac{W}{A} + \frac{F_{spring}}{A}$ نمره ۲،۴۰

Thus,

$$P = P_{atm} + \frac{mg - F_{spring}}{A}$$

$$= (95\ \text{kPa}) + \frac{(13.2\ \text{kg})(9.81\ \text{m/s}^2) - 150\ \text{N}}{35 \times 10^{-4}\ \text{m}^2}\left(\frac{1\ \text{kPa}}{1000\ \text{N/m}^2}\right)$$

$$= \mathbf{147\ kPa}$$

۲- نمره ۲،۴۰

T, °C	P, kPa	v, m³/kg	Phase description
-2	320	*0.000764*	*Compressed liquid*
30	*414.89*	0.0065	*Saturated mixture*
33.45	350	*0.02409*	Saturated vapor
60	600	*0.04632*	*Superheated vapor*

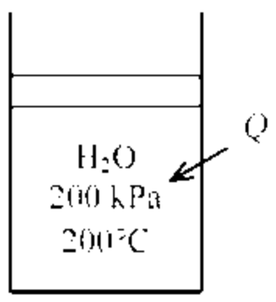
۳- نمره ۲،۴۰

(a)

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

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

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



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

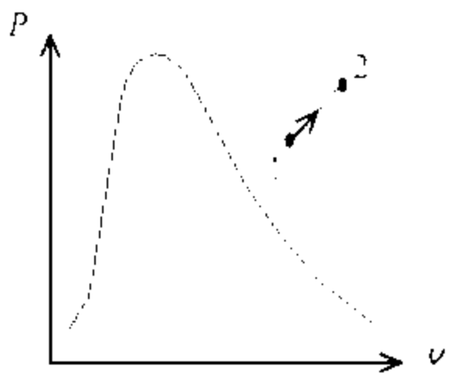
$$P_1 = 200\ \text{kPa} \quad v_1 = 1.08049\ \text{m}^3/\text{kg}$$
$$T_1 = 200°\text{C} \quad u_1 = 2654.6\ \text{kJ/kg}$$

$$m = \frac{V_1}{v_1} = \frac{0.4\ \text{m}^3}{1.08049\ \text{m}^3/\text{kg}} = 0.3702\ \text{kg}$$

$$v_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{0.6\ \text{m}^3}{0.3702\ \text{kg}} = 1.6207\ \text{m}^3/\text{kg}$$

$$P_2 = 250\ \text{kPa} \qquad T_2 = \mathbf{606°C}$$

$$v_2 = 1.6207\ \text{m}^3/\text{kg}, \quad u_2 = 3312.0\ \text{kJ/kg}$$



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

$$W_b = \text{Area} = \frac{P_1 + P_2}{2}(V_2 - V_1) = \frac{(200 + 250)\text{kPa}}{2}(0.6 - 0.4\text{m}^3)\left(\frac{1\ \text{kJ}}{1\ \text{kPa}\cdot\text{m}^3}\right) = \mathbf{45\ kJ}$$

(c) From the energy balance we have

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

تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

۴- نمره ۲،۴۰

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

$$Q_{in} - W_{b,out} = \Delta U = mc_v(T_2 - T_1)$$

Using the boundary work relation for the polytropic process of an ideal gas gives

$$w_{b,out} = \frac{RT_1}{1-n}\left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{(n-1)/n} - 1\right] = \frac{(0.2081\,\text{kJ kg}\cdot\text{K})(283\,\text{K})}{1-1.2}\left[\left(\frac{800}{120}\right)^{0.2/1.2} - 1\right] = -109.5\,\text{kJ/kg}$$

Thus,

$$w_{b,in} = \mathbf{109.5kJ/kg}$$

The temperature at the final state is

$$T_2 = T_1\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{(n-1)/n} = (283\,\text{K})\left(\frac{800\,\text{kPa}}{120\,\text{kPa}}\right)^{0.2/1.2} = 388.2\,\text{K}$$

From the energy balance equation,

$$q_{in} = w_{b,out} + c_v(T_2 - T_1) = -109.5\,\text{kJ/kg} + (0.3122\,\text{kJ/kg}\cdot\text{K})(388.2 - 283)\text{K} = -76.6\,\text{kJ/kg}$$

Thus,

$$q_{out} = \mathbf{76.6kJ/kg}$$

۵- نمره ۲،۴۰

$$u_{tank} = h_{line}$$

$$h_{line} = c_p T_{line} = (5.1926\,\text{kJ kg.K})(120 + 273\,\text{K}) = 2040.7\,\text{kJ kg}$$

$$u_{tank} = c_v T_{tank} \longrightarrow 2040.7\,\text{kJ kg} = (3.1156\,\text{kJ kg.K})T_{tank} \longrightarrow T_{tank} = \mathbf{655.0K}$$

95-96-2

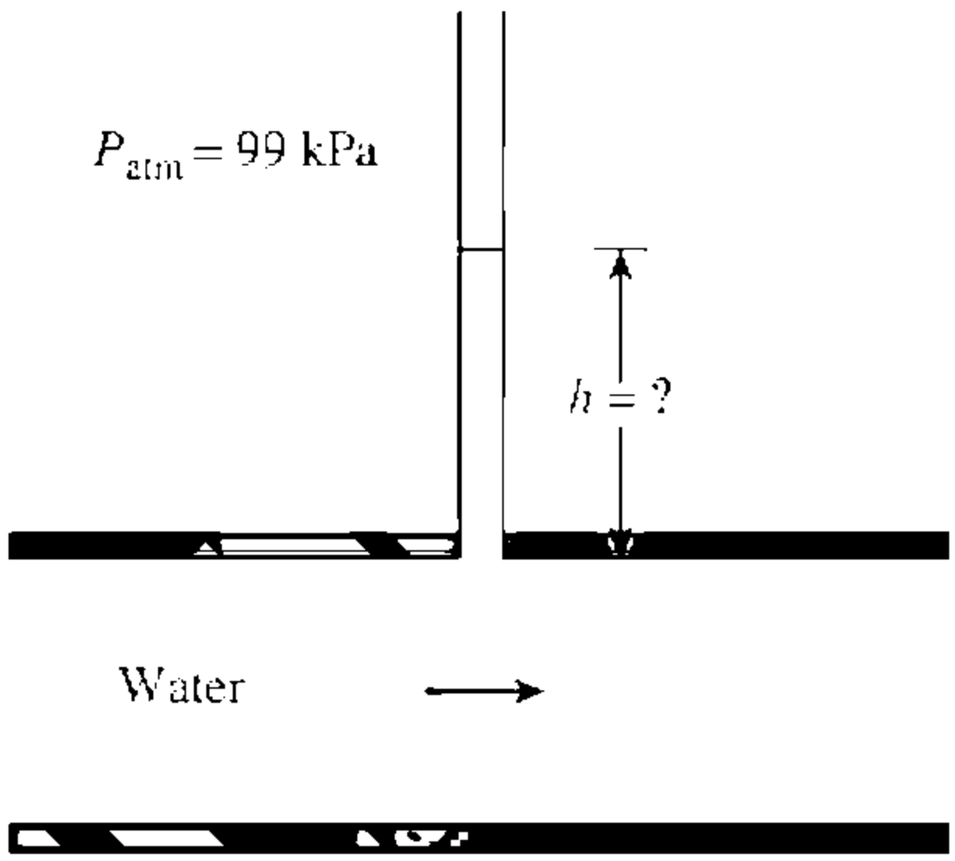
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- مطابق شکل یک لوله شیشه ای به لوله جریان آب متصل شده است. فشار آب در انتهای لوله شیشه ای برابر با $110kpa$ و فشار محلی (اتمسفر) برابر با $99kpa$ می باشد. ارتفاع بالا آمدن آب یعنی h را محاسبه کنید. چگالی سیال آب برابر با $\rho = 1000kg/m^3$ می باشد. ۲،۸۰ نمره



۲- جدول زیر را برای سیال آب کامل کنید. ۲،۸۰ نمره

توصیف فاز	$v(m^3/kg)$	$P(kPa)$	T^0C
	۷،۷۲		۵۰
بخار اشباع		۴۰۰	
		۵۰۰	۲۵۰
		۳۵۰	۱۱۰

تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

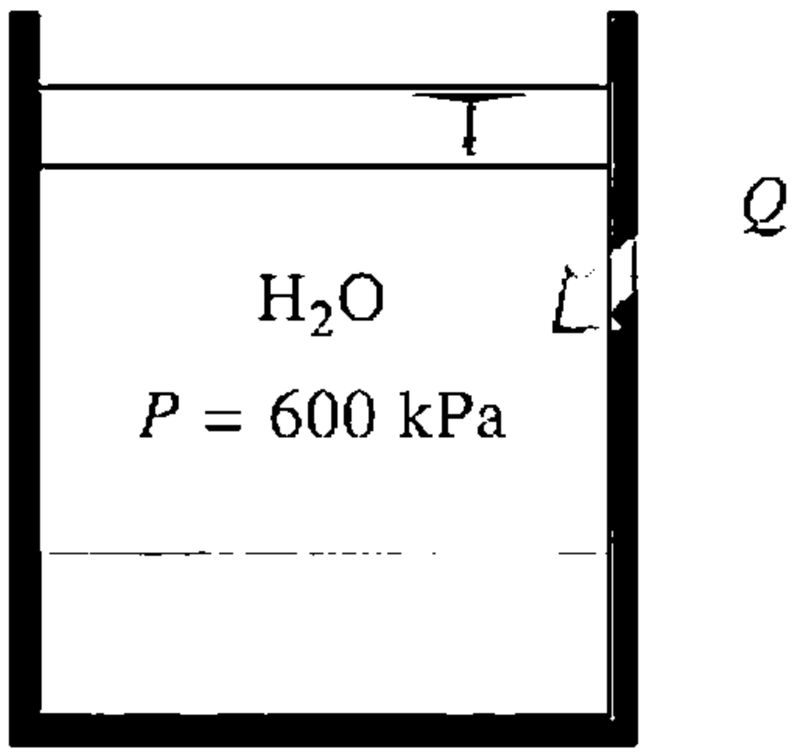
۳- سیلندر - پیستون نشان داده شده حاوی $0.005m^3$ آب مایع و $0.9m^3$ بخار آب در شرایط تعادلی $600kPa$ می باشد. گرما در فشار ثابت به مجموعه انتقال پیدا می کند تا دمای داخل سیلندر به 200^0C برسد. ۲،۸۰ نمره

الف- دمای اولیه آب را بیابید.

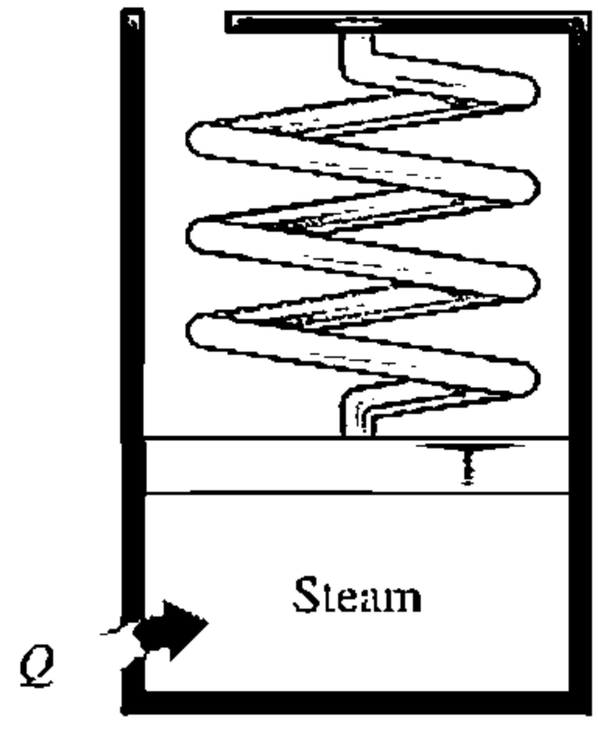
ب- جرم کل آب را بیابید.

ج- حجم نهایی را بدست آورید.

د- فرآیند را روی یک نمودار $P-v$ با در نظر گرفتن خطوط اشباع نشان دهید.



۴- مخلوطی از بخار-مایع آب در فشار $75kPa$ و کیفیت $\%8$ در یک وسیله سیلندر - پیستون که با فنر درگیر شده است، قرار دارد. حجم اولیه سیلندر برابر با $2m^3$ می باشد. مخلوط گرم می شود تا اینکه حجم سیلندر به $5m^3$ و فشار آن $225kPa$ می رسد. مقدار گرمای انتقال یافته و کار انجام شده در این فرآیند را محاسبه کنید. ۲،۸۰ نمره



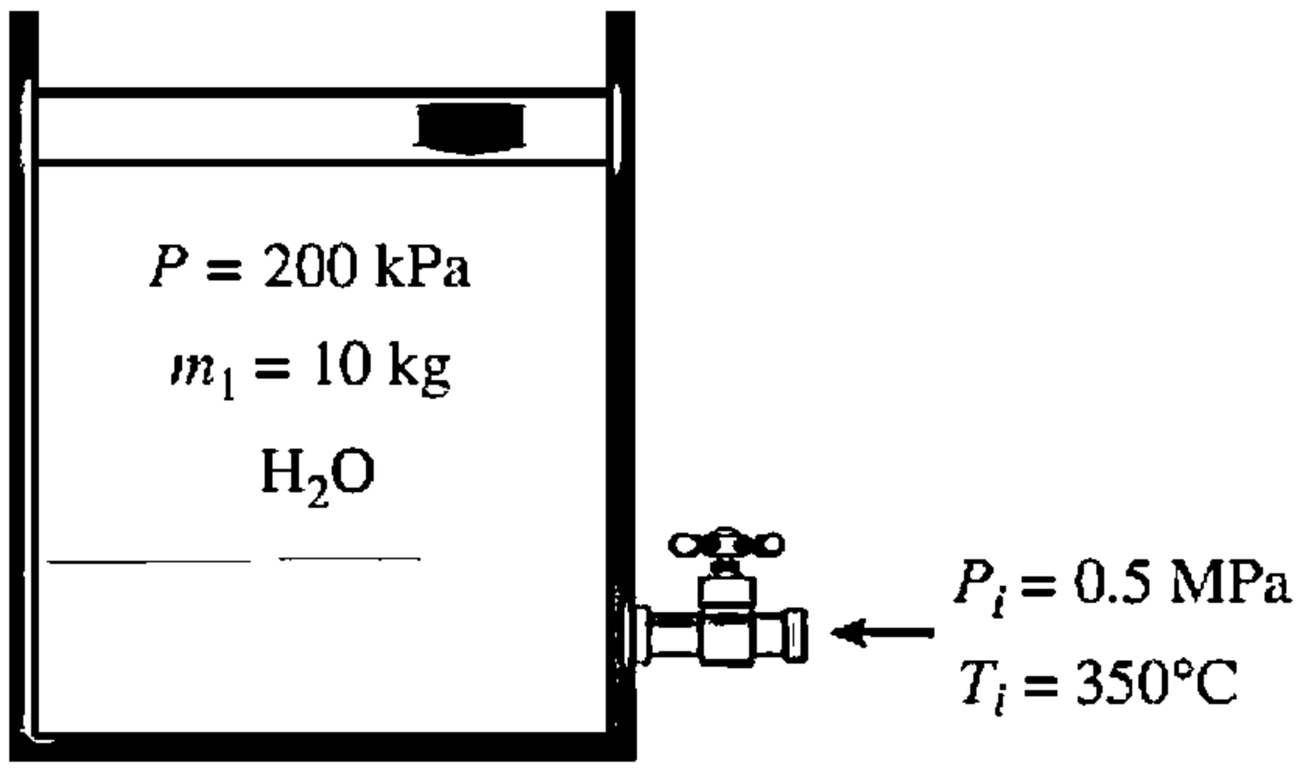
تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۵- وسیله سیلندر-پیستون عمودی عایقی حاوی $10kg$ آب است، که $6kg$ کیلوگرم آن در فاز بخار است. جرم پیستون طوری است که فشار ثابت $200kPa$ در سیلندر برقرار است. اکنون بخار آب در شرایط $0.5MPa$ و 350^0C از خط تغذیه وارد سیلندر می شود و تمام مایع داخل سیلندر به بخار تبدیل می شود. مطلوبست: ۲،۸۰ نمره

(الف) دمای نهایی در سیلندر (ب) جرم بخار آبی که وارد شده است.



تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- نمره ۲،۸۰

$$P = P_{\text{atm}} + (\rho g h)_{\text{tube}}$$

Solving for h,

$$h = \frac{P - P_{\text{atm}}}{\rho g}$$

$$= \frac{(110 - 99)\ \text{kPa}}{(1000\ \text{kg/m}^3)(9.81\ \text{m/s}^2)}\left(\frac{1\ \text{kg}\cdot\text{m/s}^2}{1\ \text{N}}\right)\left(\frac{1000\ \text{N/m}^2}{1\ \text{kPa}}\right)$$

$$= \mathbf{1.12\ m}$$

۲- نمره ۲،۸۰

T, °C	P, kPa	v, m³/kg	Phase description
50	***12.35***	7.72	***Saturated mixture***
143.6	400	***0.4624***	Saturated vapor
250	500	***0.4744***	***Superheated vapor***
110	350	***0.001051***	***Compressed liquid***

۳- نمره ۲،۸۰

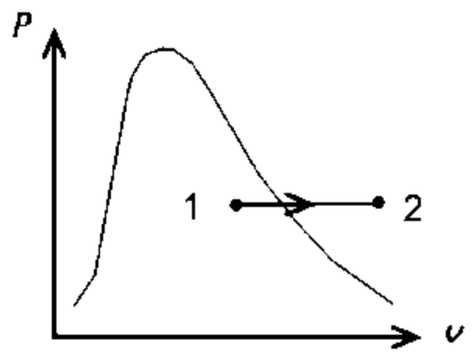
$$T = T_{\text{sat@600 kPa}} = \mathbf{158.8°C}$$

(b) The total mass in this case can easily be determined by adding the mass of each phase,

$$m_f = \frac{V_f}{v_f} = \frac{0.005\ \text{m}^3}{0.001101\ \text{m}^3/\text{kg}} = 4.543\ \text{kg}$$

$$m_g = \frac{V_g}{v_g} = \frac{0.9\ \text{m}^3}{0.3156\ \text{m}^3/\text{kg}} = 2.852\ \text{kg}$$

$$m_t = m_f + m_g = 4.543 + 2.852 = \mathbf{7.395\ kg}$$



(c) At the final state water is superheated vapor, and its specific volume is

$$\left.\begin{array}{l} P_2 = 600\ \text{kPa} \\ T_2 = 200^\circ\text{C} \end{array}\right\} v_2 = 0.3521\ \text{m}^3/\text{kg} \quad \text{(Table A-6)}$$

Then,

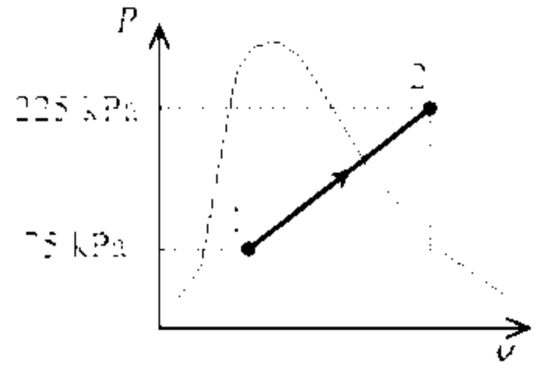
$$V_2 = m_t v_2 = (7.395\ \text{kg})(0.3521\ \text{m}^3/\text{kg}) = \mathbf{2.604\ m^3}$$

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۴- نمره ۲،۸۰



Analysis We take the contents of the cylinder as the system. This is a closed system since no mass enters or leaves. The energy balance for this stationary closed system can be expressed as

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

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

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

The initial state is saturated mixture at 75 kPa. The specific volume and internal energy at this state are (Table A-5):

$$v_1 = v_f + x_1 v_{fg} = 0.001037 + (0.08)(2.2172 - 0.001037) = 0.1783 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$u_1 = u_f + x_1 u_{fg} = 384.36 + (0.08)(2112.8) = 553.30 \text{ kJ/kg}$$

The mass of water is

$$m = \frac{V_1}{v_1} = \frac{2 \text{ m}^3}{0.1783 \text{ m}^3/\text{kg}} = 11.22 \text{ kg}$$

The final specific volume is

$$v_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{5 \text{ m}^3}{11.22 \text{ kg}} = 0.4458 \text{ m}^3/\text{kg}$$

The final state is now fixed. The internal energy at this specific volume and 225 kPa pressure is (Table A-6)

$$u_2 = 1650.4 \text{ kJ/kg}$$

Since this is a linear process, the work done is equal to the area under the process line 1-2:

$$W_{b,out} = \text{Area} = \frac{P_1 + P_2}{2}(V_2 - V_1) = \frac{(75 + 225 \text{ kPa})}{2}(5 - 2 \text{ m}^3)\left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3}\right) = \mathbf{450 kJ}$$

Substituting into energy balance equation gives

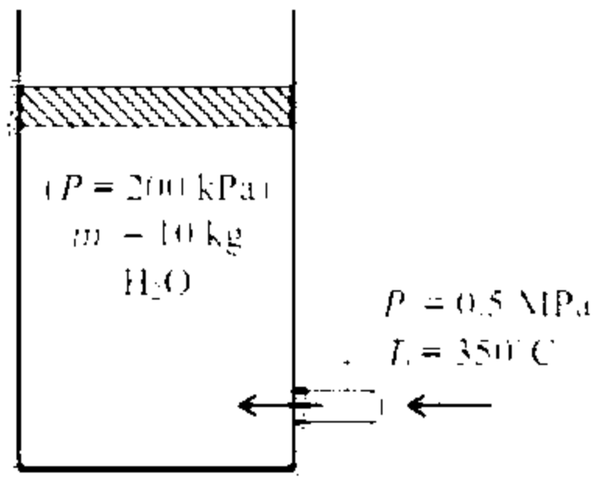
$$Q_{in} = W_{b,out} + m(u_2 - u_1) = 450 \text{ kJ} + (11.22 \text{ kg})(1650.4 - 553.30) \text{ kJ/kg} = \mathbf{12,750 kJ}$$

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۵-



نمره ۲،۸۰ ***operties*** The properties of steam are (Tables A–4 through A-6)

$$\left.\begin{array}{l} P_1 = 200\ \text{kPa} \\ x_1 = 0.6 \end{array}\right\} \quad h_1 = h_f + x\, h_{fg}$$

$$= 504.71 + 0.6 \times 2201.6 = 1825.6\ \text{kJ/kg}$$

$$\left.\begin{array}{l} P_2 = 200\ \text{kPa} \\ \text{sat. vapor} \end{array}\right\} \quad h_2 = h_{g\,@\,200\ \text{kPa}} = 2706.3\ \text{kJ/kg}$$

$$\left.\begin{array}{l} P_i = 0.5\ \text{MPa} \\ T_i = 350^\circ\text{C} \end{array}\right\} \quad h_i = 3168.1\ \text{kJ/kg}$$

nalysis (a) The cylinder contains saturated vapor at the final state at a pressure of 200 kPa, thus the final temperature in th linder must be

$$T_2 = T_{\text{sat @ 200 kPa}} = \mathbf{120.2^\circ C}$$

) We take the cylinder as the system, which is a control volume since mass crosses the boundary. Noting that the roscopic energies of flowing and nonflowing fluids are represented by enthalpy h and internal energy u, respectively, the ss and energy balances for this uniform-flow system can be expressed as

ass balance: $\quad m_i - m_{\text{out}} = \Delta m_{\text{system}} \quad \rightarrow \quad m = m_2 - m$

nergy balance:

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

$$m_i h_i - W_{b,\,\text{out}} = m_2 u_2 - m_1 u_1 \quad (\text{since } Q \cong ke \cong pe \cong 0)$$

mbining the two relations gives

$$0 = W_{b,\,\text{out}} - (m_2 - m)h_i + m_2 u_2 - m u_1$$

$$0 = -(m_2 - m)h_i - m_2 h_2 - m h$$

ce the boundary work and ΔU combine into ΔH for constant pressure expansion and compression processes. Solving for and substituting,

$$m_2 = \frac{h_i - h}{h_i - h_2}\, m = \frac{(3168.1 - 1825.6)\ \text{kJ/kg}}{(3168.1 - 2706.3)\ \text{kJ/kg}}(10\ \text{kg}) = 29.07\ \text{kg}$$

ass,

$$m = m_2 - m = 29.07 - 10 = \mathbf{19.07\ kg}$$

95-96-1

تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : یک ۱

عنوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

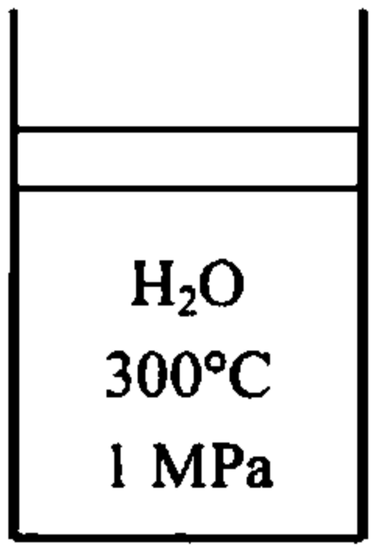
استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- سیلندر-پیستونی حاوی $0.8kg$ بخار آب با دمای $300^{0}C$ و فشار $1MPa$ است. بخار با فشار ثابت سرد می شود تا اینکه نصف جرم آن مایع می شود. ۲،۸۰ نمره

الف- فرآیند را روی نمودار $T-v$ نشان دهید.

ب- دمای نهایی را بیابید.

ج- تغییر حجم را بیابید.



۲- جدول زیر را برای مبرد تکمیل کنید. ۲،۸۰ نمره

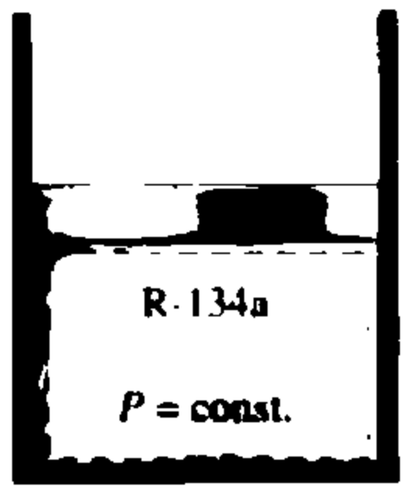
$T^{0}C$	$P(kPa)$		X (کیفیت)	توصیف فاز
30		120		
-8				مایع اشباع
	400	300		
8	600			
	800		0.4	

تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۳- وسیله سیلندر-پیستون بی اصطکاکی ابتدا حاوی $50L$ مبرد مایع اشباع $134a$می باشد. پیستون به طور آزاد می تواند حرکت کند و جرم آن طوری است که فشار $500kPa$ را روی مبرد حفظ می کند. در این حالت، مبرد گرم می شود و دمای آن تا $70^{0}C$ افزایش می یابد. کار انجام شده را در این فرآیند محاسبه کنید. ۲،۸۰ نمره



تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

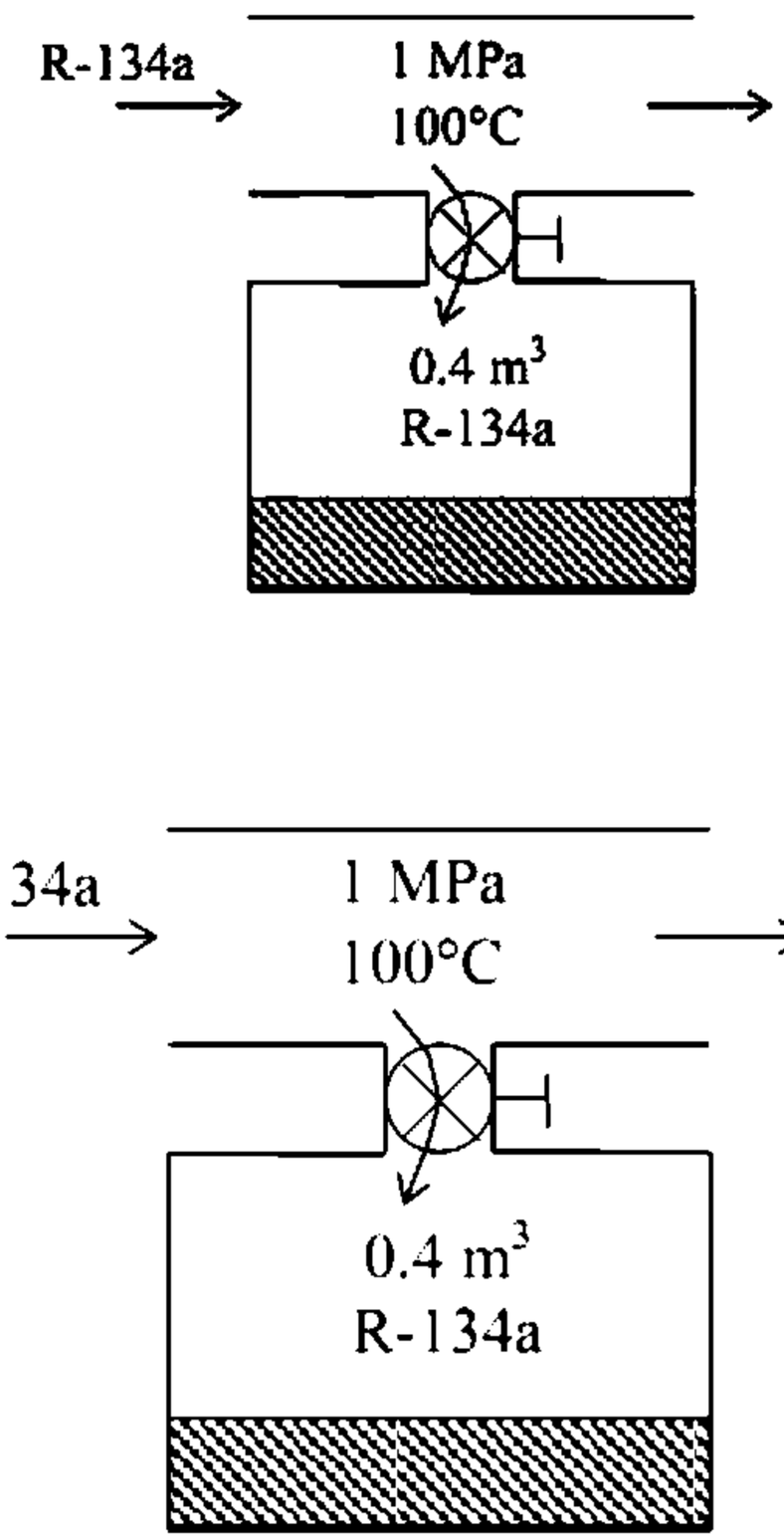
۴- تانک صلبی به حجم $0.4m^3$ حاوی مبرد $134a$ با دمای $T=14^0C$ و با کیفیت 70 درصد است. تانک توسط یک شیر به خط تغذیه ای متصل است که در آن مبرد در شرایط $1MPa$ و 100^0C جریان دارد. شیر باز شده و مبرد وارد تانک می شود. وقتی تانک حاوی بخار اشباع در $700kPa$ است، شیر بسته می شود. ۲،۸۰ نمره

مطلوبست:

الف- دمای نهایی تانک

ب- جرم مبردی که وارد تانک شده است.

ج- مقدار انتقال گرما

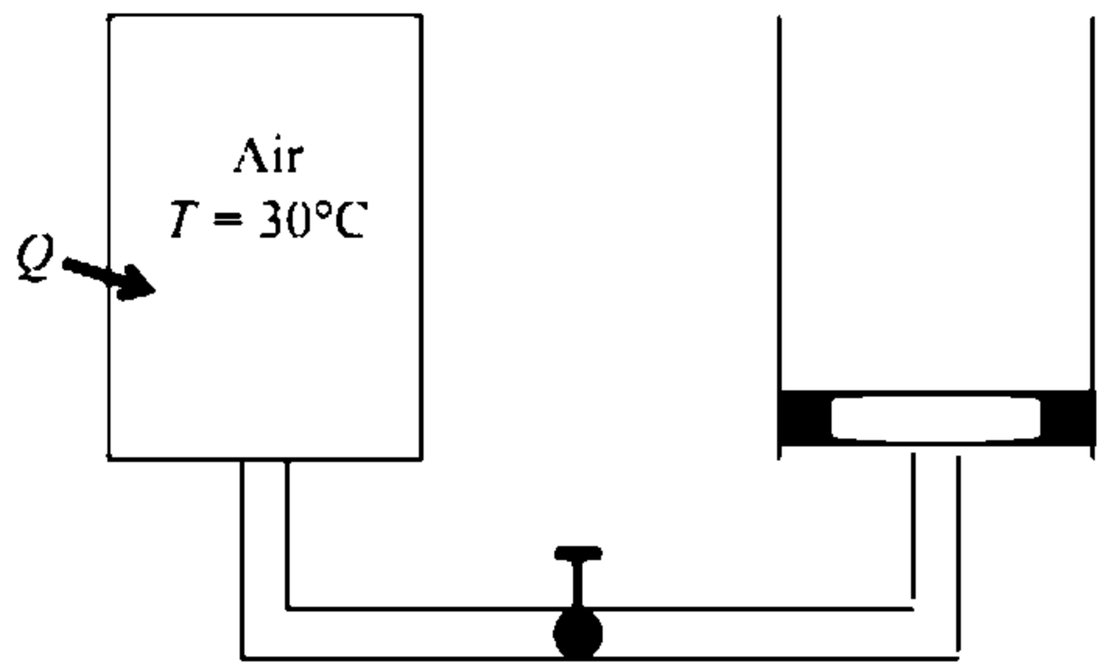


تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۵- تانک صلبی حاوی $0.4m^3$ هوا (گاز ایده آل)، در شرایط $P=400kPa$ و $T=30^0C$، توسط شیر به یک وسیله سیلندر-پیستونی با لقی صفر متصل است. $200kPa$ فشار برای بالا بردن پیستون لازم است. شیر به طور جزئی باز می شود و هوا وارد سیلندر می شود و فشار در تانک به $200kPa$ می رسد. در این فرآیند، گرما با اطراف مبادله می شود و هوا همیشه در $T=30^0C$ است. مقدار انتقال گرما را بیابید. ۲۰،۸۰ نمره



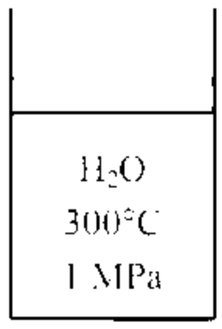
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- نمره ۲،۸۰



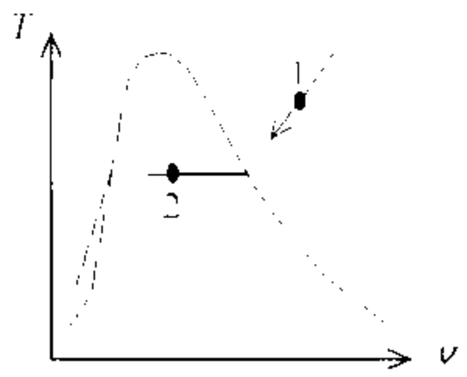
Analysis (*b*) At the final state the cylinder contains saturated liquid-vapor mixture, and thus the final temperature must be the saturation temperature at the final pressure.

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

(*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

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= 1.0\ \text{MPa} \\ T_1 &= 300^\circ\text{C} \end{aligned}\right\} \; v_1 = 0.25799\ \text{m}^3/\text{kg} \qquad \text{(Table A-6)}$$

$$\left.\begin{aligned} P_2 &= 1.0\ \text{MPa} \\ x_2 &= 0.5 \end{aligned}\right\} \; \begin{aligned} v_2 &= v_f + x_2 v_{fg} \\ &= 0.001127 + 0.5 \times (0.19436 - 0.001127) \\ &= 0.09775\ \text{m}^3/\text{kg} \end{aligned}$$



Thus,

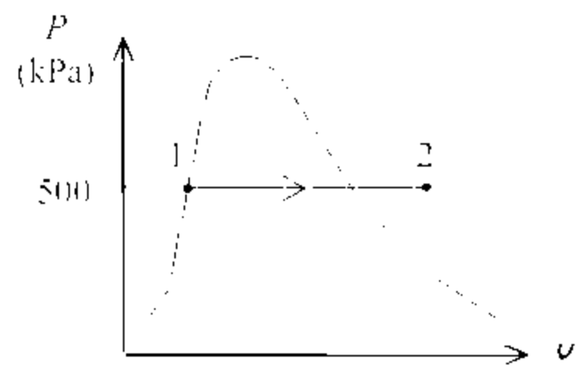
$$\Delta V = m(v_2 - v_1) = (0.8\ \text{kg})(0.09775 - 0.25799\ \text{m}^3/\text{kg}) = \mathbf{-0.1282\ m^3}$$

۲- صفحه 96 کتاب با توجه به جداول آخر کتاب **۲،۸۰ نمره**

۳- **۲،۸۰ نمره**

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= 500\ \text{kPa} \\ \text{Sat. liquid} \end{aligned}\right\} \; v_1 = v_{f\ @\ 500\ \text{kPa}} = 0.0008059\ \text{m}^3/\text{kg}$$

$$\left.\begin{aligned} P_2 &= 500\ \text{kPa} \\ T_2 &= 70^\circ\text{C} \end{aligned}\right\} \; v_2 = 0.052427\ \text{m}^3/\text{kg}$$



Analysis The boundary work is determined from its definition to be

$$m = \frac{V_1}{v_1} = \frac{0.05\ \text{m}^3}{0.0008059\ \text{m}^3/\text{kg}} = 62.04\ \text{kg}$$

and

$$\begin{aligned} W_{b,\text{out}} &= \int_1^2 P\,dV = P(V_2 - V_1) = mP(v_2 - v_1) \\ &= (62.04\ \text{kg})(500\ \text{kPa})(0.052427 - 0.0008059\ \text{m}^3/\text{kg})\left(\frac{1\ \text{kJ}}{1\ \text{kPa}\cdot\text{m}^3}\right) \\ &= \mathbf{1600\ kJ} \end{aligned}$$

Discussion The positive sign indicates that work is done by the system (work output).

تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

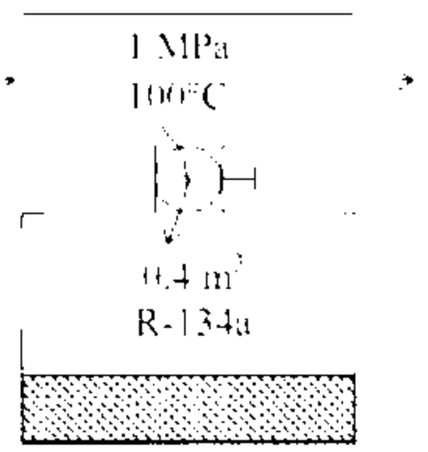
۴- ۲،۸۰ نمره

Properties The properties of refrigerant are (Tables A-11 through A-13)

$$T_1 = 14^\circ C \quad v_1 = v_{f@14^\circ C} + x_1 v_{fg@14^\circ C} = 0.0008020 + 0.7 \times (0.04342 - 0.0008020) = 0.03063 \text{ m}^3/\text{kg}$$
$$x_1 = 0.7 \quad u_1 = u_{f@14^\circ C} + x_1 u_{fg@14^\circ C} = 70.57 + 0.7 \times 167.26 = 187.65 \text{ kJ/kg}$$

$$P_2 = 700 \text{ kPa} \quad v_2 = v_{g@700 \text{ kPa}} = 0.02936 \text{ m}^3/\text{kg}$$
$$\text{sat. vapor} \quad u_2 = u_{g@700 \text{ kPa}} = 244.48 \text{ kJ/kg}$$

$$P_3 = 1.0 \text{ MPa}, \; T_3 = 100^\circ C \;\Rightarrow\; h_3 = 335.06 \text{ kJ/kg}$$



Analysis We take the tank as the system, which is a control volume since mass crosses the boundary. Noting that the microscopic energies of flowing and nonflowing fluids are represented by enthalpy h and internal energy u, respectively, the mass and energy balances for this uniform-flow system can be expressed as

Mass balance: $m_{in} - m_{out} = \Delta m_{system} \;\rightarrow\; m_1 = m_2 - m_3$

Energy balance:

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

$$Q_{in} + m_3 h_3 = m_2 u_2 - m_1 u_1 \quad (\text{since } W = ke = pe = 0)$$

(*a*) The tank contains saturated vapor at the final state at 800 kPa, and thus the final temperature is the saturation temperature at this pressure.

$$T_2 = T_{sat@700 \text{ kPa}} = \mathbf{26.7^\circ C}$$

(*b*) The initial and the final masses in the tank are

$$m_1 = \frac{V}{v_1} = \frac{0.4 \text{ m}^3}{0.03063 \text{ m}^3/\text{kg}} = 13.06 \text{ kg}$$

$$m_2 = \frac{V}{v_2} = \frac{0.4 \text{ m}^3}{0.02936 \text{ m}^3/\text{kg}} = 13.62 \text{ kg}$$

Then from the mass balance

$$m_3 = m_2 - m_1 = 13.62 - 13.06 = \mathbf{0.5653 \text{ kg}}$$

(*c*) The heat transfer during this process is determined from the energy balance to be

$$Q_{in} = -m_3 h_3 + m_2 u_2 - m_1 u_1$$
$$= -(0.5653 \text{ kg})(335.06 \text{ kJ/kg}) + (13.62 \text{ kg})(244.48 \text{ kJ/kg}) - (13.06 \text{ kg})(187.65 \text{ kJ/kg})$$
$$= \mathbf{691 \text{ kJ}}$$

تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۵- ۲،۸۰ نمره

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

$$Q_{\text{in}} - W_{\text{b,out}} = \Delta U = m(u_2 - u_1) = 0$$

$$Q_{\text{in}} = W_{\text{b,out}}$$

since $u = u(T)$ for ideal gases, and thus $u_2 = u_1$ when $T_1 = T_2$. The initial volume of air is

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \longrightarrow V_2 = \frac{P_1}{P_2}\frac{T_2}{T_1}V_1 = \frac{400\ \text{kPa}}{200\ \text{kPa}} \times 1 \times (0.4\ \text{m}^3) = 0.80\ \text{m}^3$$

The pressure at the piston face always remains constant at 200 kPa. Thus the boundary work done during this process is

$$W_{\text{b,out}} = \int_1^2 P\,dV = P_2(V_2 - V_1) = (200\ \text{kPa})(0.8 - 0.4)\text{m}^3\left(\frac{1\ \text{kJ}}{1\ \text{kPa}\cdot\text{m}^3}\right) = 80\ \text{kJ}$$

Therefore, the heat transfer is determined from the energy balance to be

$$W_{\text{b,out}} = Q_{\text{in}} = \mathbf{80\ kJ}$$

94-95-2

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- جدول زیر را برای مبرد $134a$ تکمیل کنید. ۲،۸۰ نمره

$T\ ^\circ C$	$P(kPa)$	$u\ \frac{kj}{kg}$	توصیف فاز
30		120	
-8			مایع اشباع
	400	300	
8	600		

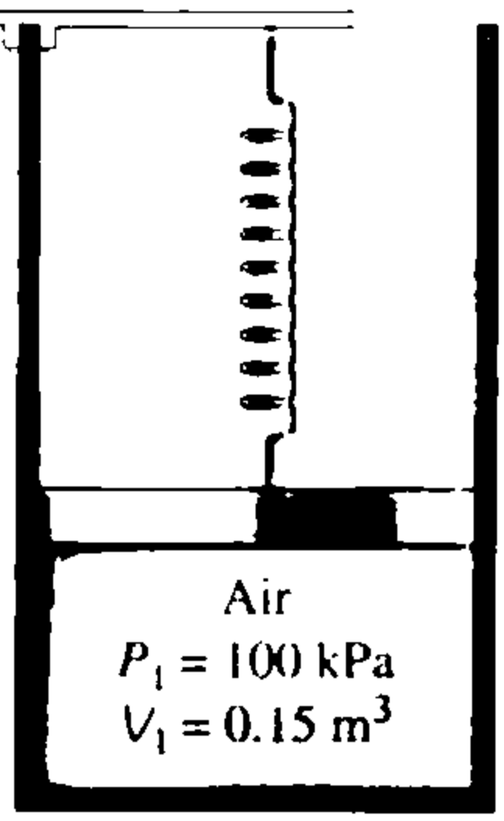
۲- وسیله سیلندر-پیستونی حاوی $0.8kg$ بخار با دمای $300^\circ C$ و فشار $1MPa$ است. بخار با فشار ثابت سرد می شود تا این که نصف جرم آن مایع می شود. ۲،۸۰ نمره

الف- فرآیند را روی نمودار $T-V$ نشان دهید.

ب- دمای نهایی را بیابید.

ج- تغییر حجم را بیابید.

۳- وسیله سیلندر-پیستونی بدون اصطکاکی همانند شکل ابتدا شامل بخار با حجم $0.15m^3$ و فشار $100kPa$ می باشد. در این حالت فنر خطی به پیستون متصل بوده ولی نیرویی به آن اعمال نمی کند. گرما به سیستم انتقال می یابد تا اینکه حجم سیستم به $0.45m^3$ و فشار آن به $800kPa$ می رسد. فرآیند را روی دیاگرام $P-v$ با در نظر گرفتن خطوط اشباع نشان دهید و کل کار انجام شده توسط بخار را محاسبه نمایید. ۲،۸۰ نمره

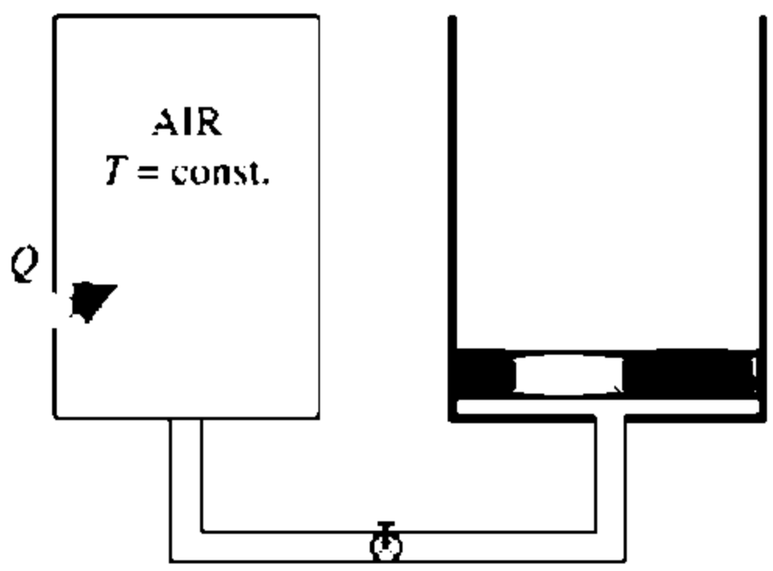


تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۴- تانک صلبی حاوی $0.4m^3$ هوا (گاز ایده آل)، در شرایط $P=400kPa$ و $T=30^0C$، توسط شیر به یک وسیله سیلندر-پیستونی با لقی صفر متصل است. $200kPa$ فشار برای بالا بردن پیستون لازم است. شیر به طور جزئی باز می شود و هوا وارد سیلندر می شود و فشار در تانک به $200kPa$ می رسد. در این فرآیند، گرما با اطراف مبادله می شود و هوا همیشه در $T=30^0C$ است. مقدار انتقال گرما را بیابید. ۲،۸۰ نمره



۵- تانک صلبی به حجم $0.1m^3$ حاوی مبرد $134a$ با فشار $1MPa$ و با کیفیت 100 درصد است. تانک توسط یک شیر به خط تغذیه ای متصل است که در آن مبرد در شرایط $1.2MPa$ و 30^0C جریان دارد. شیر باز شده و مبرد وارد تانک می شود. وقتی تانک حاوی مایع اشباع در $1.2MPa$ است، شیر بسته می شود. ۲،۸۰ نمره

مطلوبست: (الف) جرم مبردی که وارد تانک شده است

(ب) مقدار انتقال گرما

تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ زمان آزمون (دقیقه): تستی: تشریحی: ۱۲۰ کُد سری سؤال: یک ۱

نام درس: ترمودینامیک

رشته تحصیلی /کد درس : مهندسی برق گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

بارم هر سوال ۲/۸۰ می باشد.

جواب سوال ۱

جداول آخر کتاب توجه شود.

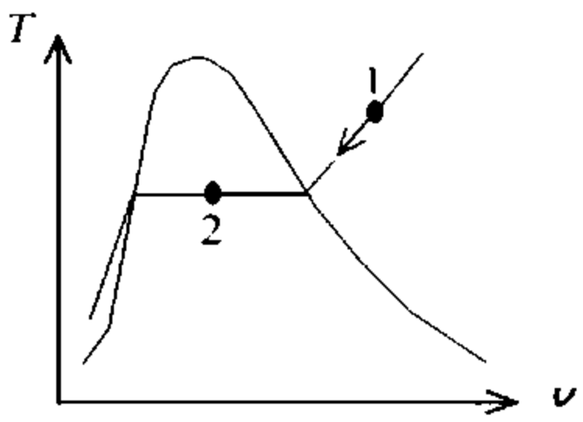
جواب ۲

$$T = T_{\text{sat@1 MPa}} = \mathbf{179.88°C} \qquad \text{(Table A-5)}$$

(*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

$$\left.\begin{matrix} P_1 = 1.0 \text{ MPa} \\ T_1 = 300°\text{C} \end{matrix}\right\} v_1 = 0.25799 \text{ m}^3/\text{kg} \qquad \text{(Table A-6)}$$

$$\left.\begin{matrix} P_2 = 1.0 \text{ MPa} \\ x_2 = 0.5 \end{matrix}\right\} \begin{aligned} v_2 &= v_f + x_2 v_{fg} \\ &= 0.001127 + 0.5 \times (0.19436 - 0.001127) \\ &= 0.09775 \text{ m}^3/\text{kg} \end{aligned}$$

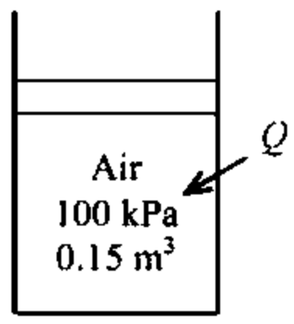


Thus,

$$\Delta V = m(v_2 - v_1) = (0.8 \text{ kg})(0.09775 - 0.25799)\text{m}^3/\text{kg} = \mathbf{-0.1282\ m^3}$$

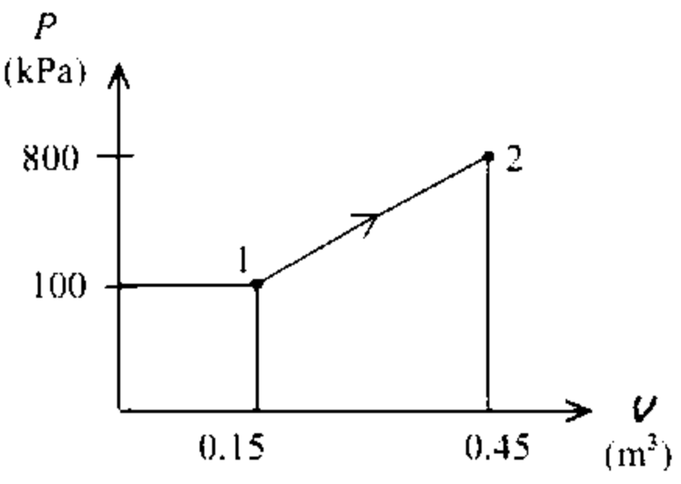
جواب۳

$$\begin{aligned} W_{b,\text{out}} &= \text{Area} = \frac{P_1 + P_2}{2}(V_2 - V_1) \\ &= \frac{(100 + 800)\text{kPa}}{2}(0.45 - 0.15)\text{m}^3\left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3}\right) \\ &= \mathbf{135\ kJ} \end{aligned}$$



(*b*) If there were no spring, we would have a constant pressure process at P = 100 kPa. The work done during this process is

$$\begin{aligned} W_{b,\text{out,no spring}} &= \int_1^2 P\,dV = P(V_2 - V_1) \\ &= (100 \text{ kPa})(0.45 - 0.15)\text{m}^3 \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3}\right) \\ &= 30 \text{ kJ} \end{aligned}$$



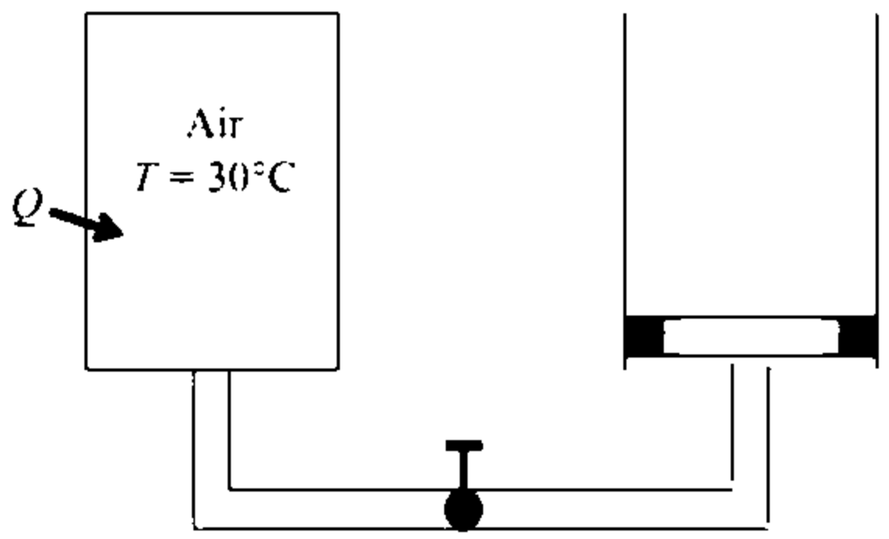
Thus,

$$W_{\text{spring}} = W_b - W_{b,\text{no spring}} = 135 - 30 = \mathbf{105\ kJ}$$

جواب ۴

Properties The gas constant of air is $R = 0.287$ kPa.m^3/kg.K (Table A-1).

Analysis We take the entire air in the tank and the cylinder to be the system. This is a closed system since no mass crosses the boundary of the system. The energy balance for this closed system can be expressed as



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

$$Q_{in} - W_{b,out} = \Delta U = m(u_2 - u_1) = 0$$

$$Q_{in} = W_{b,out}$$

since $u = u(T)$ for ideal gases, and thus $u_2 = u_1$ when $T_1 = T_2$. The initial volume of air is

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \longrightarrow V_2 = \frac{P_1}{P_2}\frac{T_2}{T_1}V_1 = \frac{400\ \text{kPa}}{200\ \text{kPa}} \times 1 \times (0.4\ \text{m}^3) = 0.80\ \text{m}^3$$

The pressure at the piston face always remains constant at 200 kPa. Thus the boundary work done during this process is

$$W_{b,out} = \int_1^2 P\,dV = P_2(V_2 - V_1) = (200\ \text{kPa})(0.8 - 0.4)\text{m}^3\left(\frac{1\ \text{kJ}}{1\ \text{kPa}\cdot\text{m}^3}\right) = 80\ \text{kJ}$$

Therefore, the heat transfer is determined from the energy balance to be

$$W_{b,out} = Q_{in} = \mathbf{80\ kJ}$$

جواب ۵

الف- ۱۰۷.۱kg

ب- ۱۸۲۵kJ

94-95-1

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- وسیله سیلندر-پیستون عمودی بی اصطکاکی حاوی گاز با فشار $500kPa$ است. فشار اتمسفر خارج $100kPa$ است و مساحت پیستون $30cm^2$ است. جرم پیستون را بیابید. شتاب ثقل را استاندارد بگیرید. ۲،۸۰ نمره

۲- جدول زیر را برای H_2O تکمیل کنید. ۲،۸۰ نمره

توصیف فاز	$v(m^3/kg)$	$P(kPa)$	$T(^0C)$
	۷.۷۲		۵۰
بخار اشباع		۴۰۰	
		۵۰۰	۲۵۰
		۳۵۰	۱۱۰

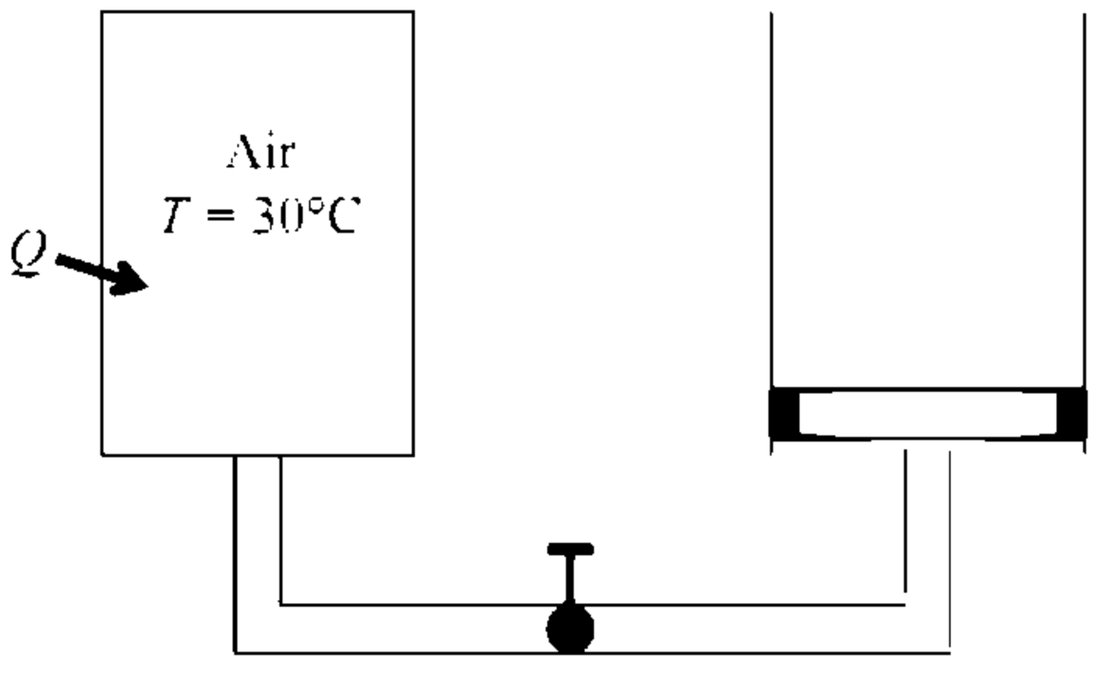
۳- تانک صلبی به حجم $0.5m^3$ حاوی مبرد $134a$ با فشار $200kPa$ و کیفیت۴۰ درصد است. به مبرد گرما می دهیم تا فشار آن به $800kPa$ برسد. مطلوبست تعیین: ۲،۸۰ نمره

الف- جرم مبرد داخل تانک.

ب- مقدار گرمای داده شده.

فرآیند را روی نمودار $P-v$ با در نظر گرفتن خطوط اشباع رسم کنید.

۴- تانک صلبی حاوی $0.4m^3$ هوا (گاز ایده آل)، در شرایط $P=400kPa$ و $T=30^0C$، توسط شیر به یک وسیله سیلندر-پیستونی با لقی صفر متصل است. $200kPa$ فشار برای بالا بردن پیستون لازم است. شیر به طور جزئی باز می شود و هوا وارد سیلندر می شود و فشار در تانک به $200kPa$ می رسد. در این فرآیند، گرما با اطراف مبادله می شود و هوا همیشه در $T=30^0C$ است. مقدار انتقال گرما را بیابید. ۲،۸۰ نمره



تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۵- بخار آب با آهنگ $3\frac{kg}{s}$ در شرایط $10MPa$ و 500^0C وارد توربین آدیاباتیکی شده و در $20kPa$ خارج می شود. اگر قدرت خروجی از توربین $2MW$ باشد، دمای بخار آب را در خروجی توربین بیابید. از تغییرات انرژی جنبشی صرف نظر کنید. ۲۰،۸۰ نمره

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- $(P_2 - P_1)A = mg$ نمره ۲،۸۰

۲- نمره ۲،۸۰

T, °C	P, kPa	v, m^3/kg	Phase description
50	***12.35***	7.72	***Saturated mixture***
143.6	400	***0.4624***	Saturated vapor
250	500	***0.4744***	***Superheated vapor***
110	350	***0.001051***	***Compressed liquid***

۳- صفحه ۱۶۵ کتاب **۲،۸۰ نمره**

۴- **۲،۸۰ نمره**

۵- **۲،۸۰ نمره**

93-94-2

تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک

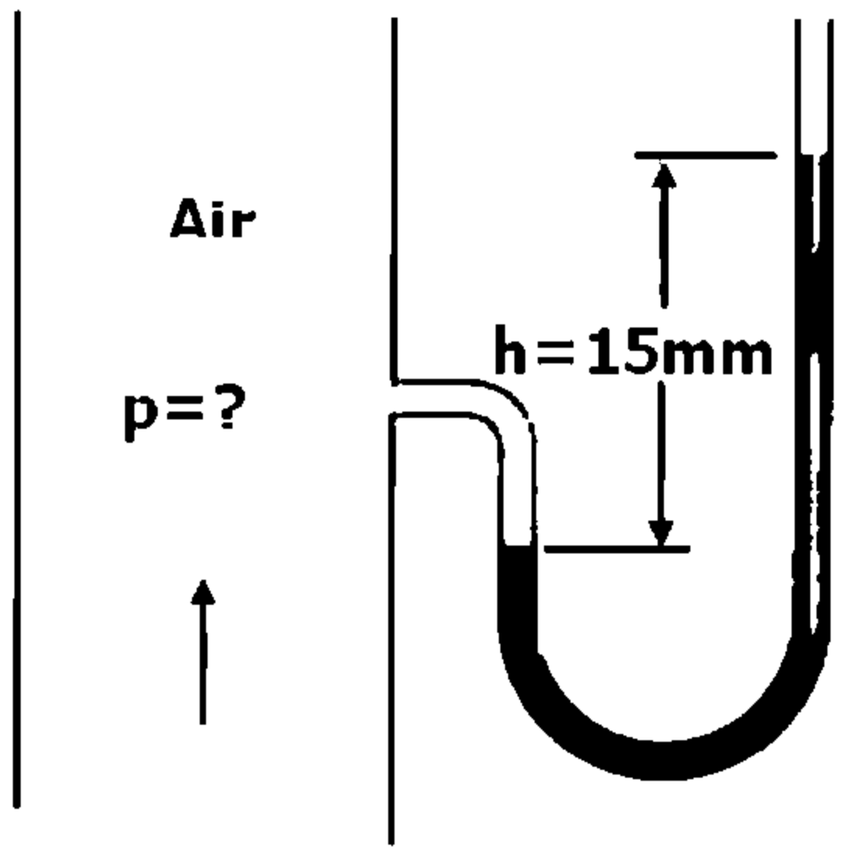
رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- مطابق شکل مانومتر جیوه ای ($\rho = 13600 \frac{kg}{m^3}$) به مجرای هوا متصل است و فشار داخل مجرا را اندازه می گیرد. اختلاف بین سطوح مانومتر $15mm$ و فشار اتمسفر $100kPa$ است. ۲،۸۰ نمره

الف- با استفاده از شکل تعیین کنید آیا فشار در مجرا بیشتر از فشار اتمسفر است یا کمتر از آن.

ب- فشار مطلق را در مجرا بیابید.



تعداد سوالات : تستی : ۰ تشریحی : ۵ | زمان آزمون (دقیقه) : تستی : ۰ تشریحی : ۱۲۰ | سری سوال : ۱ یک

عنوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

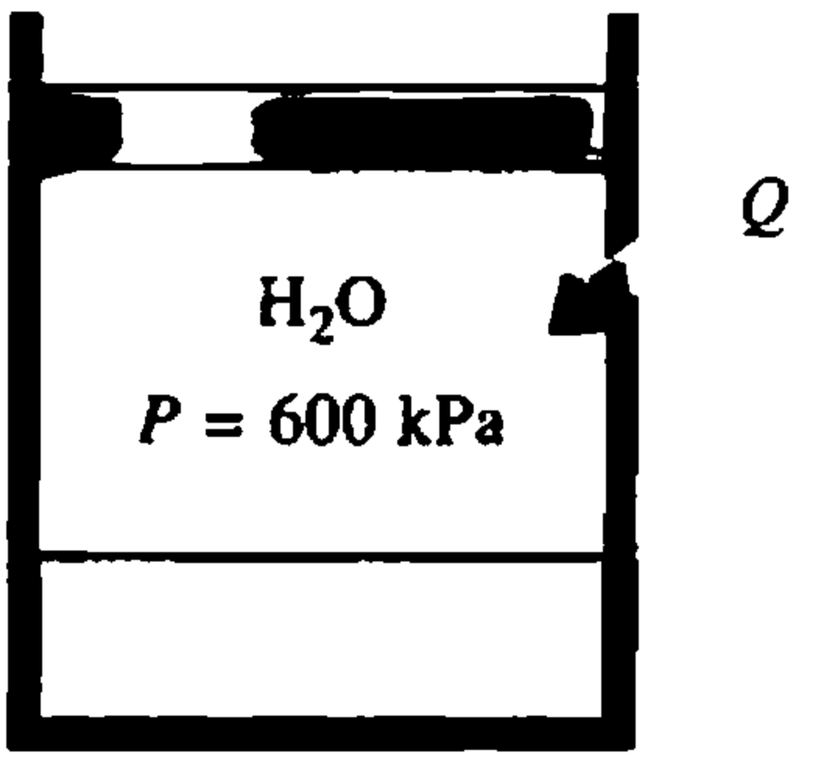
۲- سیلندر-پیستونی حاوی $0.005m^3$ آب مایع و $0.9m^3$ بخار آب است. این مخلوط در فشار $600kPa$ در تعادل است. گرما در فشار ثابت منتقل می شود تا این که دما به 200^0C می رسد. ۲،۸۰ نمره

الف- دمای اولیه آب چقدر است؟

ب- جرم کل آب را بیابید.

ج- حجم نهایی را محاسبه کنید.

د- فرآیند را روی نمودار $P-v$ با در نظر گرفتن خطوط اشباع نشان دهید.

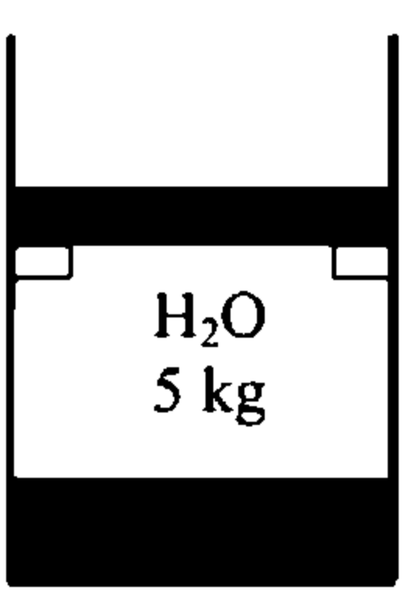


۳- سیلندر-پیستونی حاوی $5kg$ مخلوط اشباع بخار-آب با فشار $100kPa$ است. $2kg$ آب در فاز مایع و بقیه در فاز بخار است. اکنون به آب گرما می دهیم و در لحظه ای که فشار داخل به $200kPa$ می رسد پیستون شروع به حرکت می کند. انتقال گرما ادامه می یابد تا حجم کل به اندازه ۲۰ درصد افزایش یابد. مطلوبست: ۲،۸۰ نمره

(الف) دماهای اولیه و نهایی

(ب) جرم آب مایع وقتی پیستون شروع به بالا رفتن می کند

(ج) کار انجام شده در این فرآیند. فرآیند را روی نمودار $P-v$ نشان دهید.

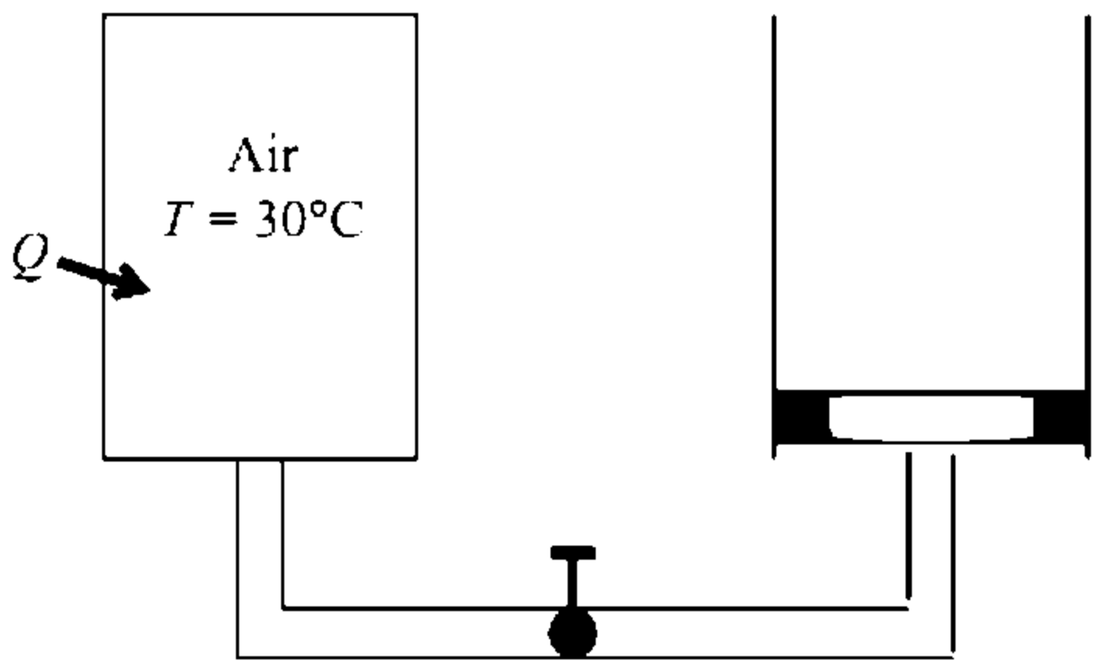


تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

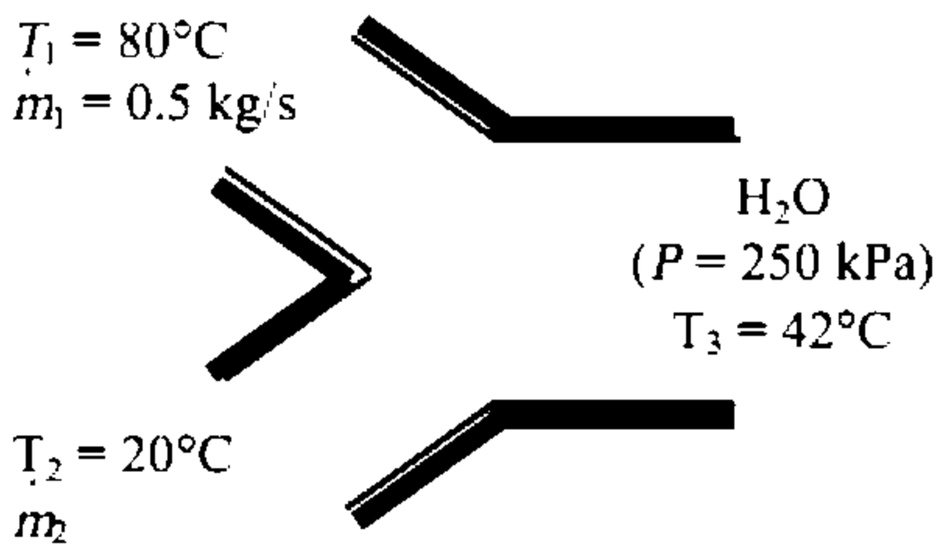
عنـــوان درس : ترمودینامیک

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۴- تانک صلبی حاوی $0.4m^3$ هوا (گاز ایده آل)، در شرایط $P=400kPa$ و $T=30^0C$، توسط شیر به یک وسیله سیلندر-پیستونی با لقی صفر متصل است. $200kPa$ فشار برای بالا بردن پیستون لازم است. شیر به طور جزئی باز می شود و هوا وارد سیلندر می شود و فشار در تانک به $200kPa$ می رسد. در این فرآیند، گرما با اطراف مبادله می شود و هوا همیشه در $T=30^0C$ است. مقدار انتقال گرما را بیابید. ۲،۸۰ نمره



۵- جریان آب گرم با دمای 80^0C با آهنگ $0.5\frac{kg}{s}$ وارد محفظه اختلاط می شود و با جریان آب سرد 20^0C مخلوط می شود. اگر بخواهیم مخلوط با دمای 42^0C از محفظه خارج شود، آهنگ جریان جرمی جریان آب سرد را بیابید. جریان ها در فشار $250kPa$ هستند. ۲،۸۰ نمره



تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

نام درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک۱

رشته تحصیلی /کد درس : مهندسی برق گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

بارم نمره هرسوال۲/۸۰ می باشد.

۱ -

Analysis (*a*) The pressure in the duct is above atmospheric pressure since the fluid column on the duct side is at a lower level.

(*b*) The absolute pressure in the duct is determined from

$$\begin{aligned} P &= P_{\text{atm}} + \rho g h \\ &= (100\ \text{kPa}) + (13{,}600\ \text{kg/m}^3)(9.81\ \text{m/s}^2)(0.045\ \text{m})\left(\frac{1\ \text{N}}{1\ \text{kg}\cdot\text{m/s}^2}\right)\left(\frac{1\ \text{kPa}}{1000\ \text{N/m}^2}\right) \\ &= \mathbf{106\ \ kPa} \end{aligned}$$

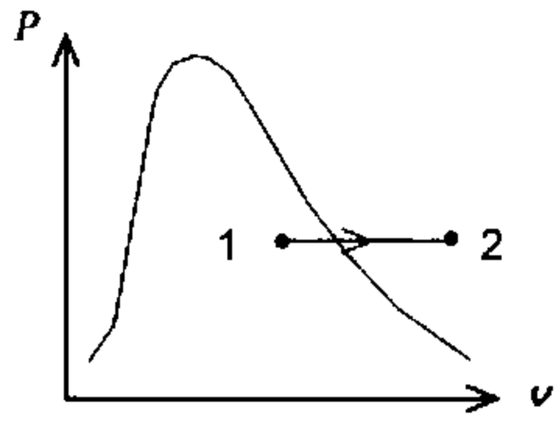
$$T = T_{\text{sat@600 kPa}} = \mathbf{158.8^\circ C}$$

(b) The total mass in this case can easily be determined by adding the mass of each phase,

$$m_f = \frac{V_f}{v_f} = \frac{0.005 \text{ m}^3}{0.001101 \text{ m}^3/\text{kg}} = 4.543 \text{ kg}$$

$$m_g = \frac{V_g}{v_g} = \frac{0.9 \text{ m}^3}{0.3156 \text{ m}^3/\text{kg}} = 2.852 \text{ kg}$$

$$m_t = m_f + m_g = 4.543 + 2.852 = \mathbf{7.395 \text{ kg}}$$



(c) At the final state water is superheated vapor, and its specific volume is

$$\left.\begin{array}{l} P_2 = 600 \text{ kPa} \\ T_2 = 200^\circ \text{C} \end{array}\right\} v_2 = 0.3521 \text{ m}^3/\text{kg} \quad \text{(Table A-6)}$$

Then,

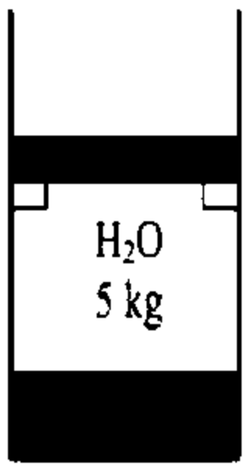
$$V_2 = m_t v_2 = (7.395 \text{ kg})(0.3521 \text{ m}^3/\text{kg}) = \mathbf{2.604 \text{ m}^3}$$

Analysis (*a*) Initially the system is a saturated mixture at 125 kPa pressure, and thus the initial temperature is

$$T_1 = T_{sat@125\ kPa} = \mathbf{106.0°C}$$

The total initial volume is

$$V_1 = m_f v_f + m_g v_g = 2\times 0.001048 + 3\times 1.3750 = 4.127\ \text{m}^3$$



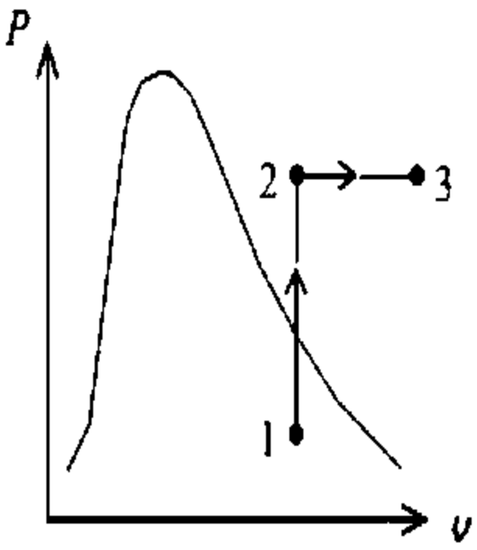
Then the total and specific volumes at the final state are

$$V_3 = 1.2V_1 = 1.2\times 4.127 = 4.953\ \text{m}^3$$

$$v_3 = \frac{V_3}{m} = \frac{4.953\ \text{m}^3}{5\ \text{kg}} = 0.9905\ \text{m}^3/\text{kg}$$

Thus,

$$\left.\begin{aligned} P_3 &= 300\ \text{kPa} \\ v_3 &= 0.9905\ \text{m}^3/\text{kg} \end{aligned}\right\} T_3 = \mathbf{373.6°C}$$



(*b*) When the piston first starts moving, $P_2 = 300$ kPa and $V_2 = V_1 = 4.127\ \text{m}^3$. The specific volume at this state is

$$v_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{4.127\ \text{m}^3}{5\ \text{kg}} = 0.8254\ \text{m}^3/\text{kg}$$

which is greater than $v_g = 0.60582\ \text{m}^3/\text{kg}$ at 300 kPa. Thus **no liquid** is left in the cylinder when the piston starts moving.

(*c*) No work is done during process 1-2 since $V_1 = V_2$. The pressure remains constant during process 2-3 and the work done during this process is

$$W_b = \int_2^3 P\,dV = P_2(V_3 - V_2) = (300\ \text{kPa})(4.953 - 4.127)\text{m}^3\left(\frac{1\ \text{kJ}}{1\ \text{kPa}\cdot\text{m}^3}\right) = \mathbf{247.6\ kJ}$$

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

$$Q_{\text{in}} - W_{\text{b,out}} = \Delta U = m(u_2 - u_1) = 0$$

$$Q_{\text{in}} = W_{\text{b,out}}$$

since $u = u(T)$ for ideal gases, and thus $u_2 = u_1$ when $T_1 = T_2$. The initial volume of air is

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \longrightarrow V_2 = \frac{P_1}{P_2}\frac{T_2}{T_1} V_1 = \frac{400 \text{ kPa}}{200 \text{ kPa}} \times 1 \times (0.4 \text{ m}^3) = 0.80 \text{ m}^3$$

The pressure at the piston face always remains constant at 200 kPa. Thus the boundary work done during this process is

$$W_{\text{b,out}} = \int_1^2 P dV = P_2(V_2 - V_1) = (200 \text{ kPa})(0.8 - 0.4)\text{m}^3 \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3}\right) = 80 \text{ kJ}$$

Therefore, the heat transfer is determined from the energy balance to be

$$W_{\text{b,out}} = Q_{\text{in}} = \mathbf{80 \text{ kJ}}$$

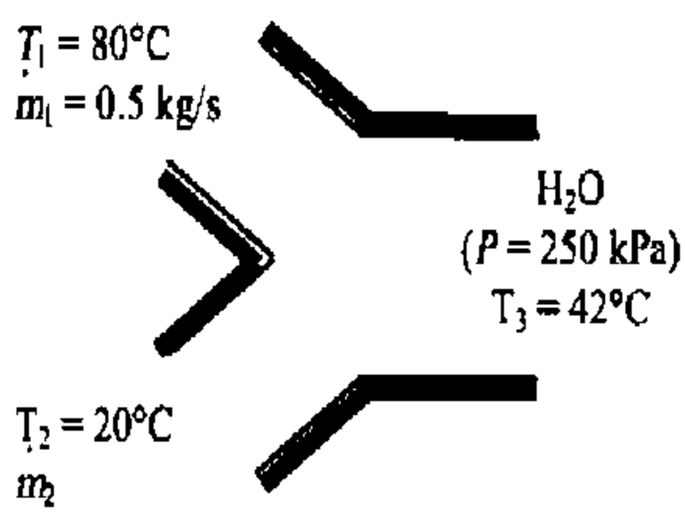
۵ -

Properties Noting that $T < T_{\text{sat @ 250 kPa}} = 127.41°C$, the water in all three streams exists as a compressed liquid, which can be approximated as a saturated liquid at the given temperature. Thus,

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

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

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



Analysis We take the mixing chamber as the system, which is a control volume. The mass and energy balances for this steady-flow system can be expressed in the rate form as

Mass balance:

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

Energy balance:

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

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

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

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

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

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

Substituting, the mass flow rate of cold water stream is determined to be

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

93-94-1

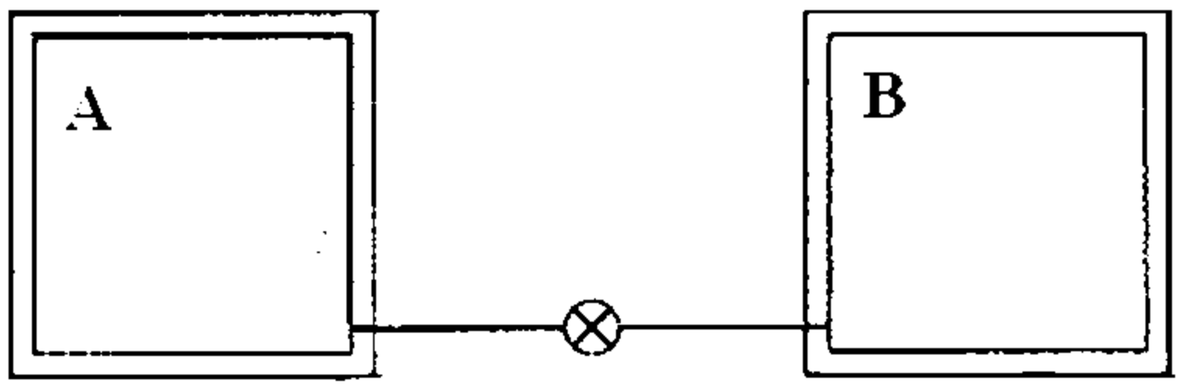
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنوان درس : ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

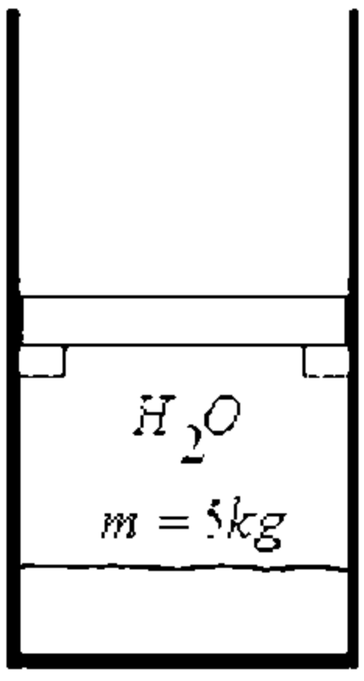
رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی راه آهن - جریه ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی خودرو، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال ۱۳۱۵۱۳۵ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- دو مخزن صلب حاوی آب مطابق شکل به یکدیگر متصلند. مخزن A دارای حجم $V_A = 1m^3$ بوده و فشار آن $P = ۲۰۰\ KPa$ و حجم ویژه آن $v = 0.5\frac{m^3}{kg}$ می باشد. مخزن B حاوی $m = 3.5kg$ آب در فشار $0.۵MPa$ و درجه حرارت $۴۰۰\ ^\circ C$ است. شیر را باز می کنیم تا دو مخزن در فشار نهایی $P = ۲۰۰\ KPa$ به حالت تعادل در آیند، حجم مخصوص نهایی و میزان انتقال حرارت را بیابید. ۲،۸۰ نمره



۲- وسیله سیلندر-پیستونی حاوی $5kg$ مخلوط اشباع بخار-آب با فشار $100kPa$ است. $2kg$ آب در فاز مایع و بقیه در فاز بخار است. اکنون به آب گرما می دهیم و در لحظه ای که فشار داخل به $200kPa$ می رسد پیستون شروع به حرکت می کند. انتقال گرما ادامه می یابد تا حجم کل به اندازه ۲۰ درصد افزایش یابد.
مطلوبست: (الف) دماهای اولیه ونهایی (ب) جرم آب مایع وقتی پیستون شروع به بالا رفتن می کند (ج) کار انجام شده در این فرآیند. فرآیند را روی نمودار $P-v$ نشان دهید. ۲،۸۰ نمره

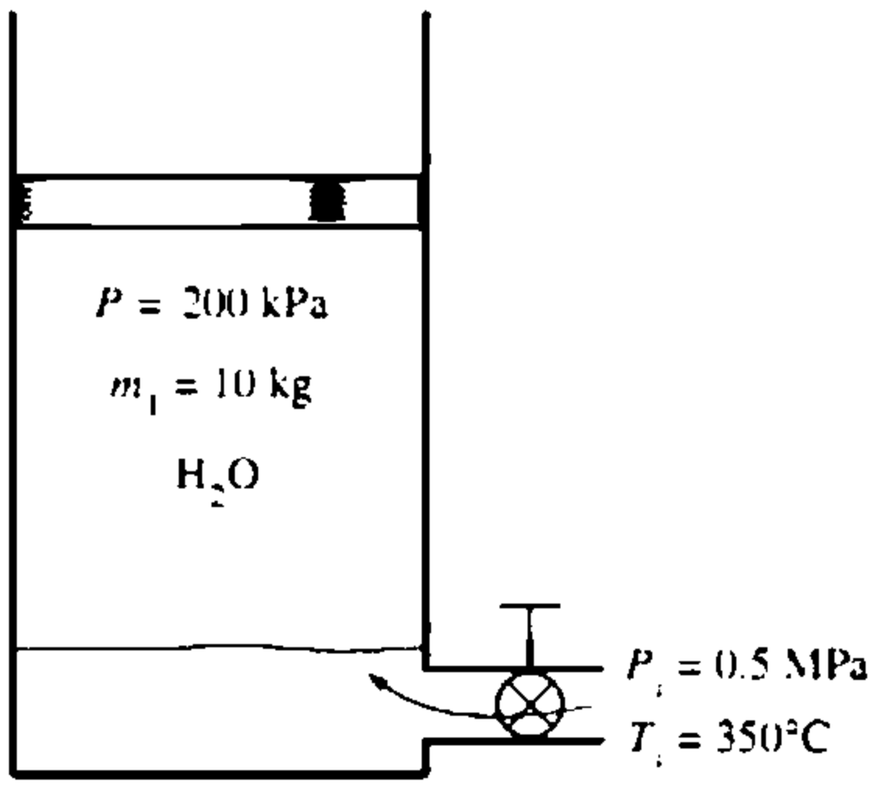


تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنوان درس : ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

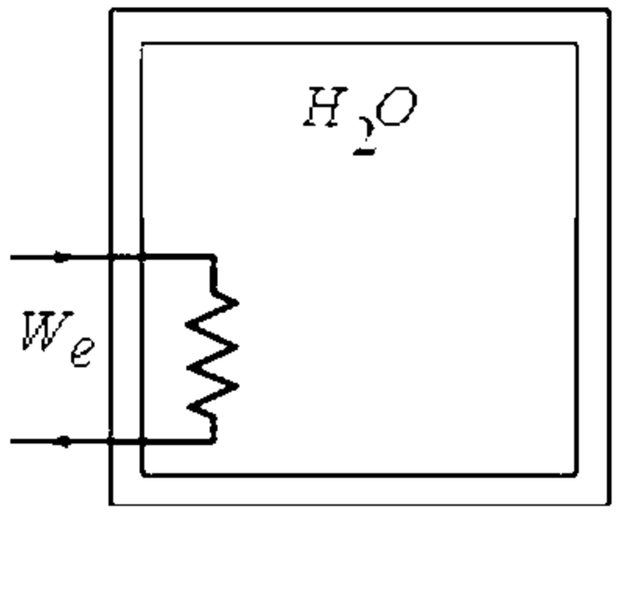
رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی راه آهن - جریه ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی خودرو، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال ۱۳۱۵۱۳۵ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۳- وسیله سیلندر-پیستون عمودی عایقی حاوی $10kg$ آب است، که $8kg$ کیلوگرم آن در فاز بخار است. جرم پیستون طوری است که فشار ثابت $300kPa$ در سیلندر برقرار است. اکنون بخار آب در شرایط $0.5MPa$ و 350^0C از خط تغذیه وارد سیلندر می شود و تمام مایع داخل سیلندر به بخار تبدیل می شود. مطلوبست: (الف) دمای نهایی در سیلندر (ب) جرم بخار آبی که وارد شده است. ۲،۸۰ نمره



۴- الف- ضریب عملکرد یخچالی ۱،۵ است. یعنی یخچال برای هر $1KWh$ برقی که مصرف می کند $1.5KWh$ انرژی را از فضای سرد شده می گیرد. آیا این نقض قانون اول ترمودینامیک است؟ توضیح دهید. ۲،۸۰ نمره
ب- یک ماشین گرمایی کارنو $500KJ$ گرما را از منبعی با دمای نامعلوم می گیرد و $200KJ$ آن را به منبعی با دمای 17^0C دفع می کند. دمای نامعلوم و همچنین بازده گرمایی ماشین را بدست آورید.

۵- تانک صلب کاملا عایقی حاوی $2kg$ مخلوط اشباع مایع-بخار با فشار $100kPa$ است. در ابتدا، سه چهارم جرم مخلوط در فاز مایع است. گرمکن الکتریکی داخل تانک روشن می شود و روشن می ماند تا تمام مایع داخل تانک تبخیر شود. تغییر آنتروپی بخار آب را در این فرآیند بیابید. ۲،۸۰ نمره



تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

نام درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک۱

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی مکانیک گرایش حرارت وسیالات ، مهندسی مکانیک گرایش ساخت وتولید ، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات ، مهندسی راه آهن – جریه ۱۳۱۵۰۱۹، - مهندسی خودرو ، مهندسی هوافضا مهندسی پزشکی گرایش بیومتریال ۱۳۱۵۱۳۵ - ، گرایش بیومکانیک ، ،مهندسی ، مهندسی مهندسی برق – گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

-۱

$$m_A = \frac{V_A}{v_A} = \frac{1}{0.5} = 2\ kg$$

$$m_B = 3.5kg$$

$$B \left| \begin{matrix} 0.5MPa \\ 400^\circ C \end{matrix} \right. \Rightarrow v_{1B} = 0.61728\ m^3/kg \Rightarrow V_B = m_B v_{1B} = 2.16\ m^3$$

$$v_{final} = \frac{V_{tot}}{m_{tot}} = \frac{1+2.16}{2+3.5} = 0.57\ m^3/kg$$

-۲

$T_1 = T_{sat@125\ kPa} = 106.0°C$

The total initial volume is

$$V_1 = m_f v_f + m_g v_g = 2 \times 0.001048 + 3 \times 1.3750 = 4.127\ m^3$$

Then the total and specific volumes at the final state are

$$V_3 = 1.2V_1 = 1.2 \times 4.127 = 4.953\ m^3$$

$$v_3 = \frac{V_3}{m} = \frac{4.953\ m^3}{5\ kg} = 0.9905\ m^3/kg$$

Thus,

$$\left.\begin{matrix} P_3 = 300\ kPa \\ v_3 = 0.9905\ m^3/kg \end{matrix}\right\} T_3 = 373.6°C$$

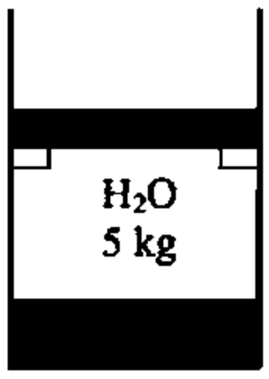
(*b*) When the piston first starts moving, $P_2 = 300$ kPa and $V_2 = V_1 = 4.127\ m^3$. The specific volume at this state is

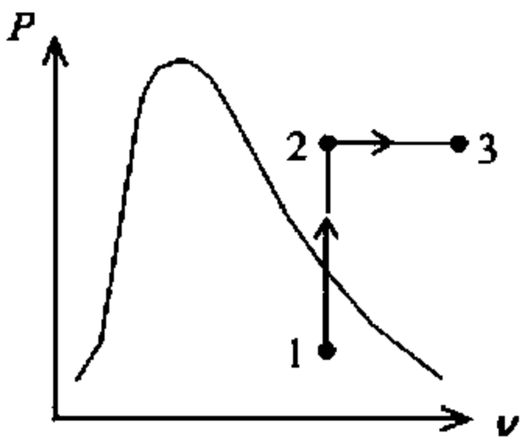
$$v_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{4.127\ m^3}{5\ kg} = 0.8254\ m^3/kg$$

which is greater than $v_g = 0.60582\ m^3/kg$ at 300 kPa. Thus **no liquid** is left in the cylinder when the piston starts moving.

(*c*) No work is done during process 1-2 since $V_1 = V_2$. The pressure remains constant during process 2-3 and the work done during this process is

$$W_b = \int_2^3 P dV = P_2(V_3 - V_2) = (300\ kPa)(4.953 - 4.127)m^3\left(\frac{1\ kJ}{1\ kPa \cdot m^3}\right) = 247.6\ kJ$$





تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

نام درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک۱

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی مکانیک گرایش حرارت وسیالات ، مهندسی مکانیک گرایش ساخت وتولید ، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات ، مهندسی راه آهن – جریه ۱۳۱۵۰۱۹، - مهندسی خودرو ، مهندسی هوافضا مهندسی پزشکی گرایش بیومتریال ۱۳۱۵۱۳۵ - ، گرایش بیومکانیک ، ،مهندسی ، مهندسی مهندسی برق – گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

-۳

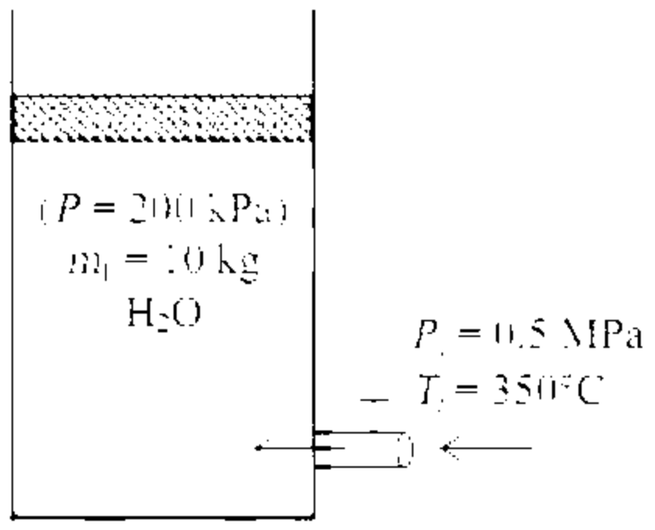
Properties The properties of steam are (Tables A-4 through A-6)

$P = 200$ kPa, $x = 0.6$: $h_1 = h_f + x\,h_{fg}$

$= 504.71 + 0.6 \times 2201.6 = 1825.6$ kJ/kg

$P_2 = 200$ kPa, sat. vapor: $h_2 = h_{g@200\text{ kPa}} = 2706.3$ kJ/kg

$P_3 = 0.5$ MPa, $T_3 = 350°C$: $h_3 = 3168.1$ kJ/kg



Analysis (a) The cylinder contains saturated vapor at the final state at a pressure of 200 kPa, thus the final temperature in the cylinder must be

$$T_2 = T_{sat\,@\,200\text{ kPa}} = \mathbf{120.2°C}$$

(b) We take the cylinder as the system, which is a control volume since mass crosses the boundary. Noting that the microscopic energies of flowing and nonflowing fluids are represented by enthalpy h and internal energy u, respectively, the mass and energy balances for this uniform-flow system can be expressed as

Mass balance: $m_{in} - m_{out} = \Delta m_{system} \rightarrow m = m_2 - m_1$

Energy balance:

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

$$m_3 h_3 = W_{b,out} - m_2 u_2 - m_1 u_1 \quad (\text{since } Q \cong ke \cong pe \cong 0)$$

Combining the two relations gives $0 = W_{b,out} - (m_2 - m_1)h_3 - m_2 u_2 + m_1 u_1$

or, $$0 = -(m_2 - m_1)h_3 - m_2 h_2 + m_1 h_1$$

since the boundary work and ΔU combine into ΔH for constant pressure expansion and compression processes. Solving for m_2 and substituting,

$$m_2 = \frac{h_1 - h_3}{h_3 - h_2} m_1 = \frac{(3168.1 - 1825.6)\text{ kJ/kg}}{(3168.1 - 2706.3)\text{ kJ/kg}}(10\text{ kg}) = 29.07\text{ kg}$$

Thus,

$$m_3 = m_2 - m_1 = 29.07 - 10 = \mathbf{19.07\text{ kg}}$$

-۴

صفحه ۲۳۱

-۵

صفحه۲۸۵

92-93-3

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

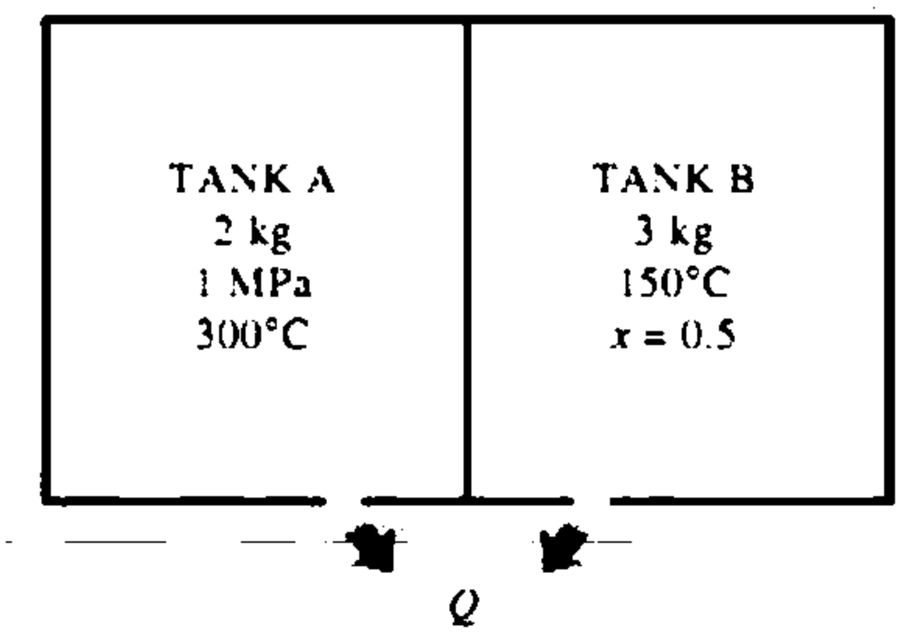
رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی - مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت، مهندسی برق گرایش کنترل، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

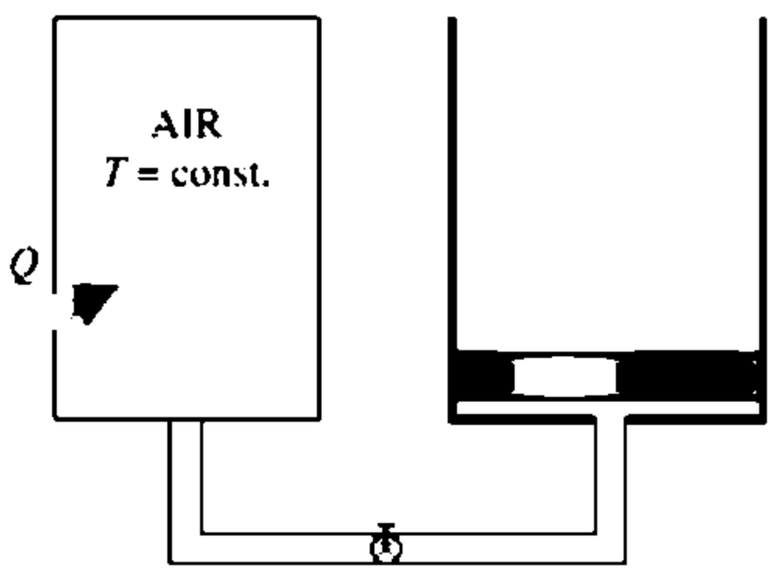
۱- مطابق شکل، دو مخزن A و B توسط یک پارتیشن از هم جدا شده اند. در ابتدا مخزن A شامل ۲ کیلوگرم بخار در فشار $1MPa$ و دمای 300^0C و مخزن B شامل ۳ کیلوگرم مخلوط مایع-بخار اشباع با دمای 150^0C با کسر جرمی بخار 50% (نصف جرم مخزن B بخار است) می باشد. حال پارتیشن برداشته شده و مخلوط به حالت تعادل ترمودینامیکی می رسد. اگر فشار نهایی مخلوط برابر $300kPa$ باشد مطلوبست محاسبه ی : **۳،۵۰ نمره**

الف- دما و کیفیت نهایی مخلوط (در صورت تعریف شدن کیفیت)

ب- مقدار گرمای هدر رفته از مخزن.



۲- تانک صلبی حاوی $0,4m^3$ هوا (گاز ایده آل)، در شرایط $P=400KPa$ و $T=30°C$ ، توسط شیر به یک وسیله سیلندر-پیستونی با لقی صفر متصل است. $200KPa$ فشار برای بالا بردن پیستون لازم است. شیر به طور جزئی باز می شود و هوا وارد سیلندر می شود و فشار در تانک به $200KPa$ می رسد. در این فرآیند، گرما با اطراف مبادله می شود و هوا همیشه در $T=30°C$ است. مقدار انتقال گرما را بیابید. **۲،۸۰ نمره**

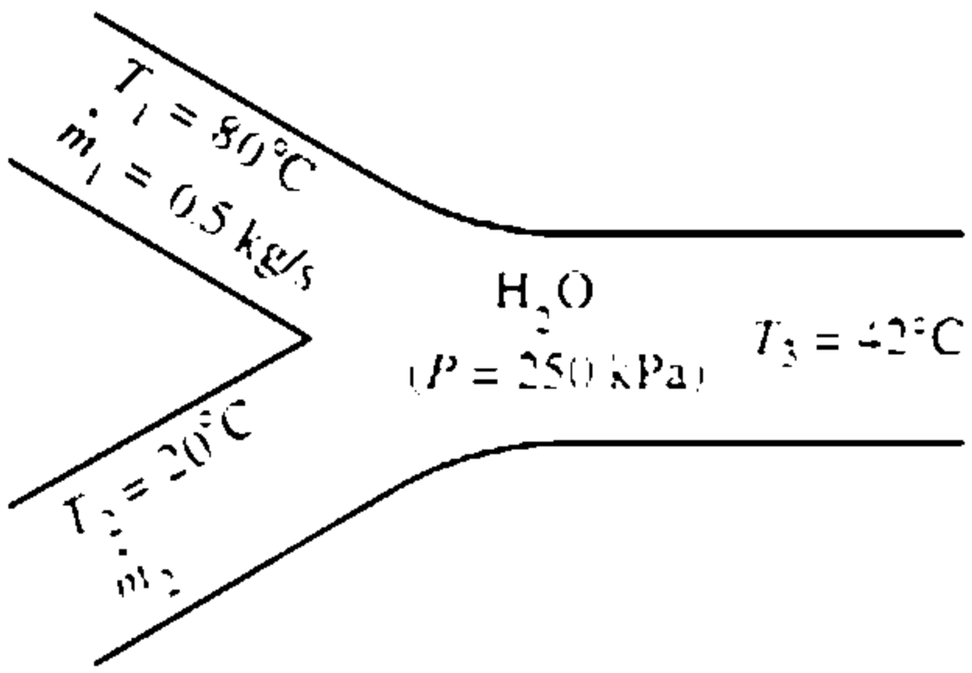


تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت، مهندسی برق - گرایش کنترل، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۳- جریان آب گرم $80°C$ با آهنگ $0.5\frac{kg}{s}$ 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. ۲،۸۰ نمره



۴- ماشین گرمایی بین دو منبع با دماهای 800^0C و 20^0C کار می کند. نیمی از کار خروجی از این ماشین به یک پمپ گرمای کارنو داده می شود. این پمپ، گرما را از محیط سردی با دمای 2^0C جذب می کند و آن را به خانه ای می دهد و آن را در 22^0C نگه می دارد. اگر خانه با آهنگ $95000\frac{kJ}{h}$ گرما دفع کند، آهنگ مینیمم گرمای داده شده به ماشین گرمایی را که برای نگهدارای خانه در 22^0C لازم است بیابید. ۲،۸۰ نمره

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت، مهندسی برق - گرایش کنترل، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۵- تانک صلبی توسط پارتیشن به دو قسمت مساوی تقسیم شده است. یک قسمت تانک حاوی آب مایع متراکم در شرایط $300kPa$ و 60^0C است و قسمت دیگر خلا است. پارتیشن را بر می داریم و آب منبسط می شود و تمام تانک را پر می کند. اگر فشار نهایی در تانک $15kPa$ باشد، تغییر آنتروپی آب را در این فرآیند بیابید. ۲۰،۱۰ نمره

تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

نام درس: ترمودینامیک

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی راه آهن-جریه ، مهندسی مکانیک گرایش حرارت وسیالات ، مهندسی مکانیک گرایش ساخت وتولید، ، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوافضا ۱۳۱۵۰۱۹-مهندسی برق-گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴، مهندسی برق گرایش کنترل، مهندسی پزشکی -گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو۱۳۱۵۱۳۵

جواب ۱

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

$$-Q_{\text{out}} = \Delta U_A + \Delta U_B = \left[m(u_2 - u_1)\right]_A + \left[m(u_2 - u_1)\right]_B \quad (\text{since } W = \text{KE} = \text{PE} = 0)$$

The properties of steam in both tanks at the initial state are (Tables A-4 through A-6)

$$\left.\begin{aligned} P_{1,A} &= 1000 \text{ kPa} \\ T_{1,A} &= 300°\text{C} \end{aligned}\right\} \begin{aligned} v_{1,A} &= 0.25799 \text{ m}^3/\text{kg} \\ u_{1,A} &= 2793.7 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$\left.\begin{aligned} T_{1,B} &= 150°\text{C} \\ x_1 &= 0.50 \end{aligned}\right\} \begin{aligned} v_f &= 0.001091, \quad v_g = 0.39248 \text{ m}^3/\text{kg} \\ u_f &= 631.66, \quad u_{fg} = 1927.4 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$v_{1,B} = v_f + x_1 v_{fg} = 0.001091 + \left[0.50 \times (0.39248 - 0.001091)\right] = 0.19679 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$u_{1,B} = u_f + x_1 u_{fg} = 631.66 + (0.50 \times 1927.4) = 1595.4 \text{ kJ/kg}$$

The total volume and total mass of the system are

$$V = V_A + V_B = m_A v_{1,A} + m_B v_{1,B} = (2 \text{ kg})(0.25799 \text{ m}^3/\text{kg}) + (3 \text{ kg})(0.19679 \text{ m}^3/\text{kg}) = 1.106 \text{ m}^3$$

$$m = m_A + m_B = 3 + 2 = 5 \text{ kg}$$

Now, the specific volume at the final state may be determined

$$v_2 = \frac{V}{m} = \frac{1.106 \text{ m}^3}{5 \text{ kg}} = 0.22127 \text{ m}^3/\text{kg}$$

which fixes the final state and we can determine other properties

$$T_2 = T_{\text{sat @ 300 kPa}} = \mathbf{133.5°C}$$

$$\left.\begin{aligned} P_2 &= 300 \text{ kPa} \\ v_2 &= 0.22127 \text{ m}^3/\text{kg} \end{aligned}\right\} x_2 = \frac{v_2 - v_f}{v_g - v_f} = \frac{0.22127 - 0.001073}{0.60582 - 0.001073} = \mathbf{0.3641}$$

$$u_2 = u_f + x_2 u_{fg} = 561.11 + (0.3641 \times 1982.1) = 1282.8 \text{ kJ/kg}$$

(*b*) Substituting,

$$-Q_{\text{out}} = \Delta U_A + \Delta U_B = \left[m(u_2 - u_1)\right]_A + \left[m(u_2 - u_1)\right]_B$$
$$= (2 \text{ kg})(1282.8 - 2793.7)\text{kJ/kg} + (3 \text{ kg})(1282.8 - 1595.4)\text{kJ/kg} = -3959 \text{ kJ}$$

or $\quad Q_{\text{out}} = \mathbf{3959 \text{ kJ}}$

تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

نام درس: ترمودینامیک

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی راه آهن-جریه ، مهندسی مکانیک گرایش حرارت وسیالات ، مهندسی مکانیک گرایش ساخت وتولید، ، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوافضا ۱۳۱۵۰۱۹-مهندسی برق-گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴، مهندسی برق گرایش کنترل، مهندسی پزشکی -گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو۱۳۱۵۱۳۵

جواب ۲

تمرین ۳-۱۱۶ فصل سوم صفحه ۱۶۹ توجه شود.

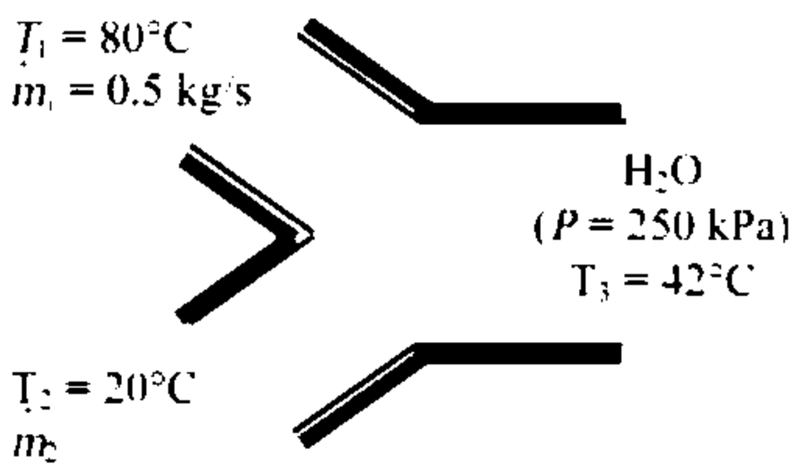
جواب۳

Properties Noting that $T < T_{sat\ @\ 250\ kPa} = 127.41°C$, the water in all three streams exists as a compressed liquid, which can be approximated as a saturated liquid at the given temperature. Thus,

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

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

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



Analysis We take the mixing chamber as the system, which is a control volume. The mass and energy balances for this steady-flow system can be expressed in the rate form as

Mass balance:

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

Energy balance:

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

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

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

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

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

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

Substituting, the mass flow rate of cold water stream is determined to be

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

جواب ۴

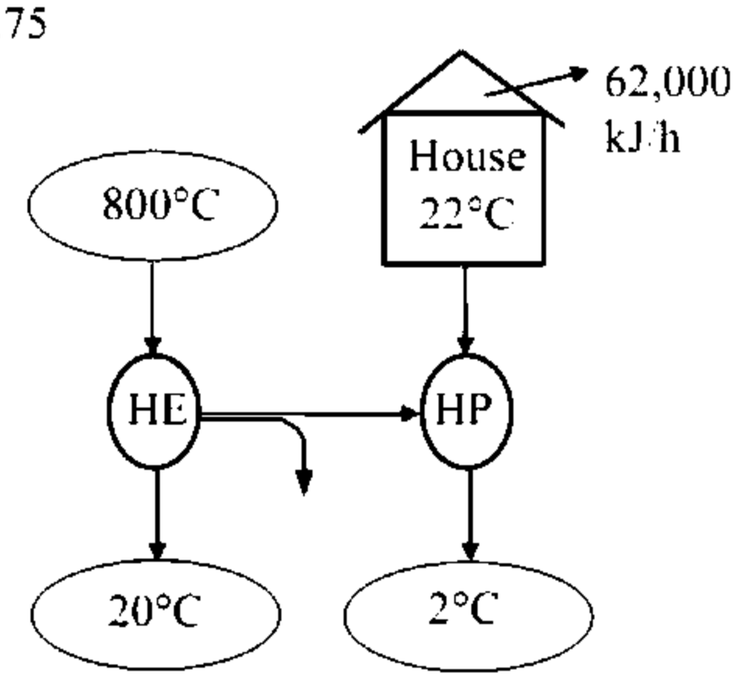
Assumptions Steady operating conditions exist.

Analysis The coefficient of performance of the Carnot heat pump is

$$\mathrm{COP}_{\mathrm{HP,C}} = \frac{1}{1-(T_L / T_H)} = \frac{1}{1-(2+273\ \mathrm{K})/(22+273\ \mathrm{K})} = 14.75$$

Then power input to the heat pump, which is supplying heat to the house at the same rate as the rate of heat loss, becomes

$$\dot{W}_{\mathrm{net,in}} = \frac{\dot{Q}_H}{\mathrm{COP}_{\mathrm{HP,C}}} = \frac{62{,}000\ \mathrm{kJ/h}}{14.75} = 4203\ \mathrm{kJ/h}$$



which is half the power produced by the heat engine. Thus the power output of the heat engine is

$$\dot{W}_{\mathrm{net,out}} = 2\dot{W}_{\mathrm{net,in}} = 2(4203\ \mathrm{kJ/h}) = 8406\ \mathrm{kJ/h}$$

To minimize the rate of heat supply, we must use a Carnot heat engine whose thermal efficiency is determined from

$$\eta_{\mathrm{th,C}} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{293\ \mathrm{K}}{1073\ \mathrm{K}} = 0.727$$

Then the rate of heat supply to this heat engine is determined from the definition of thermal efficiency to be

$$\dot{Q}_{H,\mathrm{HE}} = \frac{\dot{W}_{\mathrm{net,out}}}{\eta_{\mathrm{th,HE}}} = \frac{8406\ \mathrm{kJ/h}}{0.727} = \mathbf{11{,}560\ \ kJ/h}$$

تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

نام درس: ترمودینامیک

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی راه آهن-جریه ، مهندسی مکانیک گرایش حرارت وسیالات ، مهندسی مکانیک گرایش ساخت وتولید، ، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوافضا ۱۳۱۵۰۱۹-مهندسی برق-گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴، مهندسی برق گرایش کنترل، مهندسی پزشکی -گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو۱۳۱۵۱۳۵

جواب۵

Analysis The properties of the water are (Table A-4)

$$\left.\begin{array}{l} P_1 = 300\ \text{kPa} \\ T_1 = 60^\circ\text{C} \end{array}\right\} \begin{array}{l} v_1 \cong v_{f@60^\circ\text{C}} = 0.001017\ \text{m}^3/\text{kg} \\ s_1 = s_{f@60^\circ\text{C}} = 0.8313\ \text{kJ/kg}\cdot\text{K} \end{array}$$

1.5 kg compressed liquid 300 kPa 60°C	Vacuum

Noting that

$$v_2 = 2v_1 = (2)(0.001017) = 0.002034\ \text{m}^3/\text{kg}$$

$$\left.\begin{array}{l} P_2 = 15\ \text{kPa} \\ v_2 = 0.002034\ \text{m}^3/\text{kg} \end{array}\right\} \begin{array}{l} x_2 = \dfrac{v_2 - v_f}{v_{fg}} = \dfrac{0.002034 - 0.001014}{10.02 - 0.001014} = 0.0001018 \\ s_2 = s_f + x_2 s_{fg} = 0.7549 + (0.0001018)(7.2522) = 0.7556\ \text{kJ/kg}\cdot\text{K} \end{array}$$

Then the entropy change of the water becomes

$$\Delta S = m(s_2 - s_1) = (1.5\ \text{kg})(0.7556 - 0.8313)\text{kJ/kg}\cdot\text{K} = \mathbf{-0.114\ kJ/K}$$

92-93-2

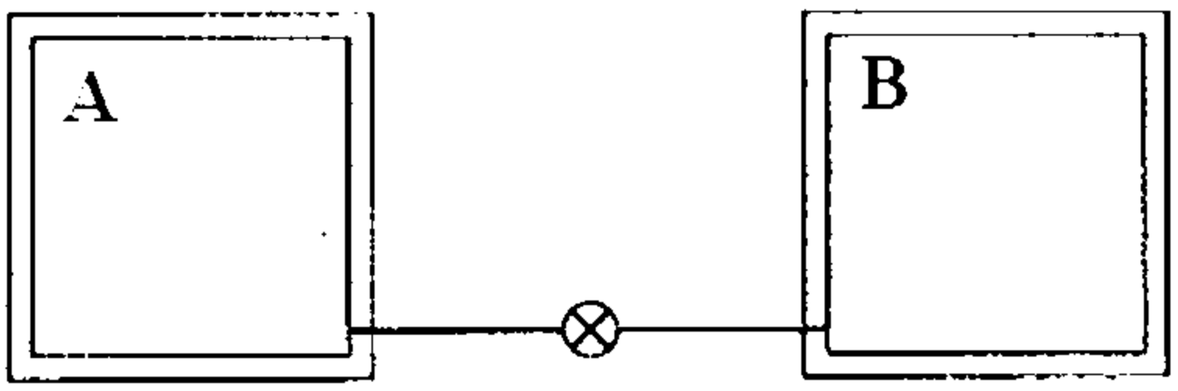
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی - مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت، مهندسی برق گرایش کنترل، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

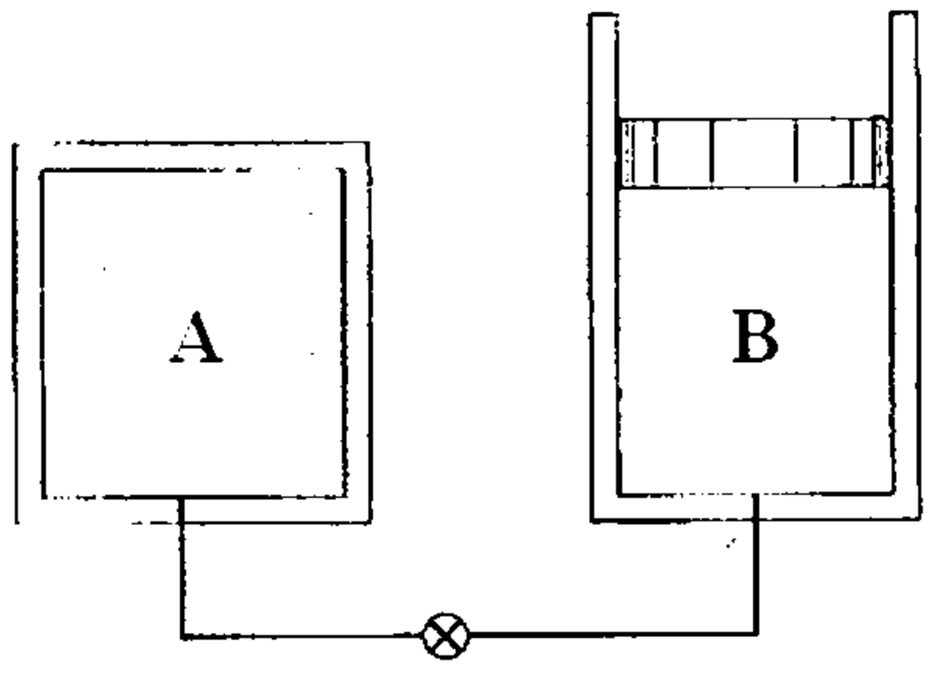
۱- دو مخزن صلب حاوی آب مطابق شکل به یکدیگر متصلند. مخزن A دارای حجم $V_A = 1m^3$ بوده و فشار آن $P = 200KPa$ و حجم ویژه آن $0.5\frac{m^3}{Kg}$ می باشد. مخزن B حاوی $m = 3.5Kg$ آب در فشار $0.5MPa$ و درجه حرارت $400°C$ است. شیر را باز می کنیم تا دو مخزن در فشار نهایی $P = 300KPa$ به حالت تعادل در آیند، حجم مخصوص نهایی و میزان انتقال حرارت را بیابید. ۲،۸۰ نمره



۲- سیلندر پیستون B توسط یک خط لوله و شیر به مخزن A به حجم $1m^3$ وصل شده است. هر دو دارای آب و در ابتدا مخزن A در حالت بخار اشباع در فشار $100kPa$ و B در دمای $400°C$ و فشار $300kPa$ و به حجم $1m^3$ می باشد. اکنون شیر باز می شود و آب درو ن A،B به حالت یکنواخت می رسد. ۲،۸۰ نمره

الف- جرم اولیه درون مخزن A،B را پیدا کنید.

ب- اگر بعد از انجام فرآیند درجه حرارت $200°C$ باشد، مقدار کار و انتقال گرما را پیدا کنید.



تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

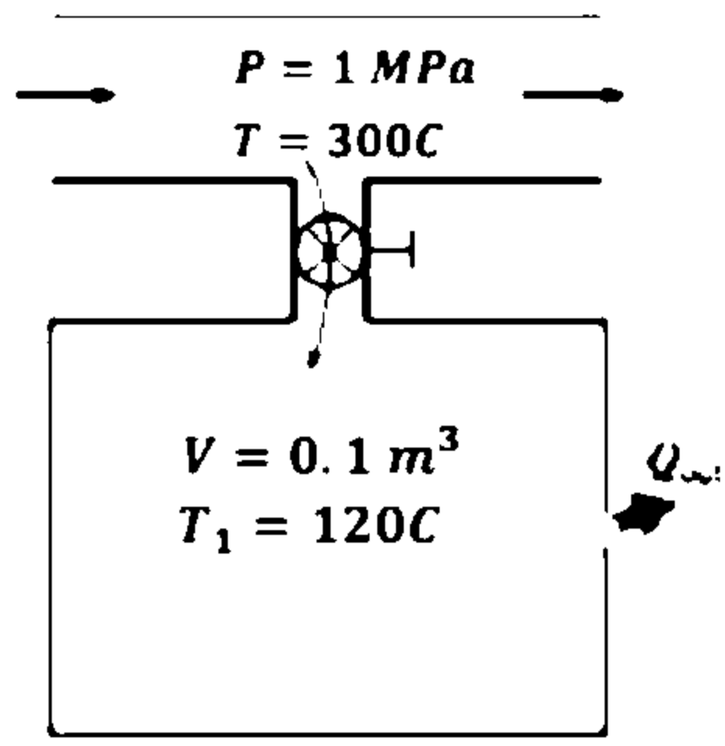
رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت، مهندسی برق - گرایش کنترل، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۳- یک مخزن صلب به حجم $0.1m^3$ ، ابتدا حاوی بخار آب اشباع در دمای 120^0C می باشد. مخزن از طریق یک شیر به یک خط لوله حاوی بخار آب در $1MPa$ و $300°C$ متصل است. شیر باز می شود و بخار آب وارد مخزن می گردد. انتقال حرارت با محیط انجام می گیرد، به نحوی که دمای مخزن در 120^0C باقی می ماند. وقتی نیمی از مخزن پر از آب شد، شیر بسته می شود.مطلوبست تعیین: ۲،۸۰ نمره

الف- فشار نهایی داخل مخزن،

ب- مقدار بخار آبی که وارد مخزن می شود

ج- مقدار حرارت منتقل شده



۴- یک پمپ حرارتی یک خانه را در زمستان گرم و در تابستان سرد می کند. درجه حرارت داخل در زمستان باید 20^0C و در تابستان 25^0C باشد. مقدار انتقال حرارت از دیوارها و سقف ها $2400kJ$ در ساعت به ازای هر درجه اختلاف بین دمای داخل و خارج تخمین زده شده است. ۲،۸۰ نمره

الف) اگر درجه حرارت هوای خارج در زمستان 0^0C باشد، حداقل توان مورد نیاز برای گرداندن پمپ حرارتی چیست؟

ب) برای توان محاسبه شده در قسمت (الف)، حداکثر درجه حرارت هوای بیرون در تابستان چقدر باشد تا هوای داخل خانه در 25^0C باقی بماند؟

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

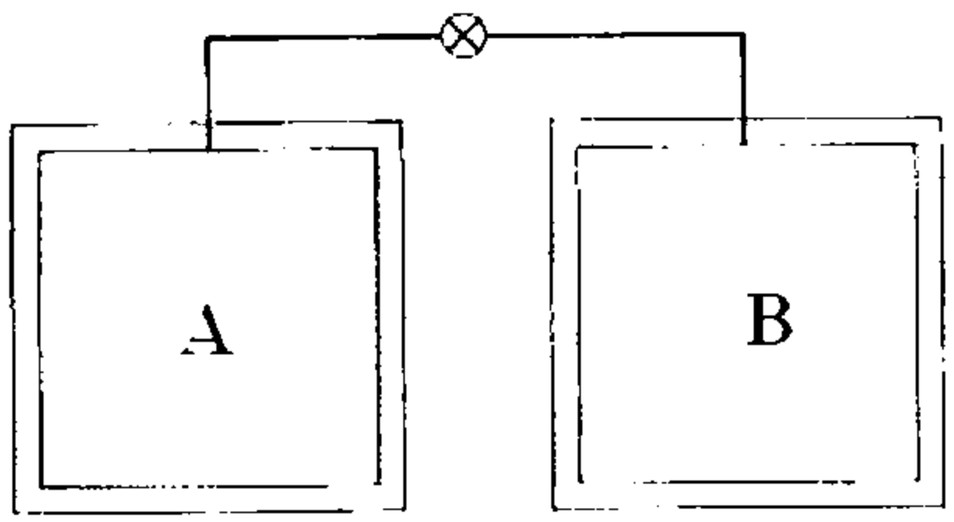
عنـــوان درس : ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت، مهندسی برق - گرایش کنترل، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

۵- دو مخزن صلب به وسیله شیری به هم متصل شده اند. مخزن A عایق بندی شده است و شامل $0.2m^3$ بخار با کیفیت 80% در فشار $400kPa$ می باشد. مخزن B عایق بندی نشده است و شامل $3kg$ بخار در فشار $200kPa$ و دمای 250^0C می باشد. حال شیر باز می شود و بخار از مخزن A به مخزن B جریان می یابد تا اینکه فشار مخزن A به $300kPa$ افت کند. در طول این تحول $600kJ$ گرما از مخزن B به محیط با دمای 0^0C انتقال می یابد. با فرض اینکه بخار باقی مانده در مخزن A یک تحول برگشت پذیر آدیاباتیک را طی کند، مطلوبست تعیین: ۲۰،۸۰ نمره

الف- دمای نهایی در هر مخزن

ب- آنتروپی تولید شده در خلال تحول



تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی - مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی هوا فضا - هوا فضا ۱۳۱۵۰۱۹ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت، مهندسی برق گرایش کنترل، مهندسی پزشکی - گرایش بیومتریال، مهندسی خودرو ۱۳۱۵۱۳۵ - ، مهندسی برق - گرایش قدرت۱۳۱۵۲۹۴

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی مجاز است

۱- نمره ۲،۸۰

$$m_A=\frac{V_A}{v_A}=\frac{1}{0.5}=2\ kg$$

$$m_B=3.5kg$$

$$B\left|\begin{matrix}0.5MPa\\400^\circ C\end{matrix}\right. \Rightarrow v_{1B}=0.61728\ m^3/kg \Rightarrow V_B=m_B v_{1B}=2.16\ m^3$$

$$v_{final}=\frac{V_{tot}}{m_{tot}}=\frac{1+2.16}{2+3.5}=0.57\ m^3/kg$$

۲- نمره ۲،۸۰ — صفحه۱۰۶

۳- نمره ۲،۸۰ — صفحه۱۸۲

۴- نمره ۲،۸۰

الف) $T_H=20^\circ C$ Cte $\Rightarrow Q_H=Q_{\text{منتقل شده}}=\frac{2400}{3600}(T_H-T_L)=13.333kW$

$T_L=0^\circ C$

حداقل توان برای گرداندن پمپ حرارتی موقعی است که پمپ حرارتی دوسیکل کارنو کارکند.

$$\Rightarrow \beta'=\frac{Q_H}{W}=\frac{T_H}{T_H-T_L} \Rightarrow W_{min}=0.91kW$$

ب) $T_L=25^\circ C=Cte \Rightarrow Q_L=Q_{\text{منتقل شده از اتاق}}=\frac{2400}{3600}(T_H-T_L)$

$T_H=?\quad \beta=\frac{Q_L}{W}=\frac{T_L}{T_H-T_L} \Rightarrow \frac{?}{?}(T_H-T_L)=\frac{T_L}{T_H-T_L}$

$W=0.91kW$

$\Rightarrow T_H=45^\circ C$

۵- نمره ۲،۸۰ — صفحه۲۸۶