

تمرین 1: برای یک مول گاز ایده آل درون یک سیلندر با پیستون متحرک با استفاده از قانون اول ترمودینامیک

$$C_{v,m} = 12.5 \frac{J}{mol \cdot K} \quad \text{و} \quad C_{p,m} = 20.8 \frac{J}{mol \cdot K}$$

ا) گاز 234 J گرما جذب کند و با کاری معادل 534 J فشرده شود. $\Delta U = ?$

ب) گاز با از دست دادن 106 J گرما سرد می شود و با منبسط شدن 242 J کار انجام می دهد. $\Delta U = ?$

ج) گاز در یک فرآیند حجم ثابت از دمای 298 K تا 398 K گرم می شود. $\Delta U = ?$

د) گاز در یک فرآیند فشار ثابت از دمای 298 K تا 398 K گرم می شود. $q_n = ?$

ه) گاز از حجم 0.25 L به حجم 1.00 L منبسط می شود وقتی که فشار خارجی 2.5 atm است. $W = ?$

و) تغییرات انرژی داخلی در یک فرآیند فشار ثابت -407 J و تغییرات آنتالپی 678 J - می باشد. $W = ?$

تمرین 2: معمولاً فشار گاز درون اسپری ها 2 تا 4 برابر فشار هوای محلی است. با فرض اینکه یک اسپری دارید که

فشار درون آن 6 برابر فشار هوای محلی است، محاسبه کنید که دمای گاز هنگام خروج از اسپری

چقدر کاهش می یابد. (فشار را به درجه دقت کنید، $\gamma = \frac{5}{3}$)

تمرین 3: فرض کنید هوا به صورت بی درود منبسط می شود. تغییرات کلامیک بیشتر است یا حجم؟

تمرین 4: یک گاز ایده آل به صورت همگام در یک سیستم بسته فشرده می شود، فرض کنید باید باشد.

ا) آنتالپی ثابت

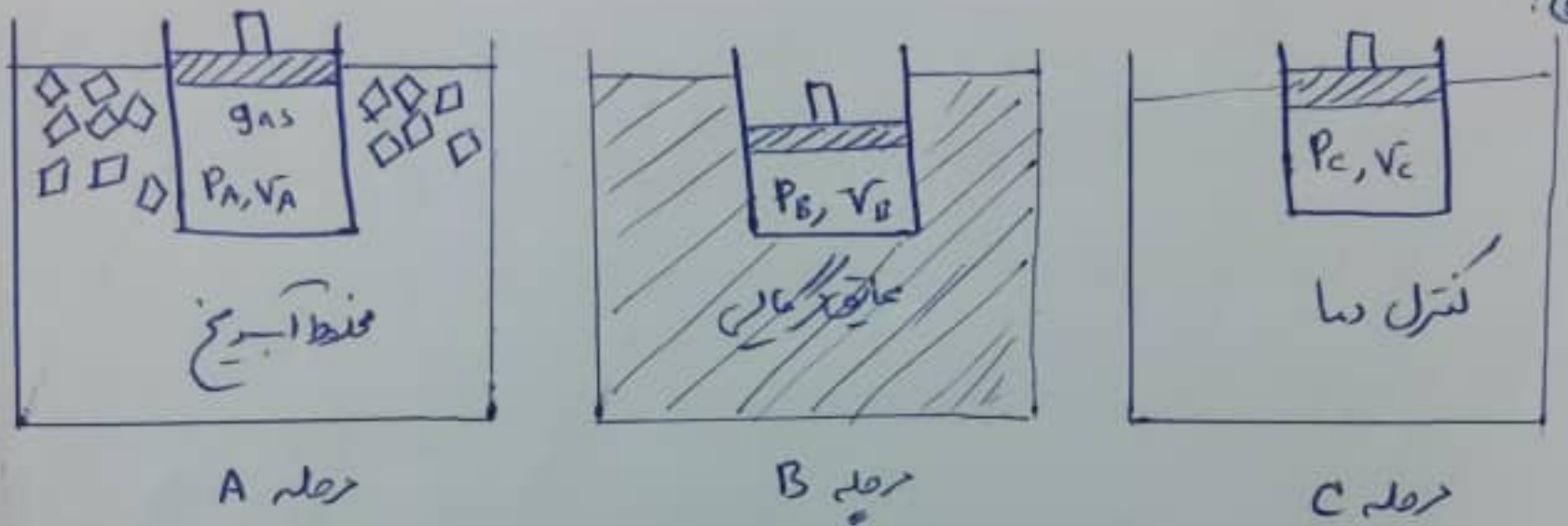
ب) فشار

ج) بی درود

د) بدون کار

ه) حجم ثابت

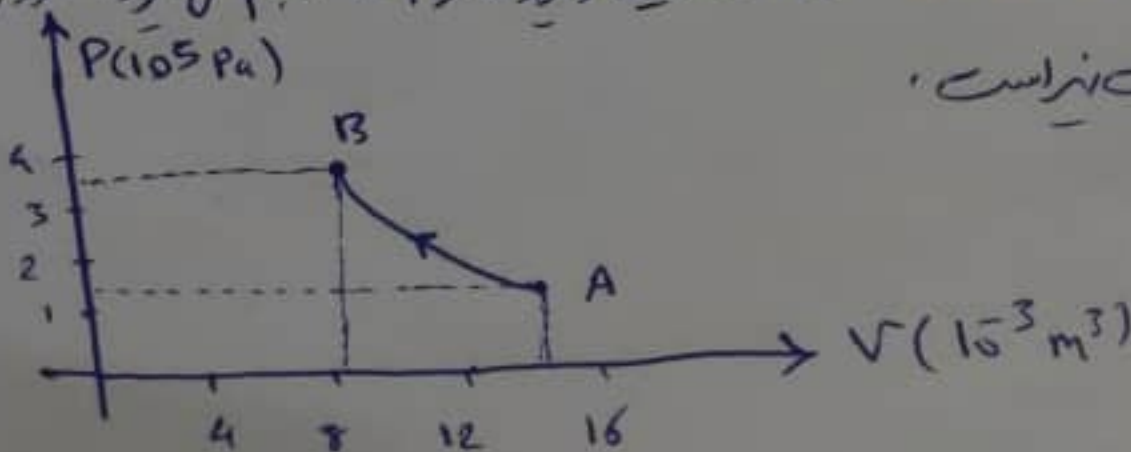
تمرین 5: فیتون در یک سیلندر پیستون در فشار 690 kPa ، دمای 260°C ، 210 kPa ، و 40°C منبسط می‌شود.
 فرض کنید گاز ایده آل است و از فرمول $pV^\gamma = \text{const}$ پیروی می‌کند. کار انجام شده توسط گاز در این فرآیند را
 چقدر است؟
 راهنمایی: ابتدا باید کار را بدست آورید بعد کار را محاسبه کنید.



در شکل بالا یک سیلندر حاوی یک گاز را مشاهده می‌کنید. سیلندر در مخلوطی از آب و بخار قرار دارد و گاز در تعادل گرمایی است و فشار آن $P_A = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ و حجم آن $V_A = 0.0140 \text{ m}^3$ است. گاز به ترتیب تحت تغییرات زیر قرار می‌گیرد:

فاز 1: سیلندر از مخلوط آب و بخار خارج می‌شود و اطراف آن توسط یک عایق پوشانده می‌شود یعنی محیط اطراف آن عایق گرمایی می‌شود (مرحله B) و در همین حالت پیستون فشرده می‌شود.
 عبارت دینامیک گاز به صورت $P_B = 3.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ در این حالت.

و در این فرآیند کار W_1 انجام می‌گیرد. نمودار $P-V$ آن به صورت زیر است.



فرایند ②: دمای گاز اندازه‌گیری می‌شود و آنگاه سیلندر در یک حمام گرمایی محبت کنترل دما قرار می‌گیرد. در این حالت پیستون اجازه دارد که به سمت بالا حرکت کند تا هم‌تراز در سطحی A شود. در این حالت داریم $P_c = 2.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ و $V_c = V_A$ و کار کار W_2 را انجام می‌دهد و گرمای Q_2 را بدست می‌آورد. (فرض کنید در این حالت رابطه دگرگونی $P-V$ خطی است)

فرایند ③: پیستون در مکان خود محکم می‌شود و سیلندر در محفظه آب سرد اولیه قرار می‌گیرد و اجازه داده می‌شود به تعادل گرمایی برسد. در این حالت کار W_3 انجام می‌گیرد و گرمای Q_3 آزاد می‌شود.

ا) فرایند ① در نمودار $P-V$ نمایش داده شده است. فرایندهای ② - ③ را نیز در این نمودار رسم کنید.
 ب) W_2 را محاسبه کنید.

ج) فرض کنید طر فرایند ② گرمای بدست آمده از منبع $Q_2 = +3040 \text{ J}$ گرمایی Q_1 باشد آنگاه Q_1 چقدر است.
 د) فرض کنید طی فرایند ③ $5.7 \times 10^{-3} \text{ kg}$ بخار نوبس شود. استخاره از $L_f = 3.3 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ آنگاه Q_3 را حساب کنید.

ه) Q_3 را بدست آورید.

و) Q_1 را حساب کنید.

ز) W_1 را با توجه به مقدار بدست آمده در و) بدست آورید.

ح) کار کل انجام شده در این سیکل بسته چقدر است.

ط) گرمای کل مربوط به چرخش بسته چقدر است.

ث) کار کل در گرمای کل را با نام مقایسه کنید.

تمرین ④: یک سیلندر بدون اصطکاک با دوپین متوقف کننده در بالای آن شامل 2.5 kg آب اشباع در فشار 125 kPa باشد (state 1). انتقال گرما به آب باعث بخار شدن آب و بالا رفتن پیستون می شود، وقتی پیستون به پین ها رسید آنگاه حجم برابر با 50 L می شود (state 2). انتقال گرما ادامه می یابد تا فشار به میزان 225 kPa برسد (state 3) در این صورت:

- غورار $P-v$ را رسم کنید بطوریکه شامل ناحیه مایع و بخار باشد.
- کیفیت را برابر state 2 و state 3 بدست آورید.
- دمای نهایی را بدست آورید.

تمرین ⑧: 5 kg هوا در یک سیلندر با یک پیستون در فشار 500 kPa در دما 500 K نگهداری می شود.

در یک فرایند انبساط فشار هوا به 230 kPa (فرایندی دیر و برگشت پذیر) کاهش می یابد.

کار انجام شده توسط هوا در این فرایند چقدر است.

$$\bar{c}_v = 0.742 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

ظرفیت گرمایی ویژه هوا $\bar{c}_v = 0.742 \frac{\text{کلوژول}}{\text{کیلوگرم-کلوین}}$

$$\gamma = 1.4$$

و اینها را تمرین ⑪ را ببینید.

تمرین ⑨: هوا در فشار 1 atm در دما 20°C درون یک سیلندر به حجم 1000 cm^3 نگهداری می شود.

به گاز گرما افزوده می شود تا دما آن به میزان 260°C برسد. در صورتیکه فن ریاست بهمانند

محاسبه کنید: a) گرمای اضافه شده b) کار انجام شده توسط گاز c) Δu معاد

$$\bar{c}_p = 1.005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \quad M = 28.97 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

تمرین 10) انرژی داخلی یک گاز با رابطه $U = 3.56 PV + 84$ بیان شود که در آن U بر اساس $\frac{kJ}{kg}$

(انرژی بر واحد حجم) و P بر اساس kPa و V بر اساس $\frac{m^3}{kg}$ (حجم مخصوص) باشد.
 یک سیلندر شامل $3 kg$ از این گاز در فشار اولیه $500 kPa$ و حجم اولیه $0.22 m^3$ است.

فشارهای $100 kPa$ منبسط شود که در آن فرآیند را با $PV^{1.2} = \text{const}$ برقرار است.

ΔU ، q و w این فرآیند را بدست آورید. (ΔU متعلق به انرژی داخلی است)

راههای $(\Delta U = m \Delta U) (V = v m)$

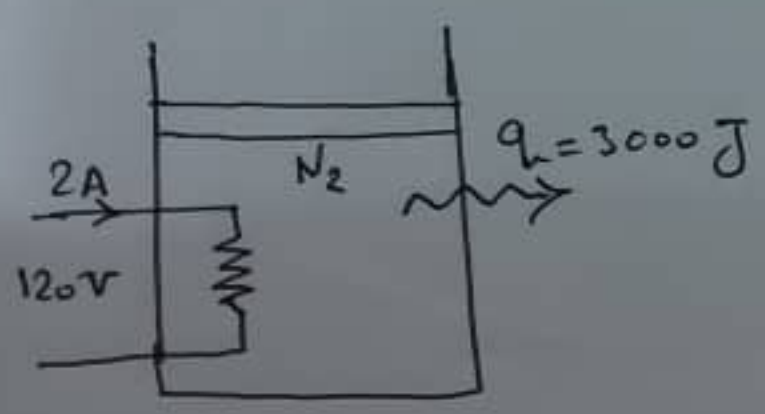
تمرین 11) یک سیلندر پستیون در ابتدا دارای $0.3 m^3$ گاز نیتروژن در فشار $35 kPa$ و دما $35^\circ C$ است.

در ابتدا یک گرم کننده الکتریکی با جریان $2 A$ و ولتاژ $120 V$ به مدت 6 دقیقه درون آن روشن می‌شود.

نیتروژن در فشار ثابت منبسط می‌شود و گرمای $3000 J$ را از دست می‌دهد.

دفعات کفای نیتروژن را بدست آورید. ظرفیت گرمایی ویژه $\bar{C}_p = 1.039 \frac{kJ}{kg K}$

جرم مولی $M = 28.01 \frac{kg}{kmol}$



راههای: ظرفیت گرمایی در واحد $\frac{J}{K}$ باشد اما ظرفیت گرمایی ویژه در واحد $\frac{J}{kg K}$ باشد.

$C_v = m \bar{C}_v$, $C_p = m \bar{C}_p$

↓
حجم

تمرین ۱۲) اسید بنزویک ($C_7H_6O_2$) با اکسیژن مطابق زیر واکنش می دهد. (در دما و فشار محیط)



Substance	$\Delta H_f^\circ \left(\frac{kJ}{mol} \right)$	$C_{p,m} \left(\frac{J}{mol \cdot K} \right)$
$C_7H_6O_2 (s)$	-386	146.8
$O_2 (g)$	0	29.4
$H_2O (l)$	-286	75.3
$CO_2 (g)$	-393.5	37.11

با توجه به اطلاعات بالا ΔH_{rx}° را بدست آورید.

فرض کنید شما با یک گرم اسید بنزویک شروع می کنید و اجازه می دهید در دما و فشار محیط با

اکسیژن واکنش نشان دهد. مقادیر ΔH ، ΔU ، q و w را بدست آورید.

$$M = 122 \frac{gr}{mol} \text{ جرم مولی اسید}$$

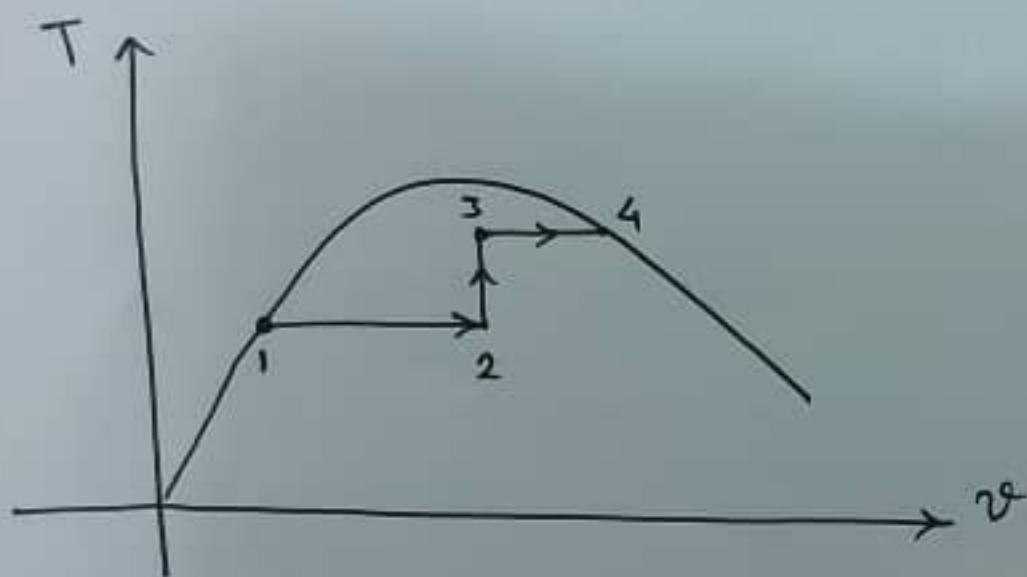
تمرین 13) یک مخزن به حجم 1 m^3 شامل O_2 در دمای 50°C و فشار 0.25 MPa دارد. با گرم

کردن مخزن دمای اکسژن به 325°C می رسد. فشار نهایی و حجم گاز را بدست آورید.

$$M = 32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

تمرین 14) آب اشباع میز را طی می کند. فشار اولیه 0.2 MPa و فشار نهایی 0.5 MPa است.

اگر کیفیت در نقطه 2، 30 درصد باشد آنگاه مقدار کار برده حجم را در کل میز پیدا کنید.



راهنمایی: باید از جدول درجوطب آب اشباع اطلاعات لازم را استخراج کنید.

تمرین 15) یک مخزن با حجم نامعلوم به دو قسمت تبدیل شده است. در یک طرف آن 0.01 m^3 آب اشباع

در فشار 0.8 MPa وارد کرد و در طرف آن خلاء است. اگر دمای هر دو طرف بر داشته

شود و سیال کل فضای مخزن را در اختیار داشته باشد آنگاه دما 200°C و فشار

400 kPa خواهد بود، حجم مخزن چقدر است؟

H_2O	Evacuated
$V = 0.01 \text{ m}^3$	
$P = 0.8 \text{ MPa}$	