

1.6. BÖLÜM ÖRNEK PROBLEMLERİ

1. $304 \text{ kPa} = ? \text{ lbf/in}^2 \text{ (psi)}$

$$304 \text{ kPa} \left(\frac{1000 \text{ Pa}}{1 \text{ kPa}} \right) \left(\frac{1,4504 \times 10^{-4} \text{ lbf/in}^2}{1 \text{ Pa}} \right) = 44,09 \text{ lbf/in}^2$$

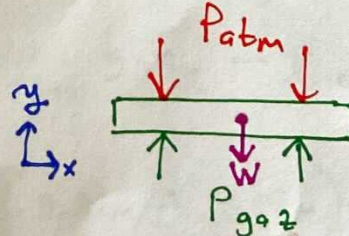
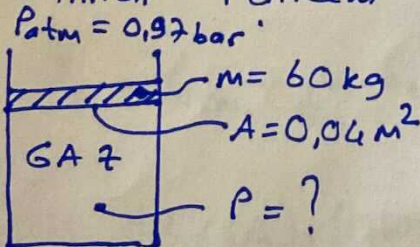
2. Bir odaya bağlı vakum ölçme cihazı, yerel atmosferik basıncın 100 kPa olduğu bir yerde 40 kPa değerini göstermektedir. Oadaki mutlak basıncı bulunuz.

$$\begin{aligned} P_{\text{mutlak}} &= P_{\text{atm}} - P_{\text{vakum}} \\ &= 100 \text{ kPa} - 40 \text{ kPa} \\ &= 60 \text{ kPa} \end{aligned}$$

~~Yanıt: 60 kPa~~

3. İçerisinde gaz bulunan dikey bir piston-silindir düzeninin pistonu 60 kg kütleye ve $0,04 \text{ m}^2$ kesit alanına sahiptir. Yerel atmosferik basınç $0,97 \text{ bar}$ ve yerçekim ivmesi $9,81 \text{ m/s}^2$ 'dir.

a) Silindir içindeki basınç = ?



$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \quad (\uparrow +) \\ A \cdot P_{\text{gaz}} - A \cdot P_{\text{atm}} - W &= 0 \\ P_{\text{gaz}} &= P_{\text{atm}} + \frac{mg}{A} \end{aligned}$$

~~Yanıt: 1,07 bar~~

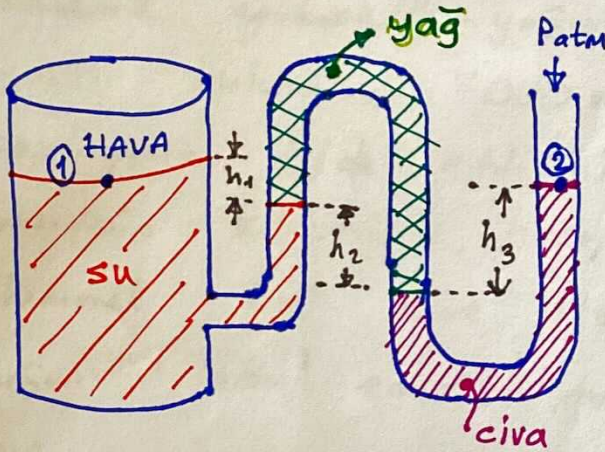
$$= 0,97 \text{ (bar)} + \frac{(60 \text{ ks}) (9,81 \text{ m/s}^2)}{(0,04 \text{ m}^2)} \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ bar}}{10^5 \text{ N/m}^2} \right)$$

$$= 1,12 \text{ bar}$$

6) Eğer gazın bir miktar ısı verilip, silindirin içindeki hacim 2 katına çıkarılırsa gazın basıncı ne olur?

Hacimsel değişimin, "a" sıklığında çizilen serbest diyagram üzerinde etkisi yoktur. Dolayısıyla ile basınç değişmez.

4.



$$h_1 = 0,1 \text{ m}$$

$$h_2 = 0,2 \text{ m}$$

$$h_3 = 0,35 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{su}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{yağ}} = 850 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{civa}} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

Bir tankta hava ile basıncılandırılmış suyun basıncı, çok akışkanlı bir manometreyle ölçülmektedir. Tank, atmosferik basıncın 85,6 kPa olduğu 1400 m rakımdadır. Tankın içindeki basıncı hesaplayınız.

$$P_1 = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{civa}} \cdot g \cdot h_3 - \rho_{\text{yağ}} \cdot g \cdot h_2 - \rho_{\text{su}} \cdot g \cdot h_1$$

$$= (85,6 \text{ kPa}) + \left(13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,35 \text{ m} \right) - \left(850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,2 \text{ m} \right) - \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,1 \text{ m} \right)$$

$$= 130 \text{ kPa}$$

1.7. BÖLÜM ÇALIŞMA SORULARI

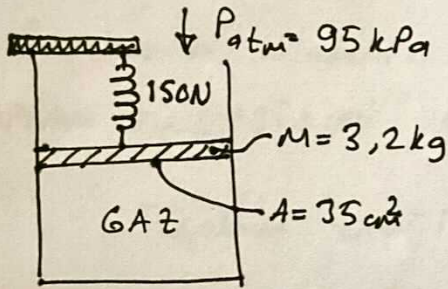
1. 3 kg'lık bir taş yerel çekim ivmesinin $9,79 \text{ m/s}^2$ olduğu bir yerde 200 N 'luk bir kuvvetle yukarıya doğru fırlatılmaktadır. Taşın ivmesini ft/s^2 cinsinden hesaplayınız.
2. Atmosferik havanın yoğunluğu yükseklikle değişir. Yükseklik arttıkça P_{atm} azalır. Aşağıda verilen verileri kullanarak yükseklik-yoğunluk değişimini veren bir bağıntı bulunuz. 7000 m yükseklik için yoğunluğu hesaplayınız. Elde ettiğiniz bağıntıyı, kullanarak atmosferin kütlesini hesaplayınız. Yeryüzünün mükemmel bir küre olduğunu, yarıçapının 6377 km olduğunu kabul ediniz. Atmosfer kalınlığını 25 km alınız.

$z, (\text{km})$	$\rho, (\text{kg/m}^3)$
6377	1,225
6378	1,112
6379	1,007
6380	0,9093
6381	0,8194
6382	0,7364
6385	0,5258
6392	0,1948
6402	0,04008

3. Bir hava kompresörünün çıkışındaki basınç 150 psi'dir. Bu basıncın kPa olarak değeri nedir?

4. Bir ısıtma işlemi sırasında sistemin sıcaklığı 45°C artmaktadır. Sıcaklık artışını K, $^{\circ}\text{R}$, $^{\circ}\text{F}$ cinsinden hesaplayınız.

5.



Dikey konumda olan sürtünmesiz bir piston-silindir düzeni şekilde verilmiştir. Pistona sıkıştırılmış bir yay ile kuvvet uygulanmaktadır. $P_{\text{atm}} = 95 \text{ kPa}$ ise $P_{\text{gaz}} = ?$

2. Bölüm Örnek Problem Çözümleri

1. Esinti hızı yüksek olan ve sürekli 8.5 m/s hızla esen bir bölgede bir rüzgar çiftliği kurulacaktır [örneğin Alaçatı].
- Birim kütledeki rüzgar enerjisini bulun
 - 10 kg kütle için rüzgar enerjisini bulun
 - Hava kütleli debisi 1154 kg/s olduğunda rüzgar enerjisini bulun.

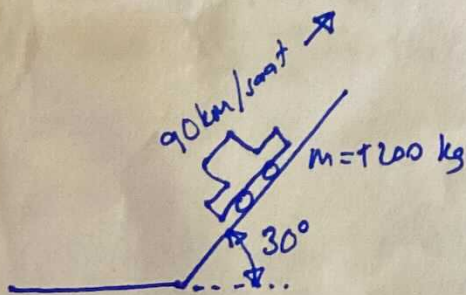
a) $e = \frac{E}{m}$, bu sistemde sadece kinetik enerji değişimi var.

$$e = ke = \frac{v^2}{2} = \frac{(8.5 \text{ m/s})^2}{2} \left(\frac{1 \text{ J/kg}}{1 \text{ m}^2/\text{s}^2} \right) = 36.1 \text{ J/kg}$$

b) $E = m e = (10 \text{ kg}) (36.1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) = 361 \text{ J}$

c) $\dot{E} = \dot{m} e = (1154 \frac{\text{kg}}{\text{s}}) (36.1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) \left(\frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ J/s}} \right) = 41.7 \text{ kW}$

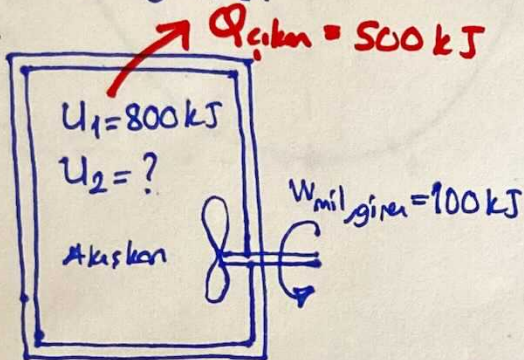
2. 1200 kg ağırlığındaki bir otomobil bir yol seviyesinde 90 km/saat ortalama hızla hareket etmektedir. Daha sonra yatay düzlemde 30° eğimli bir yokuşa çıkmaya başlamıştır. Yokuş boyunca otomobilin hızının sabit kalabilmesi için motor tarafından verilmesi gereken ^{ilave} güç hesaplayınız.



Gerekli olan ilave güç; sadece yokuşa çıkmak için gerekli birim zamanda yapılan iştir. Bu da birim zamanda PE değişimine eşittir.

$$\begin{aligned} \dot{W}_{\text{gerekli}} &= m g \frac{\Delta z}{\Delta t} = m g v_{\text{dikay}} \\ &= (1200 \text{ kg}) (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) (90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \sin 30^\circ) \left(\frac{1 \text{ m/s}}{3.6 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \right) \\ &= 147 \text{ kJ/s} = 147 \text{ kW} \end{aligned}$$

3. Sabit hacimli kapalı bir kapta bulunan sıcak bir sıvı soğutulurken, bir taraftan da pervane ile karıştırılmaktadır. Başlangıçta sıvının toplam iç enerjisi 800 kJ'dür. Soğutma işlemi sırasında çevreye 500 kJ ısı geçişi olmaktadır. Sıvıyı karıştırmak için ise pervane 100 kJ iş yapmaktadır. Sıvının son haldaki iç enerjisini hesaplayınız.



Kap hacimsiz olduğu için $\Delta KE = 0$, $\Delta PE = 0$ Bu durumda

$$\Delta E = \Delta U$$

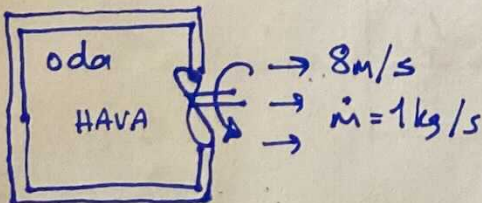
$$E_2 - E_1 = \Delta E_{\text{sistem}}$$

$$W_{\text{mil,g}} - Q_s = \Delta U$$

$$100 \text{ kJ} - 500 \text{ kJ} = U_2 - 800 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow U_2 = 400 \text{ kJ}$$

4. 20 W güç harcayan bir fan kullanılarak bir havalandırma odasında 1 kg/s kütleli debide ve 8 m/s boşaltma hızı ile hava tahliyesi istenmektedir. Bu isteğin uygunluğunu kontrol ediniz.



Fan motoru harcadığı elektrik gücünün bir kısmını pervaneleri döndürmek için mil işine gücü dönüştürür. Fan pervaneleri mekanik gücün büyük oranını havaya verir. Giren elektrik gücü, havanın kinetik enerjisindeki artışa eşit olur.

$$\dot{E}_2 - \dot{E}_1 = \Delta E_{\text{sistem}} / dt$$

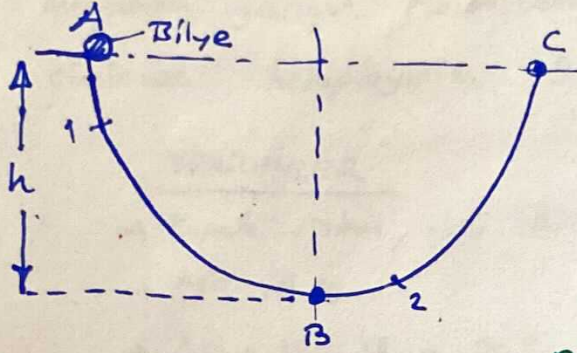
(Çünkü sistem sürekli)

$$\dot{W}_{e,g} = \dot{m}_{\text{hava}} \quad K E_2 = \dot{m}_{\text{hava}} \frac{V_2^2}{2}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2 \dot{W}_{e,g}}{\dot{m}_{\text{hava}}}} = \sqrt{\frac{2 (20 \text{ J/s})}{1 \text{ kg/s}}} \left(\frac{1 \text{ m}^2/\text{s}^2}{1 \text{ J/kg}} \right) = 6,3 \text{ m/s}$$

$6,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
olduğundan
işte k
uygun
değil

5. Yarıçapı h olan yarım küre şeklindeki bir kasedeki çelik bilye; başlangıçta bulunduğu A noktasından bırakılmaktadır. Sürtünme olmadığı durumda ve gerçek hareketler için enerjinin korunumu için ifade geliştiriniz.



Bırakılan bilye yerçekimini etkisiyle hızlanır ve en yüksek hızı B noktasında ulaşır. Daha sonra ters yönde C noktasına doğru gider. Sürtünme olmadığı için A-C arasında salınım yapar.

$$E_g - E_g = \Delta E_{\text{sistem}}$$

101, 11 ve kütle ile olan ve + enerji geçişi

sistemin iç, kinetik enerji, potansiyel enerji değişimi

$$-W_{\text{sürtünme}} = ke_2 - ke_1 + pe_2 - pe_1$$

$$-W_{\text{sürtünme}} + ke_1 + pe_1 = ke_2 + pe_2$$

$$-W_{\text{sürtünme}} + \frac{v_1^2}{2} + gz_1 = \frac{v_2^2}{2} + gz_2$$

0 D
(Uzunluk)

veya

$$\frac{v^2}{2} + gz = C$$

yaazılabilir.

Durum analizi;
101, kütle ile enerji geçişi yok,
bilyenin iç enerjisinin de bir değişimi yok
sürtünme ve buna bağlı ısıya dönüşüm ihmal edilebilir.

6. Kütlesi 10 kg olan bir kapalı sistem; sistemden 0,147 kJ iş enerjisi çıkışına sebep olan, yüksekliğini 50m azaltan, hızını 15m/s'den 30m/s'ye çıkaran bir hal değişimine uğruyor. Bu sırada özgül iş enerjide 5kJ/kg azalmaya meydana geliyor. Proses sırasında ki ısı transferini kJ cinsinden hesaplayınız. ($g = 9,7 \text{ m/s}^2$)

VERİLENLER

- Kapalı sistem, yani kitle transferi yok.
- $m = 10 \text{ kg}$
- $\Delta V = V_2 - V_1 = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} = +15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- $\Delta z = -50 \text{ m}$
- $\frac{W}{m} = 0,147 \text{ kJ/kg}$ yani sistemden çıkar var, sistemi it yapıyor.
- $\Delta u = \frac{u}{m} = -5 \text{ kJ/kg}$
 $\downarrow$
 özgül iş enerjisi

İSTENENLER

$$Q = ? \text{ (kJ)}$$

Kapalı sistem için enerji dengesini yazacak olursak;

$$\Delta KE + \Delta PE + \Delta U = Q - W$$

Birimleri tek tek hesaplayalım.

$$\begin{aligned} \Delta KE &= \frac{1}{2} m (V_2^2 - V_1^2) \\ &= \frac{1}{2} (10 \text{ kg}) ((30 \text{ m/s})^2 - (15 \text{ m/s})^2) \left[\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right] \left[\frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ N.m}} \right] \\ \Rightarrow \Delta KE &= 3,375 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta PE &= m g (z_2 - z_1) \\ &= (10 \text{ kg}) (9,7 \text{ m/s}^2) (-50 \text{ m}) \left[\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right] \left[\frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ N.m}} \right] \\ \Rightarrow \boxed{\Delta PE = -4,85 \text{ kJ}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta u &= \frac{\Delta U}{m} \Rightarrow \Delta U = \Delta u \cdot m \\ &= (-5 \text{ kJ/kg}) (10 \text{ kg}) \\ \boxed{\Delta U = -50 \text{ kJ}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta W &= \frac{\Delta W}{m} \Rightarrow \Delta W = (0,147 \text{ kJ/kg}) (10 \text{ kg}) \\ \boxed{\Delta W = 1,47 \text{ kJ}}\end{aligned}$$

Bu denklemler kapalı sistem enerji dengesi eşitliğinde yerine

yazılırsa

$$\underbrace{\Delta KE}_{(3,375 \text{ kJ})} + \underbrace{\Delta U}_{(-4,85 \text{ kJ})} + \underbrace{\Delta PE}_{(-50 \text{ kJ})} = \underbrace{\Delta W}_{(1,47 \text{ kJ})} - Q$$

$$\boxed{Q = -50,005 \text{ kJ}} \checkmark$$

(*) Buradan anlaşılan şudur;

kapalı sistemin sıcaklığı, dış ortam sıcaklığından yüksektir ve çevreye ısı transfer olmaktadır.

7. Bir piston-silindir düzeneği aynı başlangıç ve bitiş noktalarından A ve B olmak üzere iki farklı hal değişimine uğramaktadır. Birinci halde $P_1 = 1 \text{ bar}$, $V_1 = 1 \text{ m}^3$, $U_1 = 400 \text{ kJ}$ ve ikinci halde de $P_2 = 10 \text{ bar}$, $V_2 = 0,1 \text{ m}^3$, $U_2 = 450 \text{ kJ}$ 'dir.

A hal değişiminde; sabit hacimde 1 halinden $P = 10 \text{ bar}$ basınca ve buradan sabit basınsta 2 haline ulaşıyor.

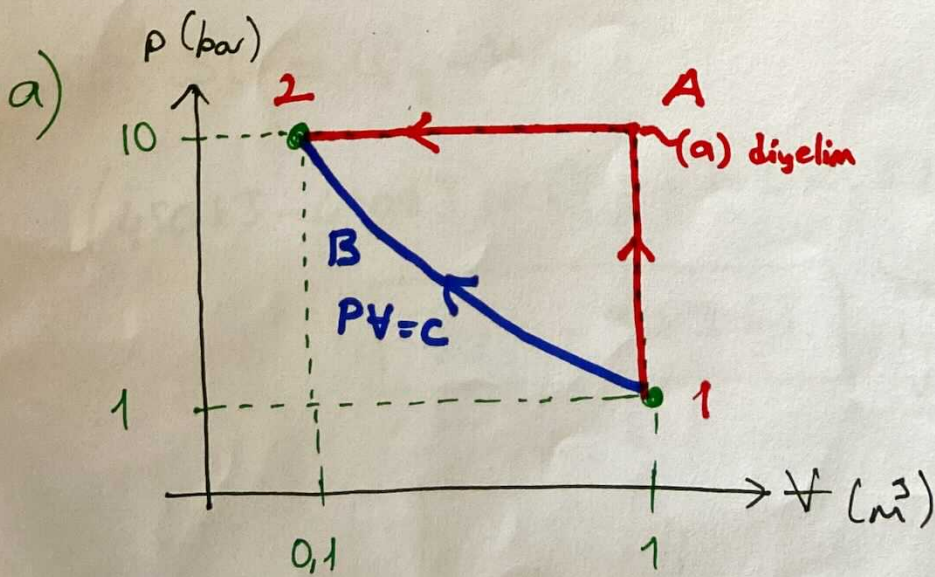
B hal değişiminde; 1 halinden 2 haline $PV = \text{sabit}(C)$ ilişkisi ile ulaşıyor.

ΔKE ve ΔPE 'nin ihmal edildiği bu hal değişimlerinde

a) $P-V$ koordinatlarında hal değişimlerini grafik olarak çizin

b) işi kJ cinsinden hesaplayın

c) ısı transferini hesaplayın (kJ)



B hal değişimi için;

$$W = \int P dV$$

$$PV = C \Rightarrow P = \frac{C}{V} \quad \left. \begin{array}{l} P_1 V_1 = P_2 V_2 = C \text{ olur.} \\ C = P_1 V_1 \\ = (1 \text{ bar})(1 \text{ m}^3) \end{array} \right\}$$

$$W_B = \int_{1 \text{ m}^3}^{0,1 \text{ m}^3} \frac{C}{V} dV = \int_{1 \text{ m}^3}^{0,1 \text{ m}^3} (P_1 V_1) \frac{1}{V} dV$$

$$= P_1 V_1 \ln V \Big|_{1 \text{ m}^3}^{0,1 \text{ m}^3}$$

$$= (1 \text{ bar})(1 \text{ m}^3) \ln \left(\frac{0,1 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \right) \left[\frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} \right] \left[\frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ N.m}} \right]$$

$$W_B = -230,3 \text{ kJ}$$

~~Yarı sistemde T's~~
~~giriş var, T's veriliyor.~~
Sistem T's üretiyor

$$\Delta U = Q_B - W_B$$

$$(450 \text{ kJ} - 400 \text{ kJ}) = Q_B - (-230,3 \text{ kJ})$$

$$Q_B = -180,3 \text{ kJ}$$

Yarı sistemden
ısı çıkıyor
Var.

Kapalı sistem için enerji dengesini yazalım:

$$\cancel{\Delta KE} + \cancel{\Delta PE} + \Delta U = Q - W$$

$$\boxed{\Delta U = Q - W}$$

A hal değişimi için;

$$W = \int P dV \quad \text{iliskisini kullanalım.}$$

$$W_{1-2} = 0 \quad (\text{çünkü sabit hacim, değişim yok})$$

$$W_{2-1} = \int_{1 \text{ m}^3}^{0,1 \text{ m}^3} 10 \, dV = (10 \text{ bar}) V \Big|_{1 \text{ m}^3}^{0,1 \text{ m}^3}$$
$$= (10 \text{ bar}) (0,1 \text{ m}^3 - 1 \text{ m}^3) \left[\frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} \right] \left[\frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ N.m}} \right]$$

$$\boxed{W_{2-1} = -900 \text{ kJ}}$$

Yani sisteme TS
veriliyor.
sistem TS ürettiği

$$\Delta U = Q - W$$

$$U_2 - U_1 = Q - W$$

$$(450 \text{ kJ} - 400 \text{ kJ}) = Q - (-900 \text{ kJ})$$

$$\Rightarrow \boxed{Q_A = -850 \text{ kJ}}$$

Yani; sistemden
ısı çıkışı
var.

8. Bir piston-silindir düzeneği ~~de~~ aynı basıncı ve bitiş noktalarından A ve B olmak üzere iki farklı hal değişimine uğramaktadır. Birinci halde $P_1 = 10 \text{ bar}$, $V_1 = 0,1 \text{ m}^3$, $U_1 = 400 \text{ kJ}$ ve ikinci halde $P_2 = 1 \text{ bar}$, $V_2 = 1 \text{ m}^3$, $U_2 = 200 \text{ kJ}$ 'dır.

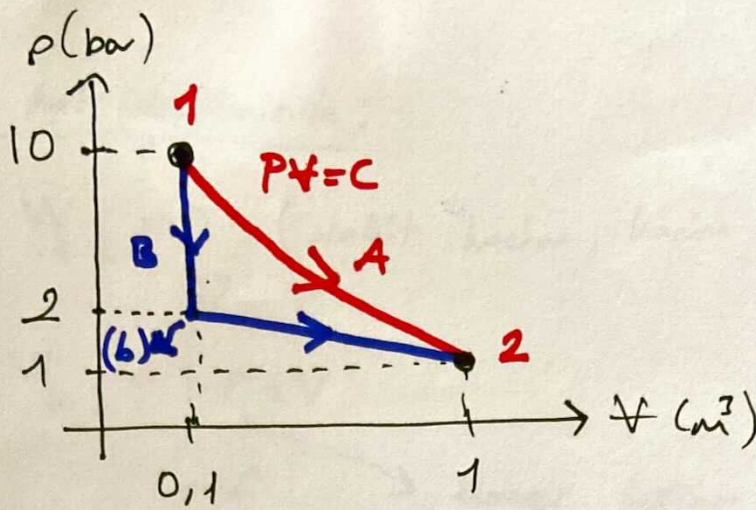
A hal değişiminde; 1. halden 2. hale gelinceye kadar

$PV = C$ ilişkisi ile değişim oluyor.

B hal değişiminde; 1. halden sabit hacimde 2 bar basınca ulaşıyor ve sonra doğrusal $P-V$ ilişkisi ile 2. hale ulaşıyor.

- $P-V$ koordinatlarında A ve B hal değişimlerinin grafiklerini çizin
- Q i hesaplayın (kJ)
- W i transferini hesaplayın (kJ)

a)



A hal değişiminde;

$$W_A = \int_{0.1 \text{ m}^3}^{1 \text{ m}^3} P dV$$

$$PV=C \quad \{ P_1 V_1 = P_2 V_2 = C$$

$$P = \frac{C}{V}$$

$$= \int_{0.1 \text{ m}^3}^{1 \text{ m}^3} (P_1 V_1) \frac{1}{V} dV$$

$$= (10 \text{ bar})(0.1 \text{ m}^3) \ln V \Big|_{0.1 \text{ m}^3}^{1 \text{ m}^3}$$

$$= (10 \text{ bar})(0.1 \text{ m}^3) \ln \left(\frac{1 \text{ m}^3}{0.1 \text{ m}^3} \right) \left[\frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} \right] \left[\frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ N.m}} \right]$$

$$W_A = 230,26 \text{ kJ}$$

Sistem içi yapılıyor,
iç çıkıyor var.

B hal değişiminde;

$$W_{1-b} = 0 \quad (\text{sabit hacim, hacim değişimi yok})$$

$$W_{b-2} = \int_{0,1 \text{ m}^3}^{1 \text{ m}^3} P dV$$

→ linear değişim var

P ortalaması kullanılabilir
yada eğrinin altındaki
alan hesaplanabilir.

$$W_{b-2} = \frac{((1 \text{ bar}) + (2 \text{ bar})) (1 \text{ m}^3 - 0,1 \text{ m}^3)}{2} \left[\frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} \right] \left[\frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ N.m}} \right]$$

$$\boxed{W_{b-2} = 135 \text{ kJ}}$$

sistem iş yapıyor, iş
çıkıyor var.

A hal değişimi için enerji dengesini yazalım;

$$\Delta U + \Delta KE + \Delta PE = Q - W$$

$$U_2 - U_1 = Q - W_A$$

$$(200 \text{ kJ} - 400 \text{ kJ}) = Q - (230,26 \text{ kJ})$$

$$\Rightarrow \boxed{Q_A = 30,26 \text{ kJ}} \quad \text{sisteme (2) enerji giriyor.}$$

B hal değişimi için enerji dengesini yazılırsa;

$$U_2 - U_1 = Q_B - W_B$$

$$(200 \text{ kJ} - 400 \text{ kJ}) = Q_B - (135 \text{ kJ})$$

$$\Rightarrow \boxed{Q_B = -65 \text{ kJ}} \quad \text{sisteme (2) enerji çıkıyor, var.}$$

ÖRNEK - 1 : Bir piston-silindir düzenindeki gaz, üs farklı işleme tabi tutularak (hal değişimi) termodinamik çevrime uğramaktadır.

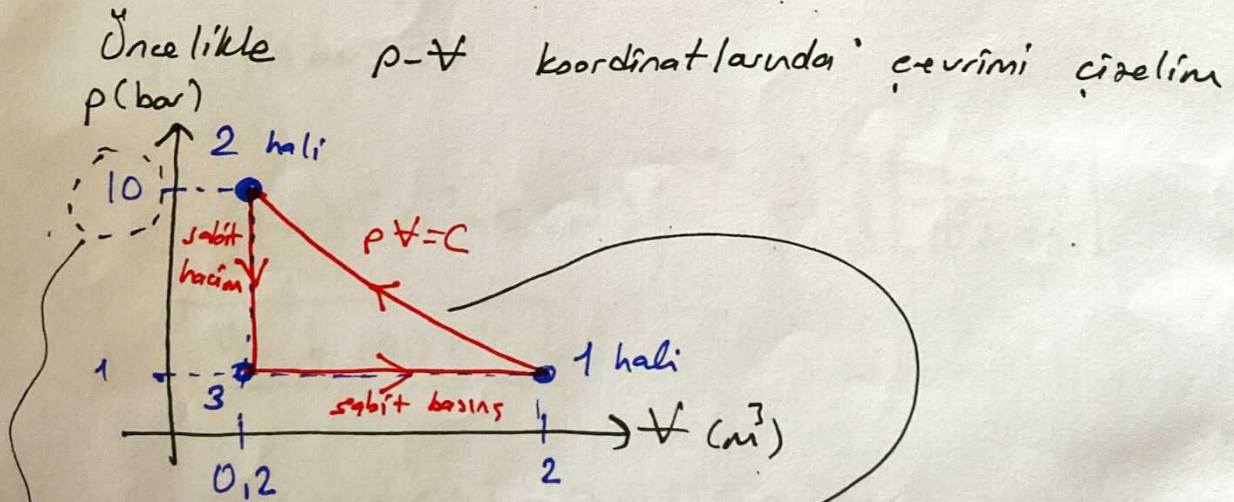
1-2 prosesi: $P_1 = 1 \text{ bar}$, $V_1 = 2 \text{ m}^3$ halinden $V_2 = 0,2 \text{ m}^3$ haline $PV = C$ ilişkisi ile sıkıştırma, $U_2 - U_1 = 100 \text{ kJ}$

2-3 prosesi: $P_3 = P_1$ oluncaya kadar sabit hacimde kalıyor

3-1 prosesi: Sabit basınç ve adyabatik proses.

ΔKE ve ΔPE etkileri ihmal ediliyor.

- Gevrimin net işini kJ cinsinden hesaplayınız
- 2-3 prosesindeki ısı transferini (Q_{2-3}) kJ cinsinden hesaplayınız.
- Bu proses bir güç çevrimi midir?



$$PV = C \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 = C$$

$$(1 \text{ bar})(2 \text{ m}^3) = P_2 (0,2 \text{ m}^3) \Rightarrow \boxed{P_2 = 10 \text{ bar}}$$

$$a) \quad W_{\text{çevrim}} = W_{12} + W_{23} + W_{31}$$

12 prosesinde

$$W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV$$

$P_1 V_1 = C \quad \left[p = \frac{C}{V} \right]$

$$= \int_2^{0,2} P_1 V_1 \frac{1}{V} dV = (1 \text{ bar})(2 \text{ m}^3) \ln \left(\frac{0,2 \text{ m}^3}{2 \text{ m}^3} \right) \left[\frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} \right] \left[\frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ N.m}} \right]$$

$$W_{12} = -460,52 \text{ kJ}$$

2-3 prosesinde;

$$W_{23} = 0 \quad (\text{sabit hacim})$$

3-1 prosesinde;

$$p = \text{sabit} = 1 \text{ bar}$$

$$W_{31} = \int_{0,2}^2 (1 \text{ bar}) dV$$

$$= (1 \text{ bar}) (2 \text{ m}^3 - 0,2 \text{ m}^3) \left[\frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} \right] \left[\frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ N.m}} \right]$$

$$W_{31} = 180 \text{ kJ}$$

$$W_{\text{çevrim}} = -460,52 \text{ kJ} + 0 + 180 \text{ kJ}$$

$$W_{\text{çevrim}} = -280,52 \text{ kJ}$$

Tari sisteme iş veriliyor.

Güç çevriminde

$$W_{\text{çevrim}} > 0$$

olmalıdır. Dolayısıyla bu bir sıcaklık-ortamı çevrimidir.

2-3 prosesinde $Q_{23} = ?$

$$\cancel{\Delta KE} + \cancel{\Delta PE} + \Delta U = Q_{23} - \cancel{W_{23}}$$

→ sistemin iç enerjisi
değişimi

çevrimde $\Delta E_{\text{total}} = 0$

Bu durumda

$$\Delta U = \cancel{U_3 - U_2} = 0$$



$$(U_2 - U_1) + (U_3 - U_2) + (U_1 - U_3) = 0$$

$$(U_3 - U_2) = - (U_2 - U_1) - (U_1 - U_3)$$

100 kJ olarak verilmis.

$$\cancel{\Delta KE} + \cancel{\Delta PE} + \Delta U = Q_{31} - \cancel{W_{31}} \Rightarrow U_1 - U_3 = -W_{13} = -(180 \text{ kJ})$$

Adyabatik
olduğu
için
 $Q_{12} = 0$
31

$$U_1 - U_3 = -180 \text{ kJ}$$

$$U_3 - U_2 = -(-180 \text{ kJ}) + (100 \text{ kJ})$$

$$U_3 - U_2 = 80 \text{ kJ}$$

$$Q_{32} = U_3 - U_2 = 80 \text{ kJ}$$

sisteme ısı girişi var.

ÖRNEK-2 : Bir piston - silindir düzetğinde bulunan bir gaz aşağıdaki işlemlerden oluşan bir çevrime uğruyor.

basınç

proses 1-2: Sabit ~~hacim~~ ^{basınç}; $P_1 = 1.4 \text{ bar}$ $V_1 = 0.028 \text{ m}^3$,

$$W_{12} = 10.5 \text{ kJ}$$

proses 2-3: $pV = C$ ilişkisi ile sıkıştırma, $U_3 = U_2$

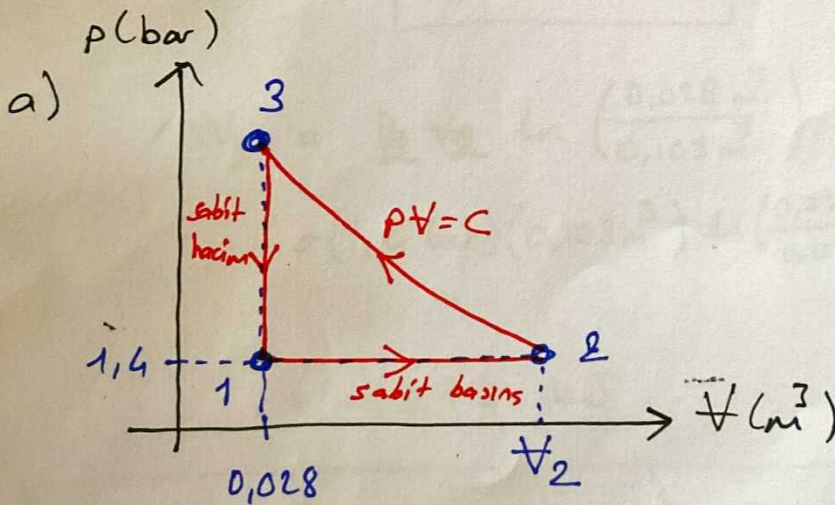
proses 3-1: Sabit hacim, $U_1 - U_3 = -26.4 \text{ kJ}$

ΔKE ve ΔPE etkileri ihmal ediliyor.

a) $p-V$ diyagramını çiziniz

b) Çevrimin net işini kJ cinsinden hesaplayınız

c) Proses 1-2'deki ısı transferini Q_{12} hesaplayınız (kJ)



b)

$$W_{\text{çevrim}} = W_{12} + W_{23} + W_{31}$$

$\underbrace{10.5 \text{ kJ}}_{\text{verilmiş}}$

0 (sabit hacim)

$$W_{23} = \int_{V_2}^{V_3} p dV \quad p = \frac{C}{V} ; p_1 V_1 = p_2 V_2 = C$$

$$= p_2 V_2 \ln \left(\frac{V_3}{V_2} \right) \quad \begin{matrix} \nearrow 0,028 \text{ m}^3 \\ \downarrow ? \end{matrix}$$

(1,4 bar) (~~0,028 m³~~)

$$W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad = 10,5 \text{ kJ} \quad \text{olark vesidi.}$$

$\downarrow$ sabit = 1,4 bar

$$10,5 \text{ kJ} \left[\frac{10^3 \text{ N.m}}{1 \text{ kJ}} \right] \left[\frac{1 \text{ bar}}{10^5 \text{ N/m}^2} \right] = (1,4 \text{ bar}) (V_2 - 0,028 \text{ m}^3)$$

$$\Rightarrow \boxed{V_2 = 0,103 \text{ m}^3}$$

$$W_{23} = p_2 V_2 \ln \left(\frac{0,028 \text{ m}^3}{0,103 \text{ m}^3} \right)$$

$$= (1,4 \text{ bar}) (0,103 \text{ m}^3) \ln \left(\frac{0,028}{0,103} \right) \left[\frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} \right] \left[\frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ N.m}} \right]$$

$$= -18,78 \text{ kJ}$$

$$\boxed{W_{\text{cevrim}} = 10,5 \text{ kJ} - 18,78 \text{ kJ} + 0 = -8,28 \text{ kJ}}$$

$$c) \quad \Delta \overset{0}{\cancel{KE}} + \Delta \overset{0}{\cancel{PE}} + \Delta U_{12} = Q_{12} - W_{12}$$

$$\underset{\downarrow 2}{U_2} - \underset{\downarrow 1}{U_1} = Q_{12} - W_{12}$$

$$U_1 - U_3 = -26,4 \text{ kJ} \text{ verilior.}$$

$$U_3 = U_2 \text{ verilior.}$$

ohalde

$$(-1) U_1 - U_2 = -26,4 \text{ kJ} \quad (-1)$$

$$\boxed{U_2 - U_1 = 26,4 \text{ kJ}} \text{ olur.}$$

$$26,4 \text{ kJ} = Q_{12} - 10,5 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow \boxed{Q_{12} = 36,9 \text{ kJ}}$$

sisteme 11) girdi var.

~~XXXXXXXXXX~~