

SAF MADDE UYGULAMA SORULARI

(Bu sorular dördüncü sayfada verilen kaynaklardan yararlanılarak/ilham alınarak hazırlanmıştır. Aşağıda verilen bilgi notları ve video anlatımı ile verilen çözüm yöntemleri ise, Prof.Dr.Hüseyin GÜNERHAN tarafından hazırlanmıştır. İzin alınmadan kullanılamaz).

SORU 01: 2.1 m³ hacmindeki kapalı depoda (kapalı kapta) 220°C sıcaklıkta su buharı vardır. Depodaki hacmin üçte biri sıvı fazda, geri kalanı ise buhar fazındadır. (a) depodaki buharın basıncını [kPa] olarak, (b) doymuş karışımın kalitesini (kuruluk derecesini) [%] olarak ve (c) karışımın yoğunluğunu [kg/m³] olarak belirleyiniz.

Bilgi-1: Sorularda “buhar (steam)” ifadesi veriliyorsa bu ifade su buharını temsil etmektedir. Buradaki su buharı, ıslak buhar, doymuş buhar veya kızgın buhar olabilir. Sorudaki verilere göre buharın bulunduğu nokta veya bölge belirlenmelidir.

Bilgi-2: Sorularda kapalı kap, kapalı depo, kapalı tank, rijit tank,... ifadeleri varsa, bu tür problemler **sabit hacim** problemleridir ve sistem için sabit hacim yaklaşımı altında çözümlenebilir (Sistemin toplam hacmi ve toplam kütlesi değişmemektedir). Kapalı sistemlerde kütle her zaman sabit kalmaktadır. Sürekli akışın olduğu açık sistemlerde ise giren toplam debi, çıkan toplam debiye eşit olmaktadır.

SORU 02: Bir piston-silindir düzeneğinde 263.15 K sıcaklıkta 0.84 kg soğutucu akışkan R-134a vardır. Serbest hareket edebilen pistonun kütlesi 55.34 kg ve çapı 24 cm değerindedir. Yerel atmosferik basınç ise 88 kPa olarak ölçülmüştür. Sistem sınırından giren ısı enerjisi, R-134a 15°C sıcaklığa gelene kadar devam etmektedir. (a) sistemin son basıncını [kPa] olarak, (b) silindir hacmindeki değişikliği [m³] olarak ve (c) R-134a'nın entalpisindeki değişikliği [kJ] olarak belirleyiniz.

Bilgi-3: Sorularda piston-silindir düzeneği ifadesi varsa, bu tür problemler **sabit basınç** problemleridir ve sistem için sabit basınç yaklaşımı altında çözümlenebilir (Sistemin basıncı ve toplam kütlesi değişmemektedir). Piston-silindir üzerinde yay düzeneği varsa veya piston üzerine kütleler konuluyorsa veya piston üzerinden kütleler alınıyorsa bu durumda basınç doğrusal veya eğrisel olarak (parabolik, hiperbolik,...) değişebilir.

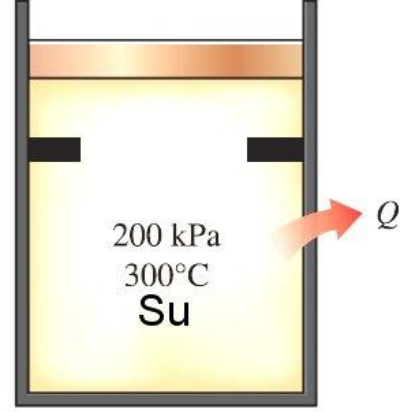
Bilgi-4: Sorularda piston-silindir düzeneği ifadesi varsa ve pistonun kütlesi ve çapı verilmişse önce pistonun oluşturacağı basınç hesaplanır ve dış basınca pistonun basıncı da eklenir. Dış basınç, pistonun basıncı ve yerel atmosfer basıncının toplamından oluşur. Bazı durumlarda dış basınç, sadece yerel atmosfer basıncı veya yerel atmosfer basıncı ve piston basıncı toplamı olarak verilebilir. Pistona ait kütle ve çap bilgisi verilmemişse pistonun oluşturacağı basınç ihmal edilir. Sürtünmesiz (sanki-dengeli) piston-silindir düzeneğinde toplam dış basınç, iç basınca (sistemin basıncına) eşit olur.

SORU 03: 11 kg kütledeki R-134a, -30°C değerindeki başlangıç sıcaklığında hacmi 1.115 m³ olan rijit bir konteyner içine konulmuştur. Konteyner daha sonra basıncı 200 kPa olana kadar ısıtılmaktadır. Sistemin son sıcaklığı [°C] olarak ve ilk basıncını [kPa] olarak belirleyiniz.

SORU 04: 1.1 kg kütledeki R-134a -26.4°C sıcaklıkta, hacmi 0.15 m³ olan bir piston-silindir düzeneği içine konulmuştur. Düzenek, sistemin sıcaklığı 100°C olana kadar ısıtılmaktadır. R-134a'nın son hacmini [m³] olarak belirleyiniz.

SORU 05: 300 kPa basınçta ve 9 kg kütlesinde olan R-134a, hacmi 14 litre olan bir kabın içine konulmuştur. Kaptaki sıcaklığı [°C] olarak ve toplam entalpiyi [kJ] olarak belirleyiniz. Kap sistem basıncı 600 kPa olana kadar ısıtılmaktadır. Isıtma tamamlandıktan sonra sıcaklığı [°C] olarak ve toplam entalpiyi [kJ] olarak hesaplayınız.

SORU 06: Başlangıçta 200 kPa basınç ve 573.15 K sıcaklıktaki su, durdurucularla donatılmış bir piston-silindir düzeneği içindedir. Su, doymuş buhar olana ve piston durdurucular üzerinde durana kadar sabit basınçta soğutuluyor. Daha sonra basınç 100 kPa olana kadar su soğutulmaya devam ediliyor. T (°C)-v (m³/kg) diyagramında, doygunluk çizgilerine göre suyun başlangıç, ara ve son durumlarından geçen süreç eğrilerini çiziniz. İşlem eğrilerinde uç durumlar için T, P ve v değerlerini belirleyiniz. Birim su kütlesi başına başlangıç ve son durumlar arasındaki iç enerjideki toplam değişimi [kJ/kg] olarak hesaplayınız.

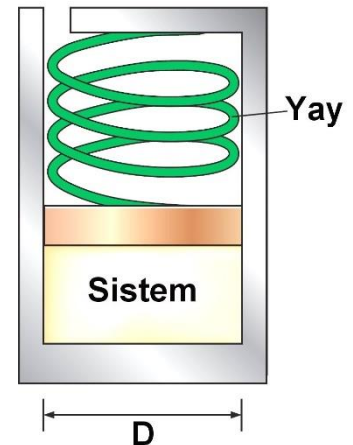


Bilgi-5: Sorularda piston-silindir düzeneği içinde durdurucular yer alırsa, çözüme iki şekilde yaklaşılır. Durdurucular ile temas edilmediği durumlarda **sabit basınç** işlemi, durdurucular ile temas edildiği durumda ise sistemin hacmi değişmeyeceği için **sabit hacim** işlemi göz önüne alınır. Sisteme sınırdan ısı girişi ve pistonun üzerinde durdurucular varsa, sistemin basıncı arttığı halde piston yukarı doğru hareket edemez. Durdurucular pistonun hareket etmesini engeller (sabit hacim işlemi). Yine ısıtma durumunda durdurucular pistonun altında ise, sistem basıncı toplam dış basınca eşit olmadan piston hareket edemez (önce sabit hacim işlemi sonra sabit basınç işlemi). Soğutma durumunda ise, durdurucular pistonun altında ise sistemin basıncı azalır ama piston aşağıya doğru hareket edemez (sabit hacim işlemi). Durdurucular pistonun hareket etmesini engeller. Durdurucular pistonun üzerinde ise sabit basınçta piston aşağıya doğru hareket eder.

SORU 07: 1.8 m³ hacimli rijit bir tank, 90°C sıcaklıkta 40 kg kütlesinde doymuş sıvı-buhar su karışımı içermektedir. Su yavaşça ısıtılıyor. Tanktaki sıvının tamamen buharlaştığı sıcaklığı [°C] olarak belirleyiniz.

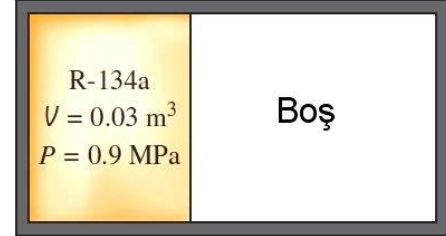
SORU 08: Bir piston-silindir düzeneği başlangıçta 40°C sıcaklıkta ve 200 kPa basınçta 50 litre sıvı su içermektedir. Tüm sıvı buharlaşana kadar ısı sabit basınçta suya aktarılıyor. (a) Suyun kütlesini [kg] olarak, (b) son sıcaklığı [°C] olarak ve (c) toplam entalpi değişimini [kJ] olarak belirleyiniz.

SORU 09: Şekil ile verilen yaylı piston-silindir düzeneğinde başlangıçta 4 MPa basınç ve 400°C sıcaklıkta 0.5 kg kütlesinde su buharı vardır. Başlangıçta yay, pistonu kuvvet uygulamamaktadır. Yay sabiti 90 kN/m ve piston çapı 20 cm olarak verilmiştir. Su, başlangıçtaki hacminin yarısına erişilene kadar bir işleme tabi tutuluyor. Suyun son sıcaklığı [°C] olarak ve özgül entalpisini [kJ/kg] olarak hesaplayınız.



Bilgi-6: Sorularda yaylı piston-silindir düzeneği verilirse, piston sabit basınçta yükselirken yay pistonu kuvvet uygulamaya başladığı anda sabit basınç durumu bozulur ve piston üzerindeki basınç, doğrusal yay sisteminde doğrusal olarak artar. Çözümleme bu durum göz önüne alınarak yapılır.

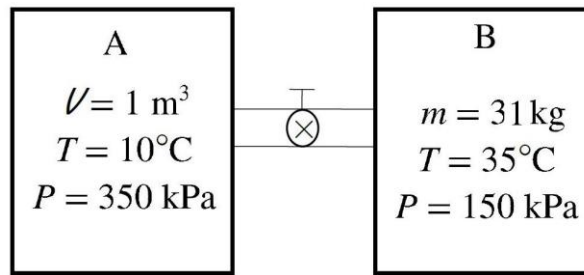
SORU 10: Başlangıçta hacmi bilinmeyen bir tank şekil ile verildiği gibi bir ayırıcı ile ikiye bölünmüştür. Tankın bir tarafında 0.9 MPa basınçta doymuş sıvı halinde 0.03 m³ soğutucu akışkan R-134a bulunmaktadır. Tankın diğer tarafı ise vakum pompası ile tamamen boşaltılmıştır. Ayırıcı kaldırıldıktan sonra soğutucu akışkan tüm tankı doldurmuş ve son sıcaklığı 293.15 K ve basıncı 280 kPa olmuştur. Tankın hacmini [m³] olarak belirleyiniz.



Bilgi-7: Sorularda bir tarafı boş (vakumla boşaltılmış) diğer tarafı ise dolu ve bir ayırıcı ile ikiye bölünmüş kapalı bir sistem verilirse, aradaki ayırıcı kaldırıldığı anda dolu taraftaki akışkan serbestçe diğer tarafa yayılacak, hacmi artacak ve basıncı düşecektir.

Bilgi-8: Sabit hacimli bir kap, piston-silindir düzeneği ve bir bölmesi vakumlu bir kap içinde bulunan ve sistem olarak alınan akışkanın (bir bölmesi vakumlu kaptaki ayırıcı kaldırıldıktan sonra) kapalı sistemin tamamını doldurduğu kabul edilir. Açık sistemlerde de boru içinden akan akışkanın borunun içini tamamen doldurduğu kabul edilir. Tamamen dolu olmayan sistemler termodinamikte ve akışkanlar mekaniğinde farklı başlıklar altında incelenir.

SORU 11: 10°C sıcaklık ve 350 kPa basınçta hava içeren 1 m³ hacmindeki bir tank, 35°C sıcaklık ve 150 kPa basınçta 3.1 kg kütlede hava içeren başka bir tanka bir vana ile bağlıdır ve vana başlangıçta kapalıdır. Vana açılıp tüm sistemin çevre ile 20°C sıcaklıkta ısıl dengeye ulaşmasına izin veriliyor. Bu durumda ikinci tankın hacmini [m³] olarak ve havanın son denge basıncını [kPa] olarak belirleyiniz.



Bilgi-9: Akışkanlar sıvı ve gaz olarak ikiye ayrılır. Termodinamikte genellikle sıvıların özellikleri önceden hazırlanmış tablolardan okunur. Gazların özellikleri ile gaz denklemleri ile hesaplanır. Genel olarak ideal gaz denklemi kullanılır. İdeal gaz denkleminin uzaklaştığı durumlarda ise sıkıştırılabilirlik çarpanı (faktörü) kullanılarak işlenir.

SORU 12: Bir piston-silindir düzeneğinde başlangıçta 200 kPa basınç ve 300°C sıcaklıkta 0.2 kg kızgın buhar vardır. Kızgın buhar 150°C sıcaklığa gelene kadar sabit basınçta soğutuluyor. Bu işlem sırasında silindirin hacim değişimini sıkıştırılabilirlik faktörünü kullanarak belirleyiniz ve elde edilen sonucu gerçek değerle karşılaştırıp hata oranını belirleyiniz.

YARARLANILAN KAYNAKLAR:

“Thermodynamics: An Engineering Approach”, 9th Edition, Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Mehmet Kanoglu, McGraw-Hill Education, 2019.

“Termodinamiğin Temelleri”, SI Basım, Claus Borgnakke, Richard E. Sonntag, Sekizinci Baskıdan Çeviri, (Hüseyin Günerhan, çeviri editörü yardımcıları arasında yer almaktadır), Palme Yayıncılık, 2018, Ankara.

“Principles of Engineering Thermodynamics”, SI Edition, John R. Reisel, Cengage Learning, 2016.

“Termodinamik-Mühendislik Yaklaşımıyla”, Yedinci Baskıdan Çeviri, (Hüseyin Günerhan, editör yardımcıları arasında yer almaktadır), Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Palme Yayıncılık, 2015.

“Engineering Thermodynamics”, 8th Edition, Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, John Wiley, 2014.

<https://www.huseyingunerhan.com/termo1/termo1.html> sayfasında verilen “Termodinamik I” dersine ait tüm ders notlarının bazı bölümleri yukarıda verilen kitaplardan ve/veya ilgili sunularından yararlanılarak veya ilham alınarak hazırlanmıştır.

“Termodinamik I” derslerine ait bilgi notları; Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Hüseyin GÜNERHAN tarafından çeşitli kaynaklardan da yararlanılarak ve emek ve zaman harcanarak hazırlanmış özgün bir eserdir. İzin alınmadan çoğaltılması ve kullanılması telif hakları gereği yasaktır.

(Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu, Kanun Numarası: 5846, Kabul Tarihi: 5/12/1951, Yayımlandığı Resmi Gazete: 13/12/1951 Sayı: 7981, Yayımlandığı Düstur: Tertip 3 Cilt 33 Sayfa 49).