

PROBLEMLER

Giriş, Hesaplamalar ve Sistem

- 1-1K İç, dış ve açık-kanal akışlarını tanımlayınız.
- 1-2K Sıkıştırılamaz akış ve sıkıştırılabilir akışkan tanımlayınız. Sıkıştırılabilir bir akışkanın akışının, sıkıştırılabilir olarak değerlendirilmesi zorunlu mudur?
- 1-3K Kaymama koşulu nedir? Bunun sebebi nedir?
- 1-4K Zorlanmış akış nedir? Doğal akışlardan farkı nedir? Rüzgârların sebep olduğu akışlar doğal akış mıdır yoksa zorlanmış akış mıdır?
- 1-5K Sınır tabaka nedir? Sınır tabakanın oluşmasına sebep olan nedir?
- 1-6K Klasik ve istatistiksel yaklaşımlar arasındaki fark nedir?
- 1-7K Daimi akış nedir?
- 1-8K Gerilme, normal gerilme, kayma gerilmesi ve basıncı tanımlayınız?
- 1-9K Sistem, çevre ve sınır nedir?
- 1-10K Bir sistem hangi durumlarda kapalı sistem, hangilerinde kontrol hacmi olur?

Kütle, Kuvvet Ve Birimler

- 1-11K Pound-kütle ile pound-kuvvet arasındaki fark nedir?
- 1-12K kg-kütle ile kg-kuvvet arasındaki fark nedir?
- 1-13K 70 km/h sabit hızla (a) düz bir yolda ve (b) yokuş yukarı giden otomobile etkiyen net kuvvet nedir?
- 1-14 3 kg kütleli bir plastik deponun hacmi 0.2 m^3 'tür ve su ile doldurulmuştur. Suyun yoğunluğunun 1000 kg/m^3 olduğunu kabul ederek tüm sistemin ağırlığını hesaplayınız.
- 1-15 Ebatları $6 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ olan bir odayı dolduran havanın kütesini ve ağırlığını belirleyiniz. Havanın yoğunluğunu 1.16 kg/m^3 kabul ediniz. *Cevap: 334.1 kg, 3277 N*
- 1-16 45° olan enlemdeki yerçekimi ivmesi, deniz seviyesinden yükseklik z 'nin fonksiyonu olarak, $g = a - bz$ şeklinde tanımlanmıştır. Bu ifadede sırasıyla $a = 9.807 \text{ m/s}^2$ ve $b = 3.32 \times 10^{-6} \text{ s}^{-2}$ 'dir. Bir cismin ağırlığının yüzde 1 azalması için deniz seviyesinden ne kadar yükseğe çıkılması gerektiğini belirleyiniz. *Cevap: 29539 m*

"K" ile gösterilen sorular kavram sorularıdır ve öğrencilerin bunların tamamını çözmesi tavsiye edilir.  simgesi bulunan sorular EES yazılımı ile çözülür ve parametrik incelemeli tam çözümler kitap ekindeki DVD'de bulunmaktadır.  simgesi kitapla birlikte verilen EES yazılımı kullanılarak bir bilgisayar yardımıyla çözümleri öngörülmüştür.

- 11-17 68 kütleli olan bir astronot, banyo terazisini (bir yaylı terazi) ve kollu bir teraziyi (kütleleri karşılaştıran türden) alarak yerel yerçekimi ivmesinin $g = 1.67 \text{ m/s}^2$ olduğu aya gitmiştir. Burada (a) yaylı terazide ve (b) kollu terazide tartılırsa ağırlığı ne olur? *Cevap: (a) 113.43 N; (b) 667.23 N*

- 1-18 Yüksek hızlı uçakların ivmeleri çoğu zaman g 'nin cinsinden (standart yerçekimi ivmesinin katları şeklinde) ifade edilir. İvmesi $6g$ olan bir uçakta bulunan 90 kg kütleli bir kişinin maruz kalacağı net kuvveti N olarak hesaplayınız.

- 1-19  5 kg kütleli bir taş, yerel yerçekimi ivmesinin 9.79 m/s^2 olduğu bir yerde, 150 N net kuvvet ile düşey doğrultuda fırlatılmaktadır. Taşın ivmesini m/s^2 biriminde hesaplayınız.

- 1-20  Problem 1-19'u EES yazılımı (veya başka bir yazılım) ile çözünüz. Doğru birimli sayısal sonuçlarla birlikte tüm çözümün dökümünü alınız.

- 1-21 Yerçekimi ivmesi g , deniz seviyesindeki değeri olan 9.807 m/s^2 'den, büyük yolcu uçaklarının seyrettiği 13000 m 'deki değeri olan 9.767 m/s^2 'ye kadar yüksekliğe bağlı olarak azalır. 13000 m yükseklikte seyreden bir yolcu uçağının ağırlığının, deniz seviyesindeki ağırlığına göre azalma yüzdesini belirleyiniz.

Mühendislik Problemlerinin Modelleme ve Çözümü

- 1-22K Hassasiyet ve doğruluk arasındaki fark nedir? Bir ölçüm çok hassas fakat hatalı olabilir mi? Açıklayınız.
- 1-23K Mühendislik problemleri için analitik ve deneysel yaklaşım arasındaki fark nedir? Her bir yaklaşımın üstün ve zayıf yönlerini tartışınız.
- 1-24K Mühendislikte modellemenin önemi nedir? Mühendislik prosesleri için matematik modeller nasıl hazırlanır?
- 1-25K Bir mühendislik prosesi modellenirken, basit fakat kaba bir yaklaşım ile karmaşık fakat mükemmel bir model arasında doğru tercih nasıl yapılır? Daha doğru diye, karmaşık bir modelin mutlaka daha iyi bir seçenek olduğu söylenebilir mi?
- 1-26K Bir fiziksel problemle ilgili incelemede diferansiyel denklemler nasıl ortaya çıkar?
- 1-27K Mühendislik yazılımlarının (a) mühendislik öğretiminde ve (b) mühendislik uygulamalarındaki önemi nedir?
- 1-28  EES yazılımını kullanarak aşağıdaki denklemin pozitif gerçek kökünü belirleyiniz:

$$2x^3 - 10x^{0.5} - 3x = -3$$

- 1-29  EES yazılımını kullanarak aşağıdaki iki bilinmeyenli iki denklemden oluşan sistemi çözünüz:

$$x^3 - y^2 = 7.75$$

$$3xy + y = 3.5$$

- 1-30  EES yazılımını kullanarak aşağıdaki üç bilinmeyenli üç denklemden oluşan sistemi çözünüz:

$$2x - y + z = 5$$

$$3x^2 + 2y = z + 2$$

$$3y + 2z = 8$$

- 1-31  EES yazılımını kullanarak aşağıdaki üç bilinmeyenli üç denklemden oluşan sistemi çözünüz:

$$x^2 y - z = 1$$

$$x - 3y^{0.5} + xz = -2$$

$$x + y - z = 2$$

Genel Tekrar Problemleri

1-32 Cisimlerin ağırlıkları, yerçekimi ivmesi g 'nin yükseklikle değişmesi nedeniyle, bulunduğu yere bağlı olarak bir miktar değişebilir. Problem 1-16'daki bağıntıyı kullanarak, 80 kg kütleli bir kişinin, deniz seviyesindeki ($z = 0$), Denver'daki ($z = 1610$ m) ve Everest Dağı'nın zirvesindeki ($z = 8848$ m) ağırlıklarını hesaplayınız.

1-33 Bir kişi akşam yemeği için biftek almak istemektedir. Klasik sistemle çalışan marketteki 12 oz kütleli (1 lbm = 16 oz) bifteğin fiyatı 3.15 TL'dir. Uluslararası sistemle çalışan diğer marketteki 320 g kütleli aynı kalitedeki bifteğin fiyatı ise 2.80 TL'dir. Hangi bifteği almak daha kârlıdır?

1-34 Jet motorunun, uçağı ileri itmek üzere oluşturduğu kuvvete itki denir. Bir Boeing 777 uçağının motoru yaklaşık 85000 lbf itki oluşturmaktadır. Bu itkiyi N ve kgf birimlerine dönüştürünüz.

Tasarım Ve Araştırma Problemi

1-35 Tarih boyunca kullanılan kütle ve hacim ölçme cihazları hakkında bir rapor yazarak, modern kütle ve hacim birimlerinin gelişimini açıklayınız.

PROBLEMLER

Yoğunluk ve Bağıl Yoğunluk

- 2-1K Yoğun ve yaygın özellikler arasında ne fark vardır?
- 2-2K Özgül ağırlık nedir? Yoğunluğun özgül ağırlıkla ilişkisi nedir?
- 2-3K Hangi şartlarda ideal gaz kabulü gerçek gazlar için uygundur?
- 2-4K R ile R_u arasındaki fark nedir? Bunların arasındaki ilişki nedir?
- 2-5 6 m çapındaki küresel bir balon 20°C ve 200 kPa 'da helyum gazı ile doludur. Balondaki helyumun mol sayısını ve kütlesini belirleyiniz. *Cevaplar: 9.28 kmol, 37.2 kg*

2-6  Problem 2-5'i yeniden ele alınız. EES (veya başka bir yazılım) programını kullanarak, balon çapının balondaki helyum kütlesine etkisini; (a) 100 kPa ve (b) 200 kPa basınçları için araştırınız. Balon çapının 5 m 'den 15 m 'ye değiştiğini düşününüz. Her iki durum için helyum kütlesinin çap ile değişimini çiziniz.

2-7 Bir otomobil lastiğinin basıncı, lastik içerisindeki havanın sıcaklığına bağlıdır. Hava sıcaklığı 25°C iken etkin basınç 210 kPa 'dır. Eğer lastiğin hacmi 0.025 m^3 ise, lastik içerisindeki sıcaklık 50°C 'ye çıktığında meydana gelecek basınç artışı belirleyiniz. Ayrıca bu sıcaklıkta lastik içerisindeki basıncı başlangıçtaki değerine düşürmek için lastikten atılması gereken hava kütlesini belirleyiniz. Atmosferik basıncın 100 kPa olduğunu varsayınız.



ŞEKİL P2-7

2-8 Hacmi 0.015 m^3 olan bir otomobil lastiği içerisindeki hava 32°C sıcaklığında ve 1.38 bar (etkin) basıncındadır. Lastik içerisindeki basıncı, tavsiye edilen değer olan 2.07 bar (etkin) değerine çıkarmak için lastiğe basılması gereken hava miktarını belirleyiniz. Atmosfer basıncının 1 bar olduğunu, sıcaklığın ve lastik hacminin değişmediğini kabul ediniz.

2-9 Rijit bir tank 21°C 'de ve 1.38 bar basınçta 9.072 kg hava içermektedir. Tanktaki basınç 2.41 bar 'a ve sıcaklık ise 32.2°C çıkacak şekilde tanka daha fazla hava basılmaktadır. Tankta ilave edilen hava miktarını belirleyiniz. *Cevap: 6.21 kg*

2-10  Atmosferik havanın yoğunluğu yükseklikle değişir, yükseklik arttıkça yoğunluk düşer. (a) Aşağıda verilen tablodaki verileri kullanarak hava yoğunluğunun yükseklikle değişimi için bir ilişki elde ediniz ve bu ilişkiden hareketle 7000 m yükseklikteki hava yoğunluğunu belirleyiniz. (b) Elde ettiğiniz bağıntıyı kullanarak atmosferin kütlesini hesaplayınız. Yeryüzünün 6377 km çapında ideal bir küre şeklinde ve atmosfer kalınlığının 25 km olduğunu varsayınız.

$r, \text{ km}$	$\rho, \text{ kg/m}^3$
6377	1.225
6378	1.112
6379	1.007
6380	0.9093
6381	0.8194
6382	0.7364
6383	0.6601
6385	0.5258
6387	0.4135
6392	0.1948
6397	0.08891
6402	0.04008

Buhar Basıncı ve Kaviteasyon

- 2-11K Buhar basıncı nedir? Doyma basıncı ile ilişkisi nedir?
- 2-12K Su yüksek basınçlarda daha yüksek sıcaklıklarda mı kaynar? Açıklayınız.
- 2-13K Eğer bir maddenin basıncı kaynama işlemi süresince arttırılırsa, sıcaklığı da yükselir mi, yoksa sabit mi kalır? Neden?
- 2-14K Kaviteasyon nedir? Kaviteasyona ne neden olur?
- 2-15 Bir boru sisteminde su sıcaklığı 40°C 'nin altında kalıyor. Kaviteasyondan kaçınmak üzere izin verilen minimum basıncı belirleyiniz.
- 2-16 20°C 'deki su içerisinde çalışan bir pervanenin analizi, yüksek hızlarda pervane uçlarındaki basıncın 2 kPa 'a kadar düştüğünü

* "K" ile gösterilen sorular kavram sorularıdır ve öğrencilerin bunların tamamını çözmesi tavsiye edilir.  simgesi bulunan sorular EES yazılımı ile çözülür ve parametrik incelemeli tam çözümler kitap ekindeki DVD'de bulunmaktadır.  simgeli problemler genel olarak kapsamlı sorulardır ve tercihen bu kitapla verilen EES yazılımı kullanılarak bilgisayar yardımıyla çözümleri öngörülmüştür.

göstermiştir. Bu pervane için kavitasyon tehlikesinin bulunup bulunmadığını belirleyiniz.

2-17 21°C sıcaklıktaki su içerisinde çalışan bir pervanenin analizi, pervane uçlarındaki basıncın 690 Pa (mutlak) değerine kadar düştüğünü göstermiştir. Bu pervane için bir kavitasyon tehlikesinin bulunup bulunmadığını belirleyiniz.

2-18 Bir pompa, suyu daha yüksek bir depoya nakletmektedir. Su sıcaklığı 25°C olursa, kavitasyonsuz durumda pompa içerisindeki en düşük basıncın ne olabileceğini belirleyiniz.

Enerji ve Özgül Isılar

2-19K Enerjinin makroskopik ve mikroskopik formları arasındaki fark nedir?

2-20K Toplam enerji nedir? Toplam enerjiyi oluşturan farklı enerji formlarını tespit ediniz.

2-21K Bir sistemin iç enerjisini oluşturan enerji formlarını listeleyiniz.

2-22K Isı, iç enerji ve ısı enerjisi arasında nasıl bir ilişki vardır?

2-23K Akış enerjisi nedir? Durağan haldeki akışkanlar bir akış enerjisine sahip olabilir mi?

2-24K Durağan haldeki bir akışkanla, akmakta olan bir akışkanın enerjilerini karşılaştırınız. Her iki durum için geçerli olan enerji formlarını ifade ediniz.

2-25K Ortalama özgül ısıları kullanarak ideal gazların ve sıkıştırılmaz maddelerin iç enerji değişimlerinin nasıl belirlenebileceğini açıklayınız.

2-26K Ortalama özgül ısıları kullanarak ideal gazların ve sıkıştırılmaz maddelerin entalpi değişimlerinin nasıl belirlenebileceğini açıklayınız.

Sıkıştırılabilirlik Katsayısı

2-27K Bir akışkanın sıkıştırılabilirlik katsayısı neyi temsil eder? İzotermal sıkıştırılabilirlikten nasıl ayırt edilir?

2-28K Bir akışkanın hacimsel genleşme katsayısı neyi ifade eder? Sıkıştırılabilirlik katsayısından farkı nedir?

2-29K Bir akışkanın sıkıştırılabilirlik katsayısı negatif olabilir mi? Hacimsel genleşme katsayısı için ne dersiniz?

2-30 İzotermal olarak 10 atm basınçtan 11 atm basınca sıkıştırılması halinde bir ideal gazın yoğunluğunun yüzde 10 arttığı gözlenmiştir. Bu gazın izotermal olarak 100 atm'den 101 atm basınca sıkıştırılması durumunda yoğunluğunda meydana gelecek yüzde artışı belirleyiniz.

2-31 Hacimsel genleşme katsayısının tanımını ve $\beta_{ideal\ gaz} = 1/T$ ifadesini kullanarak, bir ideal gazın sabit basınçta genişirken özgül hacminde meydana gelecek olan yüzde artışın, gazın mutlak sıcaklığında meydana gelecek olan yüzde artış ile aynı olduğunu gösteriniz.

2-32 1 atm basınçtaki su, izotermal olarak 1000 atm basınca kadar sıkıştırılmıştır. Suyun yoğunluğunda meydana gelen artışı

belirleyiniz. Suyun izotermal sıkıştırılabilirliğini $480 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$ kabul ediniz.

2-33 15°C sıcaklıkta ve 1 atm basınçtaki su, sabit basınçta 100°C'ye ısıtılmaktadır. Hacimsel genleşme katsayısı verilerini kullanarak suyun yoğunluğunda meydana gelen değişimi belirleyiniz. Cevap: -38.7 kg/m^3

2-34 10 °C'de doymuş haldeki sıvı soğutkan-134a, 0°C'ye soğutulmaktadır. Hacimsel genleşme katsayısı verisini kullanarak soğutkanın yoğunluğunda meydana gelen değişimi belirleyiniz.

2-35 Bir tank 20°C'de sıvı su ile tamamen doldurulmuştur. Tankın yapıldığı malzeme ancak yüzde 2'lik bir hacimsel genleşmeye dayanabildiğine göre, güvenliği tehlikeye atmayacak şekilde izin verilebilecek en fazla su sıcaklığı artışı nedir? Kolaylık bakımından, $\beta = \text{sabit}$, kabul ediniz ve 40°C'deki değerini dikkate alınız.

2-36 Problem 2-35'i yüzde 1'lik bir hacimsel su genleşmesi için yeniden çözünüz.

2-37 Deniz suyunun yoğunluğu, basıncın 98 kPa olduğu serbest yüzeyinde yaklaşık olarak 1030 kg/m^3 'tür. Deniz suyunun hacimsel elastiklik modülünü $2.34 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ olarak ve basıncın z derinliğiyle $dP = \rho g dz$ uyarınca değiştiğini düşünerek, 2500 m derinlikteki yoğunluk ve basıncı belirleyiniz. Sıcaklık etkisini ihmal ediniz.

Viskozite

2-38K Viskozite nedir? Gazlarda ve sıvılarda viskozitenin kaynağı nedir? Sıvılar mı yoksa gazlar mı daha yüksek viskoziteye sahiptir.

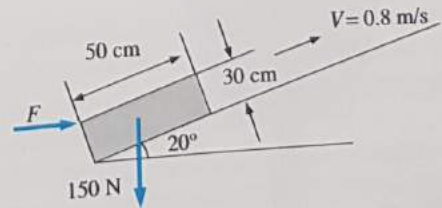
2-39K Newton tipi akışkan ne demektir? Su Newton tipi bir akışkan olarak ele alınabilir mi?

2-40K Biri su diğeri yağ ile dolu iki özdeş kabın içerisine bırakılan özdeş iki küçük cam bilyeyi göz önüne alınız. Hangi bilye daha önce kap tabanına ulaşır? Neden?

2-41K (a) Sıvıların ve (b) gazların viskozitesi sıcaklıkla nasıl değişir?

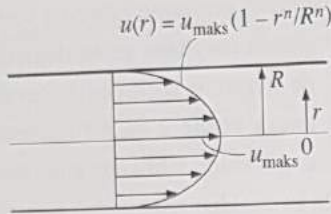
2-42K (a) Sıvıların ve (b) gazların kinematik viskozitesi sıcaklıkla nasıl değişir?

2-43 50-cm $\times$ 30-cm $\times$ 20-cm boyutlarında ve 150 N ağırlığında olan bir blok, sürtünme katsayısı 0.27 olan bir eğik yüzey boyunca 0.8 m/s sabit hızla hareket ettirilecektir. (a) Yatay yönde uygulanması gereken F kuvvetini belirleyiniz. (b) Blok ile yüzey arasında dinamik viskozitesi $0.012 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ olan 0.4 mm kalınlığında bir yağ filmi bulunursa, bu durumda uygulanması gereken kuvvetteki yüzde azalmayı belirleyiniz.



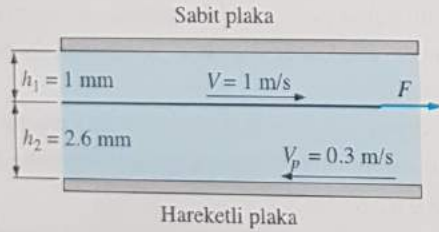
ŞEKİL P2-43

2-44 Dairesel kesitli bir boruda viskozitesi μ olan bir akışkanın akışını dikkate almaz. Borudaki hız dağılımı $u(r) = u_{\text{maks}}(1 - r^n/R^n)$ ile verilmektedir. Bu ifadede u_{maks} boru ekseninde oluşan maksimum hızı, r eksen çizgisinden olan radyal mesafeyi, $u(r)$ herhangi bir r mesafesindeki akış hızını göstermektedir. Birim boru uzunluğu başına akışkanın boru çeperine atış yönünde uygulandığı direnç kuvveti için bir ifade geliştiriniz.



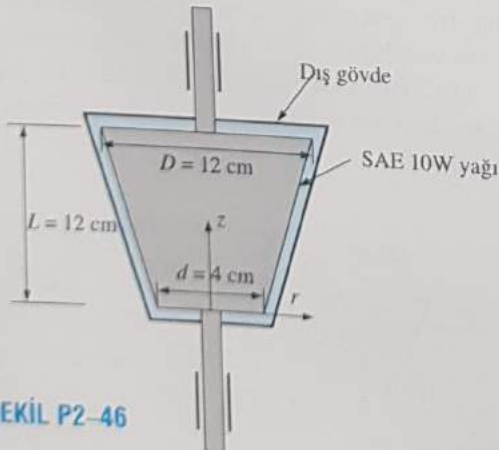
ŞEKİL P2-44

2-45 20-cm $\times$ 20-cm boyutlarında ince bir düz plaka, araları 3.6 mm kalınlığındaki bir yağ tabakası ile dolu paralel iki plaka arasında 1 m/s hızla yatay olarak çekilmektedir. Plakalardan biri sabit, diğeri ise Şekil P2-45'te gösterildiği gibi 0.3 m/s sabit hızla hareket etmektedir. Aradaki yağın dinamik viskozitesi 0.027 Pa $\cdot$ s olduğuna ve her bir yağ tabakasındaki hızın doğrusal değiştiği kabul edildiğine göre, (a) her bir tabakadaki hız profilini çizerek yağ hızının sıfır olduğu konumu bulunuz ve (b) bu hareketi sürdürebilmek için uygulanması gereken kuvveti belirleyiniz.



ŞEKİL P2-45

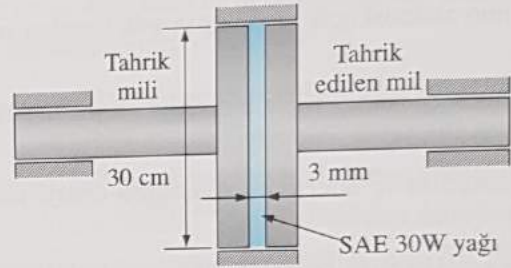
2-46 Kesik koni şeklindeki bir cisim, Şekil P2-46'da görüldüğü gibi içerisi 20°C sıcaklıktaki SAE 10W yağıyla doldurulmuş



ŞEKİL P2-46

($\mu = 0.1$ Pa $\cdot$ s) bir kaptta 200 rad/s sabit hızla döndürülmektedir. Eğer cismin tüm yanlarındaki yağ filmi kalınlığı 1.2 mm ise bu hareketi sağlamak için gerekli gücü hesaplayınız. Ayrıca yağ sıcaklığının 80°C'ye çıkması halinde ($\mu = 0.0078$ Pa $\cdot$ s) bu güç girişinde meydana gelecek olan yüzde azalmayı belirleyiniz.

2-47 Şekil P2-47'de gösterilen kavrama sistemi, 30-cm çapındaki iki özdeş disk arasındaki 3-mm kalınlığında ve viskozitesi $\mu = 0.38$ N s/m² olan yağ üzerinden tork iletmek için kullanılmaktadır. Tahrik eden mil 1450 d/d hızla dönerken tahrik edilen mil ise 1398 d/d hızla dönmektedir. Aradaki yağ filmi içerisindeki hız dağılımını doğrusal kabul ederek iletilen torku belirleyiniz.

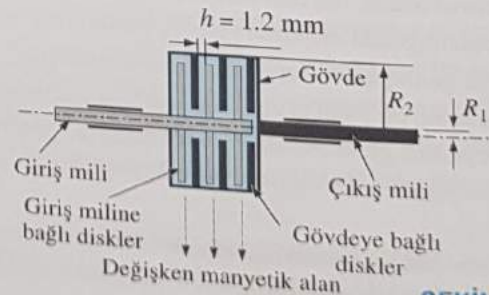


ŞEKİL P2-47

2-48 Problem 2-47'yi tekrar göz önüne alınız. EES (veya başka bir) yazılımı kullanarak, yağ filmi kalınlığının iletilen tork üzerindeki etkisini inceleyiniz. Yağ filmi kalınlığının 0.1 mm'den 10 mm'ye değiştiğini kabul ediniz. Elde ettiğiniz sonuçları grafik olarak çizin ve yorumlayınız.

2-49 Bazı akışkanların viskoziteleri, üzerlerine güçlü bir elektrik alan uygulandığında değişir. Bu olay elektro-reolojik (ER) etki olarak bilinir ve bu tür davranış gösteren akışkanlara ER akışkanları denilir. ER akışkan davranışını tarif etmede kayma gerilmesi için, basitliği sebebiyle, $\tau = \tau_y + \mu (du/dy)$ olarak ifade edilen Bingham plastik modeli yaygın olarak kullanılmaktadır. ER akışkanların en çok gelecek vaat eden uygulamalarından biri de ER kavramasıdır. Tipik bir çok-diskli ER kavraması, eşit aralıklarla yerleştirilmiş, iç yarıçapı R_1 , dış yarıçapı R_2 olan, N adedi giriş miline bağlı birkaç çelik diskten oluşur. Diskler arasındaki h aralığı viskoz bir akışkanla doldurulmuştur. (a) Çıkış mili sabitken kavrama tarafından oluşturulan tork için bir ifade geliştiriniz ve (b) $R_1 = 50$ mm ve $R_2 = 200$ mm olan $N = 11$ adet diskin $n = 2400$ devir/dakika hızında iletebileceği torku $\mu = 0.1$ Pa $\cdot$ s viskozitesine sahip olan SAE 30 yağı için, $\tau_y = 2.5$ kPa ve $h = 1.2$ mm alarak, hesaplayınız.

Cevap: (b) 2060 N $\cdot$ m



ŞEKİL P2-49

2-50 Manyeto-reolojik (MR) olarak adlandırılan bazı akışkanların viskoziteleri bir manyetik alana maruz kaldıklarında değişir. Bu akışkanlar mikron boyutlarda olan mıknatıslanma özelliği gösteren parçacıklar ve taşıyıcı görevi gören bir sıvıdan oluşur ve bu özellikleri sayesinde kontrol edilebilir kavrama sistemlerinde kullanım için elverişlidir. Şekil P2-49'a bakınız. MR akışkanlar, ER akışkanlara oranla çok daha yüksek viskozite değerlerine sahiptir ve genellikle viskozitenin uygulanan kayma kuvvetinin artmasıyla düşüş gösterdiği inceltme davranışı sergiler. Bu tür bir davranışa sanki-plastik davranış da denmektedir ve $\tau = \tau_y + K(du/dy)^m$ ifadesiyle verilen Herschel-Bulkley bünye denklemiyle temsil edilebilir. Burada τ uygulanan kayma gerilmesini, τ_y akma gerilmesini, K uyum endeksini ve m üs endeksini göstermektedir. $\tau_y = 900$ Pa, $K = 58$ Pa $\cdot$ s^m ve $m = 0.82$ olan bir Herschel-Bulkley akışkanı için, (a) giriş milinin sabit bir ω açısal hızıyla döndüğü çıkış milinin ise sabit olduğu N adet diske sahip MR kavrama tarafından iletilen tork için bir ifade geliştiriniz ve (b) $N = 11$ disk, $R_1 = 50$ mm, $R_2 = 200$ mm, $n = 2400$ devir/dakika, $h = 1.2$ mm olması durumunda böyle bir kavrama üzerinden iletilecek torku hesaplayınız.

2-51 Bir sıvının viskozitesi 75-cm boyunda iç içe geçirilmiş eş merkezli iki silindirden oluşan bir viskozimetre ile ölçülecektir. İçteki silindirin dış çapı 15 cm ve iki silindir arasındaki boşluk 0.12 cm'dir. İç silindir 200 devir/dakika hızla döndürüldüğünde ölçülen tork 0.8 N $\cdot$ m olduğuna göre ara boşluktaki sıvının viskozitesini belirleyiniz.

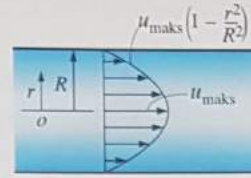


ŞEKİL P2-51

2-52 Bir sıvının viskozitesi, 91.44-cm boyunda iç içe geçirilmiş eş merkezli iki silindirden oluşan bir viskozimetre ile ölçülecektir. İçteki silindirin dış çapı 15.24 cm ve iki silindir arasındaki boşluk 1.27 mm'dir. İç silindir 250 devir/dakika hızla döndürüldüğünde ölçülen tork 1.627 N $\cdot$ m olduğuna göre, ara boşluktaki sıvının viskozitesini belirleyiniz. Cevap: 0.000964 Pa $\cdot$ s

2-53 Girişten uzak bölgelerde, bir boru içerisindeki akış bir-boyutludur ve laminer akış için hız profili $u(r) = u_{maks}(1 - r^2/R^2)$ olup burada R borunun yarıçapı, r boru merkezinden olan radyal mesafe ve u_{maks} boru ekseninde oluşan maksimum akış hızıdır. (a) L

uzunluğundaki boru bölümüne akışkanın uyguladığı direnç kuvveti için bir bağıntı elde ediniz ve (b) 20°C 'deki su akışı için $R = 0.08$ m, $L = 15$ m, $u_{maks} = 3$ m/s ve $\mu = 0.0010$ kg/m $\cdot$ s olarak oluşan direnç kuvvetini belirleyiniz.



ŞEKİL P2-53

2-54 Problem 2-53'ü $u_{maks} = 5$ m/s olarak tekrar çözünüz. Cevap: (b) 0.942 N

Yüzey Gerilimi ve Kılcallık Etkisi

2-55K Yüzey gerilimi nedir? Buna ne sebep olur? Yüzey gerilimi neden aynı zamanda yüzey enerjisi olarak da anılır?

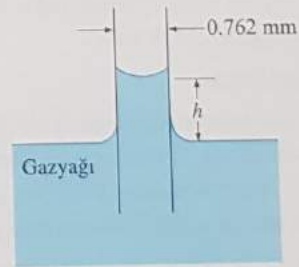
2-56K Bir sabun kabarcığını dikkate alınız. Kabarcık içerisindeki basınç dıştaki basınçtan yüksek midir yoksa düşük müdür?

2-57K Kılcallık etkisi ne demektir? Buna ne sebep olur? Temas açısından nasıl etkilenir?

2-58K Küçük çaplı bir boru, temas açısı 110° olan bir sıvı içerisine daldırılmıştır. Borudaki sıvı seviyesi yükselir mi düşer mi? Açıklayınız.

2-59K Kılcal yükselme küçük çaplı borularda mı yoksa büyük çaplı borularda mı daha fazladır?

2-60 0.762-mm çapında bir cam tüp 20°C 'deki gazyağı içerisine daldırılmıştır. Gazyağının bir cam yüzeyle olan temas açısı 26° olduğuna göre gazyağının tüpteki yükselme miktarını belirleyiniz. Cevap: 16.51 mm



ŞEKİL P2-60

2-61 1.9-mm çapındaki bir boru, yoğunluğu 900 kg/m³ olan ve ne olduğu bilinmeyen bir sıvı içerisine daldırıldığında, sıvının boru içerisinde 5 mm yükseldiği ve 15° 'lik temas açısı yaptığı gözlenmiştir. Sıvının yüzey gerilimini belirleyiniz.

2-62 20°C 'deki bir sabun kabarcığının içerisindeki etkin basıncı (a) kabarcık çapının 0.2 cm ve (b) 5 cm olması halinde belirleyiniz.

2-63 Suda çözünmüş besinler bitkilerin üst kısımlarına ince borucuklar üzerinden bir ölçüde kılcallık etkisiyle taşınır. Sulu çözeltinin bir ağaçta 0.005-mm çapındaki bir borucukta kılcallık etkisiyle ne kadar yükseğe çıkacağını belirleyiniz. Sulu çözeltinin 20°C'de bulunduğunu ve 15°'lik temas açısına sahip olduğunu varsayınız. *Cevap: 5.75 m*



ŞEKİL P2-63

2-64 Bir sıvının yüzey gerilimi, 8-cm uzayabilen bir kenarı bulunan U-şeklindeki bir tel çerçeve üzerinde asılı bir sıvı filmi kullanılarak ölçülecektir. Teli çekmek için gerekli kuvvet 0.012 N olduğuna göre bu sıvının havadaki yüzey gerilimini belirleyiniz.

2-65 Beklenenin aksine, çelik bir bilye yüzey gerilimi sayesinde su üzerinde yüzebilir. 20°C'deki su üzerinde yüzebilecek bir çelik bilyenin maksimum çapı ne olmalıdır? Cevabınız alüminyum bilye için ne olurdu? Çelik ve alüminyumun yoğunluklarını sırasıyla 7800 kg/m³ ve 2700 kg/m³ olarak alınız.

Genel Tekrar Problemleri

2-66 Bir otomobil lastiğinin mutlak basıncı bir seyahat öncesi 290 kPa, bu seyahat sonrası ise 310 kPa olarak ölçülmüştür. Lastik hacminin 0.022 m³ değerinde sabit kaldığını düşünerek lastik içerisindeki havanın mutlak sıcaklığında meydana gelen yüzde artışı belirleyiniz.

2-67 20-m³ hacmindeki bir tankta 25°C'de 800 kPa basınçta azot gazı bulunmaktadır. Tank içerisindeki basıncın 600 kPa'a inmesini sağlayacak kadar azot gazının tanktan sızdığı bilindiğine göre, sızan azot gazı miktarı nedir? *Cevap: 42.9 kg*

2-68 İçerisinde katı parçacıklar bulunan bir sıvının bileşimi genellikle, katı miktarının kütsel olarak $C_{s,kütle} = m_s/m_m$ veya hacimsel olarak $C_{s,hacim} = V_s/V_m$ ifade edilmesiyle nitelenir. Bu ifadelerde m kütleyle V ise hacmi göstermektedir. Alt indisler s ve m ise sırasıyla katıyı ve katı-sıvı karışımını ifade etmek için

kullanılmıştır. Su bazlı bir karışımın bağıl yoğunluğunu $C_{s,kütle}$ ve $C_{s,hacim}$ cinsinden veren bir ifade geliştiriniz.

2-69 Bir karışımı oluşturan katı ve sıvının bağıl yoğunlukları genellikle bilinir ancak karışımın bağıl yoğunluğu katı parçacıkların konsantrasyonuna bağlıdır. Su bazlı bir karışımın bağıl yoğunluğunun, katı parçacıkların bağıl yoğunluğu $\rho_{b,s}$ ve kütsel konsantrasyonu $C_{s,kütle}$ cinsinden,

$$\rho_{b,m} = \frac{1}{1 + C_{s,kütle}(\frac{1}{\rho_{b,s}} - 1)}$$

olarak ifade edilebileceğini gösteriniz.

2-70 Pompaların emme taraflarındaki basınç tipik olarak düşüktür ve pompaların bu yüzeyleri özellikle yüksek akışkan sıcaklıklarında kavitasyona karşı duyarlıdır. Eğer bir pompanın emme tarafındaki mutlak basınç 6.55 kPa ise bu durumda kavitasyon tehlikesinden kaçınmak için maksimum su sıcaklığı ne olmalıdır?

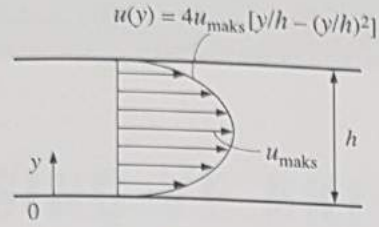
2-71 Kapalı bir tank 60°C'deki suyla kısmen doldurulmuştur. Eğer suyun üzerindeki hava tamamen boşaltılırsa bu boş kalan hacimdeki mutlak basınç ne olur? Sıcaklığın değişmediğini varsayınız.

2-72  Suyun dinamik viskozitesinin mutlak sıcaklık ile değişimi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

T, K	μ , Pa · s
273.15	1.787×10^{-3}
278.15	1.519×10^{-3}
283.15	1.307×10^{-3}
293.15	1.002×10^{-3}
303.15	7.975×10^{-4}
313.15	6.529×10^{-4}
333.15	4.665×10^{-4}
353.15	3.547×10^{-4}
373.15	2.828×10^{-4}

Tablodaki değerleri kullanarak viskozite için $\mu = \mu(T) = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$ biçiminde bir bağıntı geliştiriniz. Geliştirdiğiniz bağıntıyı kullanarak 50°C'deki suyun dinamik viskozitesini hesaplayınız. Tabloda bu sıcaklıktaki suyun viskozitesi $5.468 \cdot 10^{-4}$ Pa · s olarak verilmektedir. Elde ettiğiniz sonucu $\mu = D \cdot e^{B/T}$ ile verilen Andreas denkleminin sonucuyla karşılaştırınız (bu ifadedeki D ve B değerleri, tablodan verilen viskozite verileri kullanılarak belirlenecek olan sabitlerdir).

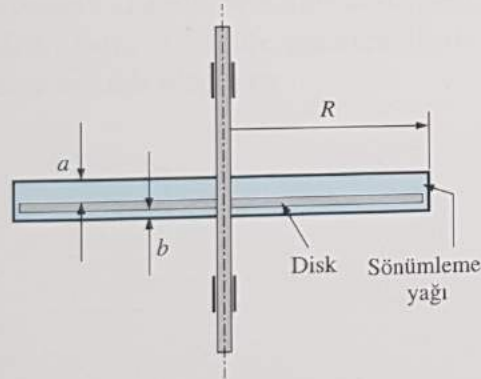
2-73 İki paralel plaka arasında viskozitesi μ olan Newton tipi bir akışkanın laminar akışını ele alınız. Akış bir-boyutlu ve hız profili $u(y) = 4u_{maks}[y/h - (y/h)^2]$ olarak verilmektedir. Burada y alt yüzeyden olan düşey koordinatı, h iki plaka arasındaki mesafeyi ve u_{maks} orta düzlemde oluşan maksimum hızı göstermektedir. Her iki plaka üzerine akışkanın birim plaka alanı başına akış yönünde uyguladığı direnç kuvveti için bir bağıntı geliştiriniz.



ŞEKİL P2-73

2-74 Bazı Newton tipi olmayan akışkanlar, kayma gerilmesinin $\tau = \tau_y + \mu(du/dr)$ ile ifade edilebildiği Bingham plastiği davranış sergiler. R yarıçaplı yatay bir borudaki laminar Bingham plastiği akışına ait hız profili $u(r) = (\Delta P/4\mu L)(r^2 - R^2) + (\tau_y/\mu)(r - R)$ ile verilir. Burada $\Delta P/L$, boru boyunca birim boydaki basınç düşüşünü, μ dinamik viskoziteyi, r eksen çizgisinden itibaren radyal mesafeyi ve τ_y akma gerilmesini göstermektedir. (a) Boru çeperindeki kayma gerilmesini ve (b) borunun L kadarlık bölümüne gelen direnç kuvvetini belirleyiniz.

2-75 Bazı (titreşim) sönümleme sistemlerinde, Şekil P2-75'te gösterildiği gibi yağa daldırılmış dairesel bir disk kullanılır. Böyle bir sistemde sönümleme torkunun $T_{\text{sönümleme}} = C\omega$ uyarınca açısal hızla doğru orantılı olarak değiştiğini gösteriniz. Bu ifadede $C = 0.5\pi\mu(1/a + 1/b)R^4$ olarak verilmektedir. Diskin her iki tarafındaki hız profillerini doğrusal alınız ve disk ucu etkilerini ihmal ediniz.



ŞEKİL P2-75

2-76 22.86 mm çapındaki bir cam boru, cam ile 140° temas açısı yapan cıvaya daldırılmıştır. 20°C 'de cıvadaki kılcal alçalmayı belirleyiniz. *Cevap:* 0.444 mm

2-77 Aralarındaki mesafe t olan düşey olarak bir sıvıya daldırılmış iki geniş paralel plaka arasındaki kılcal sıvı yükselmesi için bir bağıntı türetiniz. Temas açısını ϕ olarak alınız.

2-78 30-cm boyundaki bir kaymalı yatağın, başlangıçta 20°C 'deki viskozitesi $0.1 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ olan ve ön görülen sürekli bir çalışma sonunda 80°C 'deki viskozitesi $0.008 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ 'ye düşen bir yağ ile yağlandığını düşününüz. Mil çapı 8 cm ve mil ile yatak arasındaki ortalama boşluğun 0.08 cm olduğu bilindiğine göre, başlangıçta ve 500 devir/dakika mil hızında sürekli çalışma esnasında yataklama sürtünmesini yenmek için gerekli torku belirleyiniz.

Tasarım ve Araştırma Problemleri

2-79 Sıvıların viskozitelerini ölçmek amacıyla, D çapında, L boyunda dar bir akış bölümü bulunan, h yüksekliğinde silindirik hazneli düşey bir kap (huni) tasarlayınız. Uygun varsayımları yapara yoğunluk ve hacimsel debi gibi kolayca ölçülebilen büyüklükler cinsinden viskozite için bir bağıntı elde ediniz.

2-80 Akışkanın kılcallık ve diğer etkiler ile ağaçların tepesine yükselmesi konusunda bir rapor hazırlayınız.

2-81 Motorlarda farklı mevsimlerde kullanılan yağlar ve bunların viskoziteleri konusunda bir rapor hazırlayınız.

$$P = P_0 - \rho a_x x - \rho(g + a_z)z$$

olarak ifade edilir. Sabit ivmeli doğrusal hareket halinde olan bir akışkan içerisindeki sabit basınç yüzeyleri (serbest yüzey dahil olmak üzere), xz -düzlemindeki eğimleri;

$$\text{Eğim} = \frac{dz_{\text{izobar}}}{dx} = -\frac{a_x}{g + a_z} = -\tan \theta$$

olan paralel yüzeylerdir. *Dönen silindir* içerisinde bir sıvının rijit-cisim hareketi esnasında oluşan sabit basınç yüzeyleri *dönüş paraboloidleridir*. Serbest yüzey denklemi,

$$z_s = h_0 - \frac{\omega^2}{4g}(R^2 - 2r^2)$$

olup bu ifadede yer alan z_s , serbest yüzeyin r yarıçapında kap tabanından olan mesafesini, h_0 ise dönmeye önce kaptaki akışkanın yüksekliğini göstermektedir. Sıvı içerisindeki basıncın değişimi,

$$P = P_0 + \frac{\rho\omega^2}{2}r^2 - \rho gz$$

ile verilir. Buradaki P_0 orijindeki ($r = 0, z = 0$) basıncıdır.

Basınç temel bir özelliktir ve basıncı içermeyen önemli bir akış problemi hayal etmek zordur. Dolayısıyla bu özelliği kitabın geri kalan tüm bölümlerinde göreceksiniz. Bununla birlikte, düz veya eğrisel yüzeyler üzerindeki hidrostatik kuvvetlerin göz önüne alınması büyük oranda bu bölümle sınırlı tutulmuştur.

KAYNAKLAR VE ÖNERİLEN YAYINLAR

1. F. P. Beer, E. R. Johnston, Jr., E. R. Eisenberg, and G. H. Staab. *Vector Mechanics for Engineers, Statics*, 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2004.
2. C. T. Crowe, J. A. Roberson, and D. F. Elger. *Engineering Fluid Mechanics*, 7th ed. New York: Wiley, 2001.
3. R. W. Fox and A. T. McDonald. *Introduction to Fluid Mechanics*, 5th ed. New York: Wiley, 1999.
4. D. C. Giancoli. *Physics*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1991.
5. M. C. Potter and D. C. Wiggert. *Mechanics of Fluids*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997.
6. F. M. White. *Fluid Mechanics*, 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

PROBLEMLER *

Basınç, Manometre ve Barometre

- 3-1K** Etkin basınç ile mutlak basınç arasındaki fark nedir?
- 3-2K** Yüksek yerlerde bazı kimselerin neden burun kanaması geçirdiğini ve bazılarının da neden sık nefes aldığını açıklayınız.
- 3-3K** Bir kimse sabit yoğunluklu bir sıvıda derinlik iki kat olduğunda basıncın da iki kat olacağını iddia etmektedir. Siz de aynı fikirde misiniz? Açıklayınız.
- 3-4K** Küçük bir çelik küp bir ipe bağlı olarak suya daldırılmıştır. Eğer kübün kenar uzunlukları çok küçük olursa, kübün üst, alt ve kenar yüzeylerindeki basınçların büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?
- 3-5K** Pascal ilkesini ifade ediniz ve bununla ilgili gerçek bir örnek veriniz.
- 3-6K** Aynı hızda çalışan ve biri deniz seviyesinde diğeri ise yüksek bir dağın tepesinde olan iki özdeş fanı göz önüne alınız. Bu iki fanın (a) hacimsel debileri ve (b) kütleli debileri hakkında ne söyleyebilirsiniz?

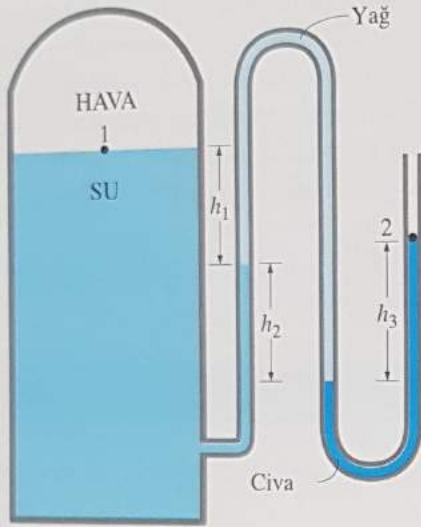
3-7 Yerel atmosferik basıncın 92 kPa olduğu bir yerde bulunan bir odaya bağlı vakum ölçer 24 kPa'ı göstermektedir. Odadaki mutlak basıncı hesaplayınız.

3-8 Bir tanktaki basınç manometre kullanılarak ölçülmektedir. Kullanılan akışkanın bağıl yoğunluğu 1.25 olup manometrenin iki kolu arasındaki yükseklik farkı 711.2 mm'dir. Yerel atmosferik basınç 87.56 kPa olduğuna göre, tanktaki mutlak basıncı, manometrenin odaya bağlı bulunan kolundaki seviyenin (a) daha yüksek ve (b) daha düşük olması durumları için hesaplayınız.

3-9 Bir tanktaki su, hava ile basınçlandırılmış olup basınç Şekil P3-9'da gösterildiği gibi çok akışkanlı bir manometre kullanılarak

*"K" ile gösterilen sorular kavram sorularıdır ve öğrencilerin bunların tamamını yanıtlaması tavsiye edilir.  simgesi bulunan sorular EES yazılımı ile çözülür ve parametrik incelemeli tam çözümler kitap ekindeki DVD'de bulunmaktadır.  simgeli problemler genel olarak kapsamlı sorulardır ve tercihen bu kitapla birlikte verilen EES yazılımı kullanılarak bir bilgisayar yardımıyla çözümleri öngörülmüştür.

ölçülmektedir. $h_1 = 0.2$ m, $h_2 = 0.3$ m ve $h_3 = 0.46$ m olması halinde tanktaki havanın etkin basıncını hesaplayınız. Suyun, yağın ve cıvanın yoğunluklarını sırasıyla 1000 kg/m^3 , 850 kg/m^3 ve 13600 kg/m^3 olarak alınız.



ŞEKİL P3-9

3-10 Barometrenin 750 mmHg gösterdiği bir yerdeki atmosferik basıncı hesaplayınız. Cıvanın yoğunluğunu 13600 kg/m^3 alınız.

3-11 Bir sıvı içerisinde 3 m derinlikteki etkin basınç 28 kPa olarak okunduğuna göre, aynı sıvı içerisinde 12 m derindeki etkin basıncı hesaplayınız.

3-12 Su içerisinde 5 m derinlikteki mutlak basınç 145 kPa okunduğuna göre (a) yerel atmosferik basıncı ve (b) aynı yerde bulunan ve bağıl yoğunluğu 0.85 olan başka bir sıvıda 5 m derinlikteki mutlak basıncı hesaplayınız.

3-13 $1 \text{ kgf/cm}^2 = 981 \text{ mmss}$ (mili-metre-su-sütünü) olduğunu gösteriniz.

3-14 90 kg 'lık bir adam 0.046 m^2 basma alanına sahiptir. Bu kişinin (a) her iki ayağı üzerine basması ve (b) tek ayak üstünde durması halinde yere uygulayacağı basıncı hesaplayınız.

3-15 70 kg gelen bir bayanın 400 cm^2 toplam ayak tabanına sahip olduğunu göz önüne alınız. Bu bayan karda yürümek istemektedir ancak kar 0.5 kPa 'dan daha büyük basınçlara karşı koyamamaktadır. Karda batmadan yürüebilmesi için bayanın minimum kar ayakkabısı numarasının (ayakkabı başına basma alanı) ne olması gerektiğini hesaplayınız.

3-16 Barometrik basıncın 755 mmHg olduğu yerde bulunan bir tanka bağlı vakum ölçme cihazı 30 kPa 'ı göstermektedir. Buna göre tanktaki mutlak basıncı hesaplayınız. $\rho_{\text{Hg}} = 13590 \text{ kg/m}^3$ alınız. Cevap: 70.6 kPa

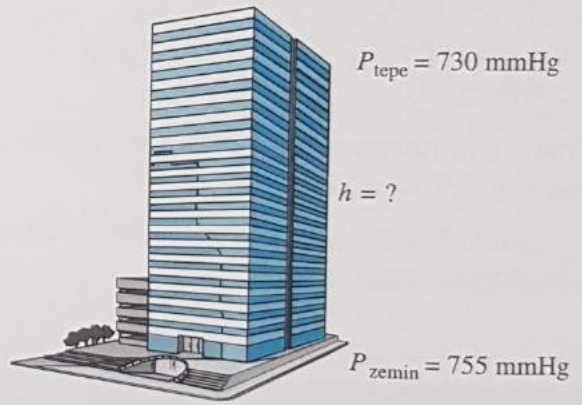
3-17 Barometrik basıncın 98543 Pa olduğu yerde bulunan bir tanka

bağlı vakum ölçme cihazı 344.74 kPa 'ı göstermektedir. Buna göre tanktaki mutlak basıncı mmHg olarak hesaplayınız. $\rho_{\text{Hg}} = 13590 \text{ g/l}$ alınız. Cevap: 3324.76 mmHg

3-18 Bir tanka bağlanan basınç ölçer, atmosferik basıncın 94 kPa olduğu bir yerde 500 kPa değerini göstermektedir. Buna göre tanktaki mutlak basıncı hesaplayınız.

3-19 Bir dağcının barometresi tırmanma öncesinde 930 mbar 'ı tırmanma sonunda ise 780 mbar 'ı göstermektedir. Yerçekim ivmesinin yükseklikle değişimini göz ardı ederek, düşey tırmanma mesafesini hesaplayınız. Ortalama olarak 1.20 kg/m^3 'lük bir hava yoğunluğu kabul ediniz. Cevap: 1274 m

3-20 Bir binanın yüksekliğini ölçmede basit bir barometre kullanılabilir. Bina tepesindeki ve zeminindeki barometrik okumaları sırasıyla 730 mmHg ve 755 mmHg olduğuna göre binanın yüksekliğini hesaplayınız. Ortalama olarak 1.18 kg/m^3 'lük bir hava yoğunluğu kabul ediniz



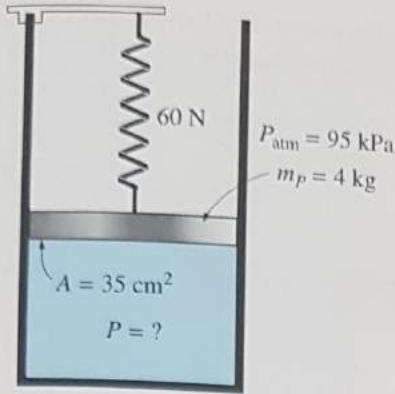
ŞEKİL P3-20

3-21 Problem 3-20'yi EES (veya başka bir) yazılım kullanarak çözünüz. Uygun birimlerle ifade edilen sayısal değerler dahil olmak üzere tüm çözümü yazdırınız. Cıvanın yoğunluğunu 13600 kg/m^3 alınız.

3-22 Denizin serbest yüzeyinden itibaren 30 m derine dalan bir dalgıcın üzerine gelen basıncı hesaplayınız. Barometrik basıncı 101 kPa ve deniz suyunun bağıl yoğunluğunu 1.03 olarak alınız. Cevap: 404.0 kPa

3-23 Deniz serbest yüzeyinden 91.44 m derinde seyreden bir denizaltı üzerine gelen basıncı hesaplayınız. Barometrik basıncı 10.33 mss (metre-su-sütünü) ve deniz suyunun bağıl yoğunluğunu 1.03 olarak alınız.

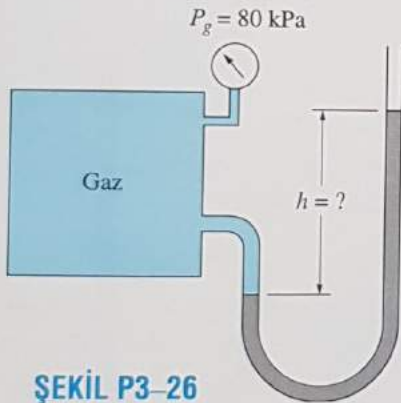
3-24 Sürtünmesiz bir piston-silindir düzeneği içerisinde bir gaz bulunmaktadır. Piston kütlesi 4 kg olup kesit alanı 35 cm^2 'dir. Piston üzerinde bulunan sıkışmış haldeki yay pistonu 60 N kuvvet uygulamaktadır. Atmosferik basınç 95 kPa olduğuna göre silindir içerisindeki basıncı hesaplayınız. Cevap: 123.4 kPa



ŞEKİL P3-24

3-25 Problem 3-24'ü yeniden ele alınız. EES (veya başka bir) yazılım kullanarak 0–500 N aralığındaki değerleri için yay kuvvetinin silindirin içerisindeki basınca etkisini araştırınız. Basıncın piston kuvveti ile değişimini çiziniz ve sonuçları tartışınız.

3-26 Bir gaz tankının basıncını ölçmek üzere tank üzerine hem bir basınç ölçer hem de manometre konulmuştur. Basınç göstergesinden okunan değer 80 kPa olduğuna göre akışkanın (a) civa olması ($\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$) veya (b) su olması ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) durumunda manometredeki akışkan seviyeleri arasındaki farkı belirleyiniz.



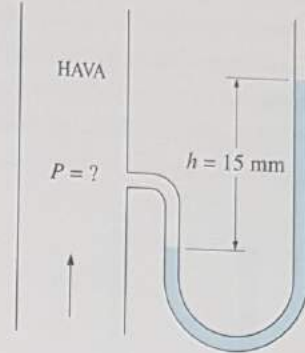
ŞEKİL P3-26

3-27 Problem 3-26'yı tekrar göz önüne alınız. EES (veya başka bir) yazılım kullanarak 800 – 13000 kg/m³ aralığındaki değerleri için manometre sıvısının yoğunluğunun manometredeki akışkan seviyeleri arasındaki fark üzerindeki etkisini araştırınız. Seviye farkının yoğunlukla değişimini çiziniz ve sonuçları tartışınız.

3-28 Yağlı bir manometre ($\rho = 850 \text{ kg/m}^3$) hava dolu bir tanka yerleştirilmiştir. Her iki sütundaki yağ seviyesi farkının 45 cm ve atmosferik basınç 98 kPa olduğuna göre tank içerisindeki havanın mutlak basıncını hesaplayınız. *Cevap: 101.75 kPa*

3-29 Bir hava kanalının içerisindeki basıncı ölçmek üzere kanala civalı bir manometre ($\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$) bağlanmıştır. Manometre

seviyeleri arasındaki fark 15 mm ve atmosferik basınç 100 kPa olduğuna göre (a) Şekil P3-29'a bakarak kanaldaki basıncın atmosferik basıncın üzerinde mi yoksa altında mı olduğunu belirleyiniz. (b) Kanaldaki mutlak basıncı hesaplayınız.

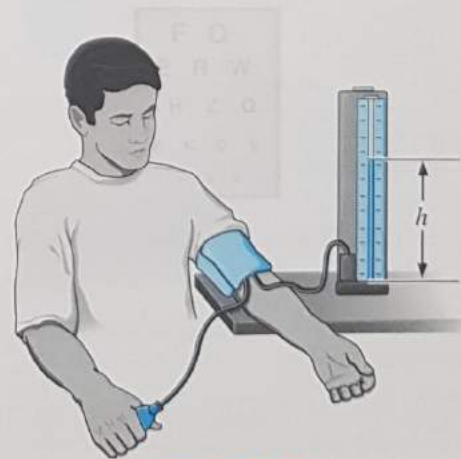


ŞEKİL P3-29

3-30 Problem 3-29'u civa seviye farkını 30 mm alarak tekrar çözünüz.

3-31 Kan basıncı genellikle içi hava dolu ve basınç ölçer ile donatılmış kapalı bir kılıfın, kişinin kolunun üst kısmına kalp seviyesinde sarılmasıyla ölçülür. Bir civalı manometre ile bir stetoskop kullanılarak sistolik basınç (kalbin pompalama anındaki maksimum basınç) ve diastolik basınç (kalbin dinlenme anındaki minimum basınç) mmHg olarak ölçülür. Sağlıklı bir kimsenin sistolik ve diastolik basınçları sırasıyla 120 mmHg ve 80 mmHg civarında olup 120/80 olarak ifade edilir. Bu her iki etkin basıncı kPa, metre-su-sütunu (mss) ve mbar olarak ifade ediniz.

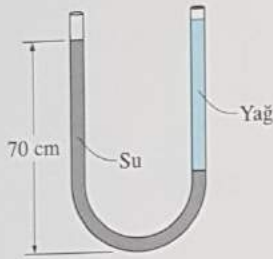
3-32 Sağlıklı bir kimsenin kolunun üst kısmındaki maksimum kan basıncı 120 mmHg'dir. Eğer ucu atmosfere açık düşey bir tüp bu kişinin kolundaki toplardamara bağlanırsa, kanın tüp içerisinde ne kadar yükseleceğini belirleyiniz. Kanın yoğunluğunu 1050 kg/m³ olarak alınız.



ŞEKİL P3-32

3-33 Bir havuz içerisinde tamamen suya gömülü olarak dik vaziyette ayakta duran 1.8 m boyundaki bir adamı göz önüne alınız. Bu adamın başına ve ayak uçlarına etki eden basınçlar arasındaki farkı kPa olarak hesaplayınız.

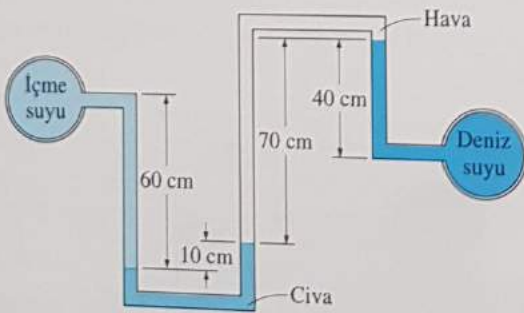
3-34 Kol uçları atmosfere açık bir U-borusunu dikkate alınız. U-borusunun bir kolundan su diğer kolundan ise hafif bir yağ ($\rho = 790 \text{ kg/m}^3$) içeri doldurulmaktadır. Bunun sonucunda kolların birinde 70 cm yüksekliğinde su, diğer kolda ise yağ/su yükseklik oranı 6 olacak şekilde her iki akışkan da bulunmaktadır. Bu ikinci koldaki her bir akışkanın yüksekliğini belirleyiniz.



ŞEKİL P3-34

3-35 Bir araba tamir atölyesindeki hidrolik kaldırmacı 30 cm çıkış çapına sahip olup 2000 kg'a kadar arabaları kaldırmada kullanılmaktadır. Buna göre yağ deposunda sağlanması gereken akışkan etkin basıncı ne olmalıdır?

3-36 Yatay ve paralel iki boruda akan tatlı ve tuzlu su, Şekil P3-36'da gösterildiği gibi birbirlerine bir U-tüpü manometresi ile bağlanmıştır. Her iki boru hattı arasındaki basınç farkını belirleyiniz. Verilen konumda deniz suyunun yoğunluğunu $\rho = 1035 \text{ kg/m}^3$ olarak alınız. Bu analizde hava sütununun etkisi göz ardı edilebilir mi?

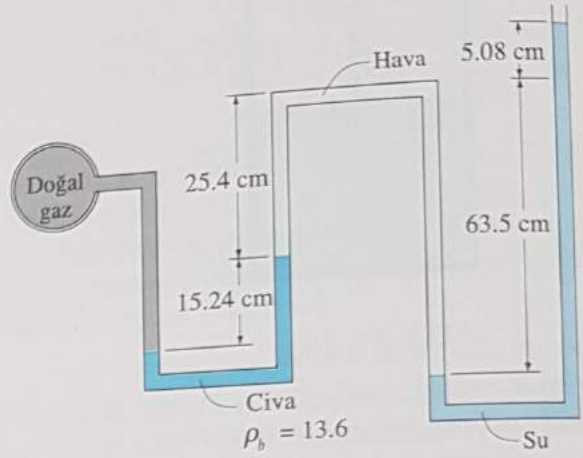


ŞEKİL P3-36

3-37 Problem 3-36'yı hava yerine bağıl yoğunluğu 0.72 olan yağ bulunması halinde tekrar çözünüz.

3-38 Bir doğal gaz boru hattındaki basınç, Şekil P3-38'de gösterilen ve bir ucu yerel atmosferik basıncın 97.9 kPa olduğu

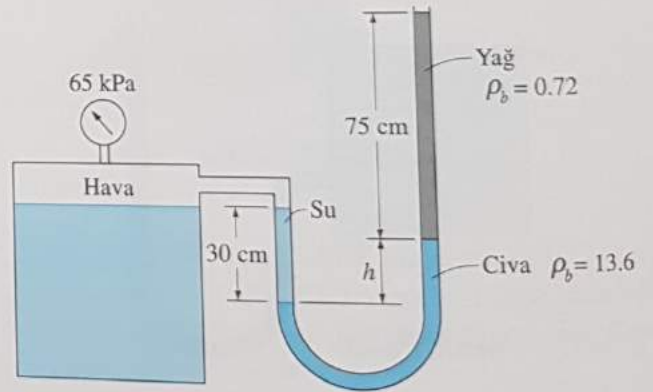
atmofere açık olan manometre kullanılarak ölçülmektedir. Boru hattındaki mutlak basıncı belirleyiniz.



ŞEKİL P3-38

3-39 Problem 3-38'de havayı, bağıl yoğunluğu 0.69 olan bir yağ ile yer değiştirerek tekrar çözünüz.

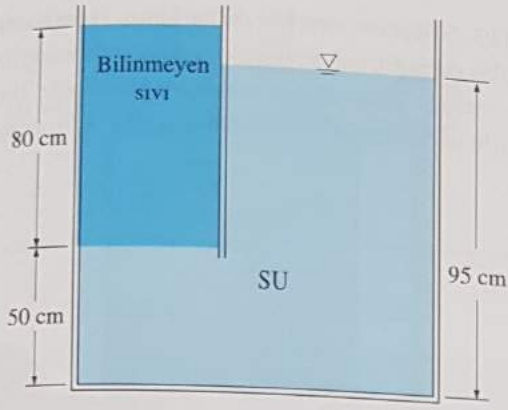
3-40 Şekil P3-40'ta gösterilen tanktaki havanın etkin basıncı 65 kPa olarak ölçüldüğüne göre civa sütununun fark yüksekliğini (h) hesaplayınız.



ŞEKİL P3-40

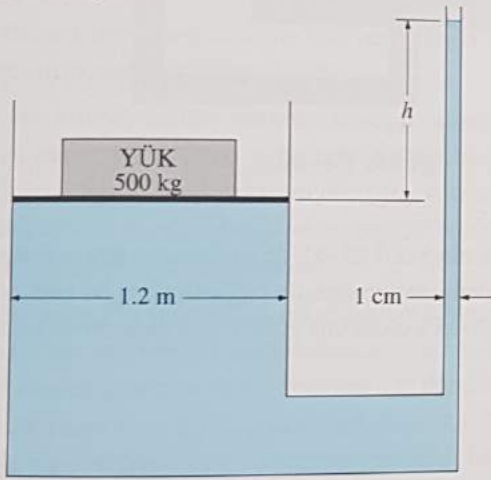
3-41 Problem 3-40'ı, 45 kPa'lık bir etkin basınç için tekrar çözünüz.

3-42 Bir su tankının üst tarafı Şekil P3-42'de gösterildiği gibi iki bölmeye ayrılarak bir tarafına yoğunluğu bilinmeyen bir akışkan dökülürken, diğer taraftaki su seviyesi bu etkiyi telafi edecek şekilde yükselmektedir. Şekilde gösterilen nihai akışkan yüksekliklerine göre, sol bölmeye eklenen sıvının yoğunluğunu bulunuz. Eklenen sıvının suyla karışmadığını kabul ediniz.



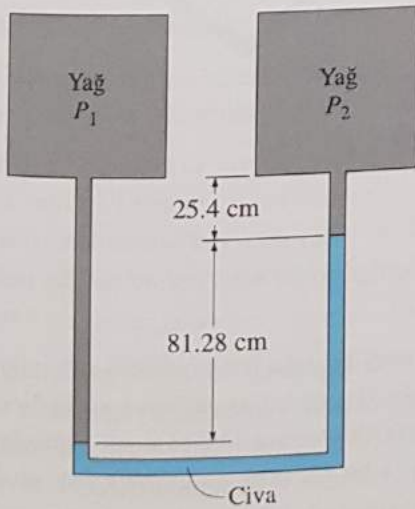
ŞEKİL P3-42

3-43 Şekil P3-43'teki hidrolik kaldırıcı üzerindeki 500 kg'lık bir yük ince bir boruya yağ ($\rho = 780 \text{ kg/m}^3$) dökülerek yükseltilecektir. Yükün yükselmeye başlayacağı h yüksekliğinin ne olması gerektiğini belirleyiniz.



ŞEKİL P3-43

3-44 İki yağ tankı birbirlerine bir manometre vasıtasıyla bağlanmıştır. İki koldaki civa seviyeleri arasındaki fark 81.28 cm olduğuna göre iki tank arasındaki basınç farkını hesaplayınız.

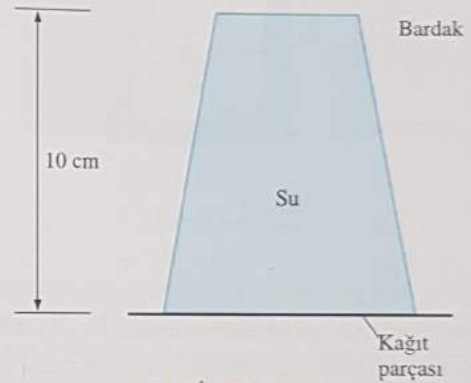


ŞEKİL P3-44

Yağın ve cıvanın yoğunluklarını sırasıyla 720.83 kg/m^3 ve 13583.7 kg/m^3 alınız.

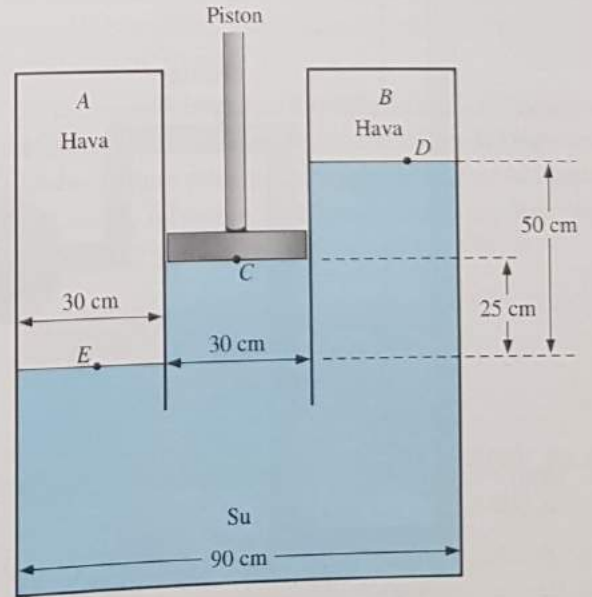
3-45 Basınç çoğu zaman bir sıvı sütunu cinsinden verilir ve bu durumda "basınç yükü" olarak ifade edilir. Standart atmosferik basıncı (a) cıva ($\rho_b = 13.6$), (b) su ($\rho_b = 1.0$) ve (c) gliserin ($\rho_b = 1.26$) sütunu cinsinden ifade ederek niçin manometrelerde genellikle cıvanın kullanıldığını açıklayınız.

3-46 Basit bir deney, uzun yıllardır negatif basıncın ters çevrilmiş bir bardaktan suyun dökülmesini nasıl önlediğini göstermek için yapılmaktadır. Tamamen suyla dolu bir cam bardağın üzeri ince bir kağıt parçası ile örtülerek Şekil P3-46'da gösterildiği gibi ters çevrilmiştir. Bardağın tabanındaki basıncı bularak suyun neden dökülmediğini açıklayınız.



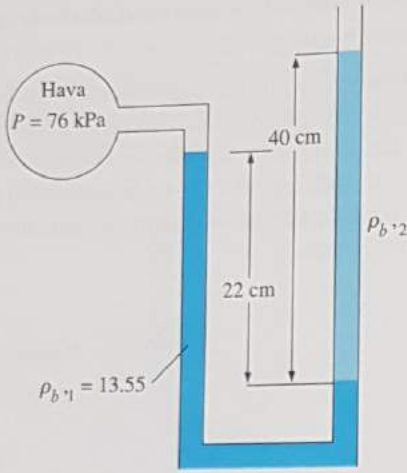
ŞEKİL P3-46

3-47 Tabanlarında aynı akışkan bulunan iki odacık, ağırlığı 25 N olan 30 cm çapındaki bir piston ile Şekil P3-47'de gösterildiği gibi ayrılmıştır. A ve B odacıklarındaki etkin basınçları hesaplayınız.



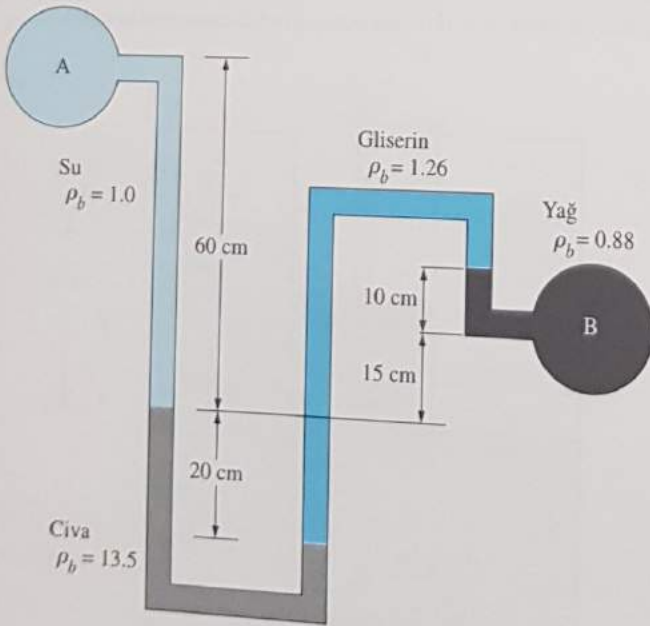
ŞEKİL P3-47

3-48 Bir hava borusuna Şekil P3-48'de gösterildiği gibi bağlanan çift akışkanlı bir manometreyi göz önüne alınız. Akışkanlardan birinin bağıl yoğunluğu 13.55 olduğuna göre, verilen hava basıncı için diğer akışkanın bağıl yoğunluğunu hesaplayınız. Atmosferik basıncı 100 kPa olarak alınız. *Cevap: 1.34*



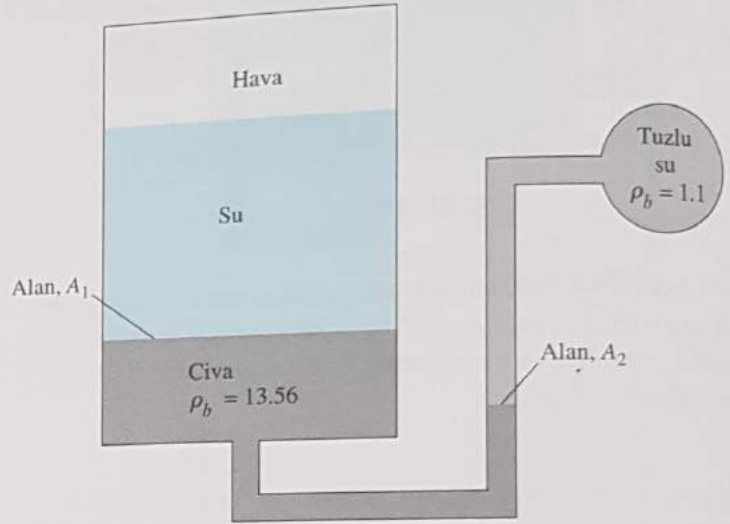
ŞEKİL P3-48

3-49 Bir yağ borusu ile su borusu arasındaki basınç farkı, Şekil P3-49'da gösterildiği gibi çift akışkanlı bir manometre kullanılarak ölçülmektedir. Verilen akışkan yükseklikleri ve bağıl yoğunluklar için basınç farkı $\Delta P = P_B - P_A$ 'yı hesaplayınız.



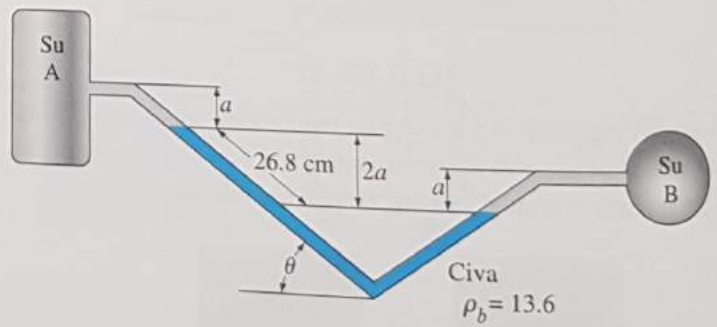
ŞEKİL P3-49

3-50 Şekil P3-50'deki sistemi göz önüne alınız. Hava basıncındaki 0.7 kPa'lık bir değişim, sağ sütundaki tuzlu su-cıva arayüzündeki 5 mm düşmesine neden olmaktadır. Bu esnada tuzlu su seviyesinin 5 mm düşmesine göre A_2/A_1 oranı nedir? borudaki tuzlu suyun basıncı değişmediğine göre A_2/A_1 oranı nedir?



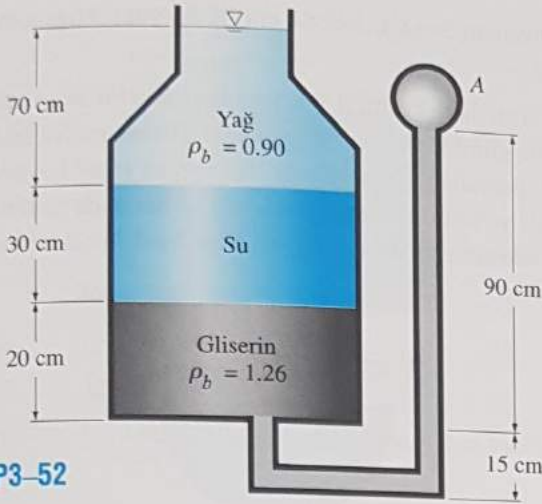
ŞEKİL P3-50

3-51 İki su tankı Şekil P3-51'de gösterildiği gibi birbirlerine eğik borulu bir cıvalı manometre ile bağlanmıştır. İki tank arasındaki basınç farkı 20 kPa olduğuna göre a ve θ değerlerini hesaplayınız.



ŞEKİL P3-51

3-52 Çok akışkanlı bir kap Şekil P3-52'de gösterildiği gibi bir U-tüpüne bağlı bulunmaktadır. Verilen bağıl yoğunluklar ve akışkan sütunu yükseklikleri için A noktasındaki basıncı bulunuz. Ayrıca A noktasında aynı basıncı meydana getirecek cıva sütunu yüksekliğini hesaplayınız. *Cevaplar: 0.471 kPa, 0.353 cm*



ŞEKİL P3-52

Akışkan Statiği: Düz ve Eğrisel Yüzeylerdeki Hidrostatik Kuvvetler

3-53K Dalmış bir yüzey üzerine etkiyen bileşke hidrostatik kuvveti ve basınç merkezini tanımlayınız.

3-54K Bir kimse, dalmış bir düz yüzeyin alanını ve kütle merkezinin serbest yüzeyden olan mesafesini bilmesi durumunda, nasıl yerleştirildiğine bakılmaksızın düz yüzey üzerine etkiyen hidrostatik kuvvetin büyüklüğünü bulabileceğini öne sürmektedir. Sizce bu mümkün müdür? Açıklayınız.

3-55K Dalmış bir düz yatay plaka, üst yüzeyinin kütle merkezinden tutturulan bir ip ile su içerisinde askıda durmaktadır. Ardından plaka kütle merkezinden geçen bir eksen etrafında 45° döndürülmektedir. Plakanın üst yüzeyine etkiyen hidrostatik kuvvetin bu dönüşün sonucunda nasıl değişeceğini tartışınız. Plakanın her seferinde tümüyle dalmış olarak kaldığını kabul ediniz.

3-56K Baraj setlerinin alt kısımlarının çok daha kalın yapıldığını fark etmiş olabilirsiniz. Barajların neden bu şekilde yapıldığını açıklayınız.

3-57K Dalmış bir eğrisel yüzey düşününüz. Bu yüzey üzerine etkiyen kuvvetin yatay bileşenini nasıl belirleyeceğinizi açıklayınız.

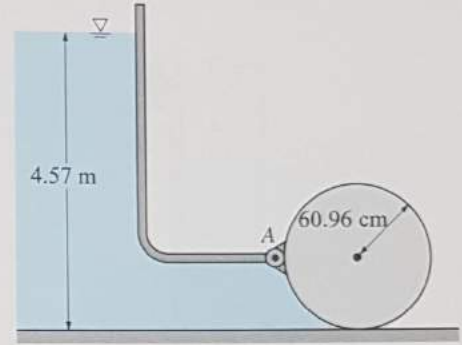
3-58K Dalmış bir eğrisel yüzey düşününüz. Bu yüzey üzerine etkiyen kuvvetin düşey bileşenini nasıl belirleyeceğinizi açıklayınız.

3-59K Sabit yoğunluklu bir akışkan tarafından uygulanan hidrostatik kuvvetlere maruz kalan dairesel bir yüzeyi göz önüne alınız. Bileşke hidrostatik kuvvetin yatay ve düşey bileşenlerinin belirlenmesi halinde bu kuvvetin etki çizgisini nasıl bulacağınızı açıklayınız.

3-60 Zemin düz bir göle uçan ağır bir arabayı dikkate alınız. Sürücü tarafındaki araç kapısı 1.1 m yüksekliğinde, ve 0.9 m genişliğinde olup, kapının üst kenarı gölün serbest yüzeyinden 8 m aşağıdadır. (a) Arabanın sızdırmaz ve içerisinde atmosferik basınçta havayla dolu olması, (b) arabanın suyla dolu olması

halinde kapıya etkiyen net kuvveti (kapı yüzeyine dik) ve basınç merkezinin konumunu belirleyiniz.

3-61 Otomatik bir kapak olarak kullanılan 60.96 cm yarıçaplı uzun ve içi dolu bir silindir, Şekil P3-61'de gösterildiği gibi A noktasından mafsallanmıştır. Su seviyesi 4.57 m'ye ulaştığında silindirik kapak menteşesi etrafında dönerek açılmaktadır. Kapağın açılmaya başladığı anda (a) silindir üzerine etkiyen kuvveti ve etki çizgisini ve (b) silindirin birim boyunun ağırlığını belirleyiniz.

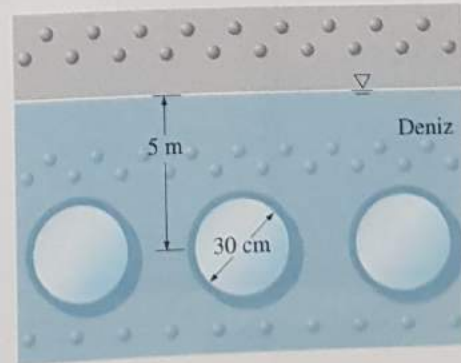


ŞEKİL P3-61

3-62 4 m boyunda, 4 m genişliğinde ve 1.5 m yüksekliğinde tamamen suyla dolu bir zemin-üstü yüzme havuzunu göz önüne alınız. (a) Havuzun her bir duvarındaki hidrostatik kuvveti ve bu kuvvetin etki çizgisinin zeminden olan mesafesini bulunuz. (b) Eğer havuzun kenar duvarlarının yüksekliği iki katına çıkartılırsa ve havuz tamamen doldurulursa her bir duvara gelen kuvvet iki katına mı yoksa dört katına mı çıkar? Neden? *Cevap: 44.1 kN*

3-63 60.96 m yüksekliğinde ve 365.76 m genişliğinde tam olarak dolu bir barajı göz önüne alınız. (a) Baraj üzerindeki hidrostatik kuvveti ve (b) birim baraj alanı başına barajın üst ve alt kenarı civarındaki kuvveti bulunuz.

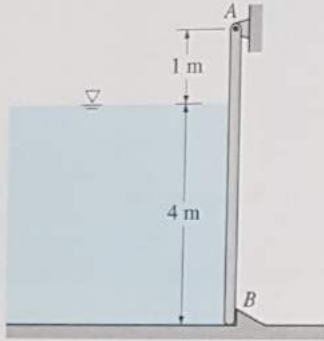
3-64 Bir yolcu gemisinin bodrum katındaki bir odası 30 cm çapında dairesel pencereye sahiptir. Pencerenin orta noktası su yüzeyinden 5 m aşağıda olduğuna göre, pencere üzerine etkiyen hidrostatik kuvveti ve basınç merkezini belirleyiniz. Deniz suyunun bağıl yoğunluğunu 1.025 olarak alınız. *Cevaplar: 3554 N, 5.001 m*



ŞEKİL P3-64

3-65 100 m boyundaki bir barajın su tarafındaki duvarı 10 m yarıçaplı dörtte bir daire şeklindedir. Üst kenarına kadar dolu olması halinde baraja gelen kuvveti ve etki çizgisini belirleyiniz.

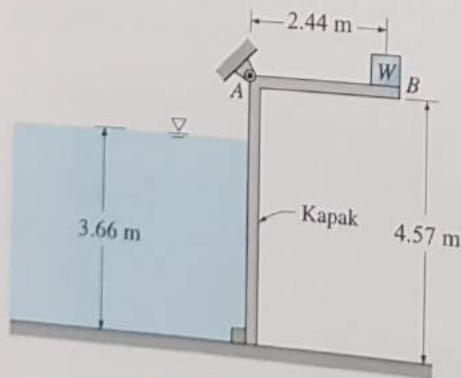
3-66 5 m yüksekliğinde ve 5 m genişliğindeki dikdörtgensel bir plaka, Şekil P3-66'da gösterildiği gibi 4 m derinliğindeki tatlı su ağzını kapatmaktadır. Plaka, üst kenarında A noktasından geçen yatay bir eksen boyunca mafsallanmış olup B noktasındaki sabit bir çıkıntı ile açılması engellenmektedir. Çıkıntı tarafından plakaya uygulanan kuvveti hesaplayınız.



ŞEKİL P3-66

3-67 Problem 3-66'yı tekrar göz önüne alınız. EES (veya başka bir) yazılım kullanarak su derinliğinin çıkıntı tarafından uygulanan kuvvete etkisini araştırınız. Su derinliğini 0 m'den 5 m'ye kadar 0.5 m'lik artımlarla değiştirerek giriniz. Sonuçları tablo haline getiriniz ve çiziniz.

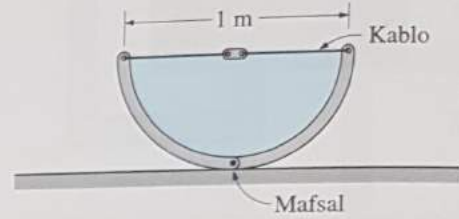
3-68 Bir su deposundan olan su akışı, Şekil P3-68'de gösterildiği gibi 152.4 cm genişliğinde, A noktasından mafsallı ve L şekilli bir kapak ile kontrol edilmektedir. Su yüksekliği 365.76 m'ye ulaştığında kapağın açılması istendiğine göre, gerekli ağırlığın kütlelerini hesaplayınız. Cevap: 14016 kg



ŞEKİL P3-68

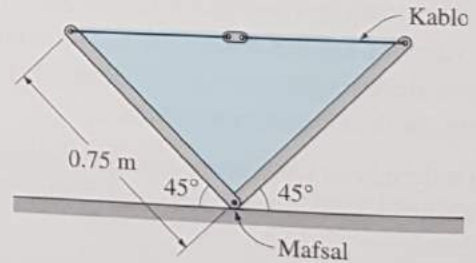
3-69 Problem 3-68'i, 243.84 cm'lik su yüksekliği için tekrar çözünüz.

3-70 Yarım daire kesitli 0.5 m yarıçapındaki bir su yalağı, Şekil P3-70'de görüldüğü gibi tabanda birbirlerine mafsallanmış iki simetrik parçadan oluşmaktadır. İki parça, yalak boyunca 3 m aralıklarla yerleştirilen gergili bir kablo ile bir arada tutulmaktadır. Yalağın tam dolu olması halinde her bir kablodaki çekme kuvvetini hesaplayınız.



ŞEKİL P3-70

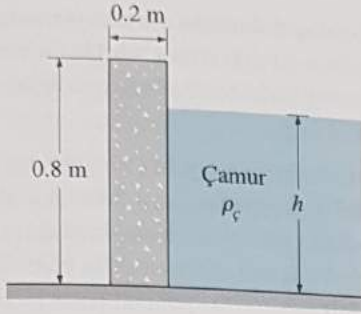
3-71 Her iki tarafı yatayla 45° açı yapan V şeklindeki bir su yalağının kenarları, Şekil P3-71'de gösterildiği gibi kesiştikleri tabanda birbirlerine mafsallanmıştır. Yalağın her iki tarafı 0.75 m genişliğinde olup birbirlerine yalak boyunca 6 m aralıklarla yerleştirilen gergili kablo ile bağlanmıştır. Yalağın tamamen dolu olması halinde her bir kablodaki çekme kuvvetini hesaplayınız. Cevap: 5510 N



ŞEKİL P3-71

3-72 Problem 3-71'i mafsal üzerinde yalağın 0.4 m'lik bir su yüksekliği ile kısmen dolu olması hali için tekrar çözünüz.

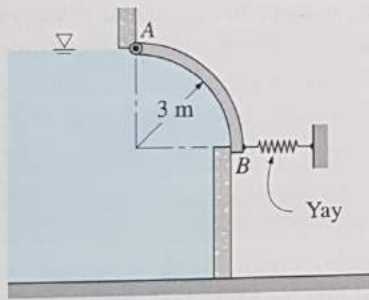
3-73 Çamur kaymasına karşı yapılan bir istinat duvarı, Şekil P3-73'de gösterildiği gibi 0.8 m yüksekliğinde ve 0.2 m genişliğindeki dikdörtgensel beton blokların ($\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$) taraf tarafa yerleştirilmesi suretiyle inşaa edilecektir. Zemin ile beton bloklar arasındaki sürtünme faktörü $f = 0.3$ ve çamurun yoğunluğu 1800 kg/m^3 civarındadır. Çamur seviyesinin yükselmesiyle beton blokların kayacağı veya sol alt kenar üzerine devrileceği konusunda endişe edilmektedir. (a) Beton blokların sürtünmeyi yenerek kaymaya başlayacağı çamur yüksekliğini ve (b) blokların devrileceği çamur yüksekliğini belirleyiniz.



ŞEKİL P3-73

3-74 Problem 3-73'ü, 0.4 m genişliğindeki beton bloklar için tekrar çözünüz.

3-75  4 m boyunda ve 3 m yarıçapına sahip çeyrek daire şeklindeki ağırlıksız kapak üst kenarındaki A noktasından Şekil P3-75'te gösterildiği gibi mafsallanmıştır. Kapak, bir yay vasıtasıyla bastırılan B noktasındaki düz kesitten olan su akışını kontrol etmektedir. Su seviyesinin kapağın üst kenarındaki A noktasına ulaşması halinde kapağı kapalı tutabilmek için gerekli minimum yay kuvvetini hesaplayınız.



ŞEKİL P3-75

3-76 Problem 3-75'i kapak yarıçapının 4 m olması durumu için tekrar çözünüz. Cevap: 314 kN

Kaldırma

3-77K Kaldırma kuvveti nedir? Buna ne sebep olur? Hacmi ∇ olan dalmış bir cisme etkiyen kaldırma kuvvetinin büyüklüğü nedir? Kaldırma kuvvetinin yönü ve etki çizgisi nedir?

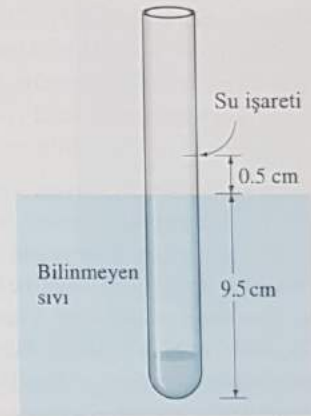
3-78K Su içerisine daldırılmış farklı derinliklerdeki iki özdeş küresel topu göz önüne alınız. Bu iki topa etkiyen kaldırma kuvvetleri aynı mı farklıdır? Açıklayınız.

3-79K Biri alüminyumdan diğeri ise demirden yapılmış, su içerisine daldırılmış iki adet 5 cm çapında küresel topu dikkate alınız. Bu iki topa etkiyen kaldırma kuvvetleri aynı mı farklıdır? Açıklayınız.

3-80K Bir sıvıya daldırılan 3 kg'lık bir bakır küp ile yine 3 kg'lık bakır topu dikkate alınız. Bu iki cisme etkiyen kaldırma kuvvetleri aynı mı farklıdır? Açıklayınız.

3-81K (a) Dalmış haldeki ve (b) ağırlık merkezi yüzme merkezinin üzerinde olarak yüzen bir cismin kararlılığı tartışınız.

3-82 Bir sıvının yoğunluğu, üzerindeki taksimat çizgileri tamamen silinmiş 1 cm çapındaki eski bir silindirik hidrometre kullanılarak ölçülmek istenmektedir. Hidrometre önce suya bırakılıp su seviyesi işaretlenmektedir. Ardından diğer bir sıvıya bırakıldığında, su için yapılan işaretin sıvı-hava arayüzünün 0.5 cm yukarısına kadar yükseldiği gözlenmiştir. Su işaretinin yüksekliği 10 cm olduğuna göre sıvının yoğunluğunu hesaplayınız.

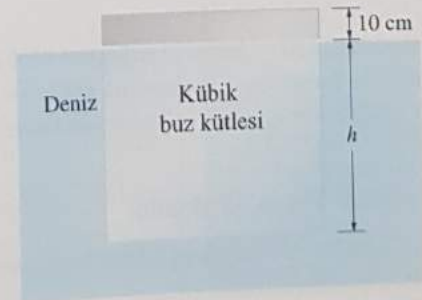


ŞEKİL P3-82

3-83 Bir vinç, bir sualtı inşaatı projesi için yüklerin bir göle indirilmesinde kullanılmaktadır. 91.44 cm çapındaki küresel bir çelik bloğun (7913 kg/m^3) vinç halatında meydana getirdiği çekme kuvvetini (a) blok havada asılıyken ve (b) tamamen suya dalmış haldeyken bulunuz.

3-84 Düzgün olmayan bir cismin hacmi ve yoğunluğu, bir yaylı terazi kullanılarak belirlenmek istenmektedir. Cisim havada 7200 N, suda ise 4790 N geldiğine göre cismin hacmini ve yoğunluğunu bulunuz. Yaptığınız kabulleri belirtiniz.

3-85 Denizde yüzen büyük bir kübik buz bloğunu göz önüne alınız. Buzun ve deniz suyunun bağıl yoğunlukları sırasıyla 0.92 ve 1.025 olarak verilmektedir. Buz bloğun 10 cm'lik kısmı su üzerinde kaldığına göre su altında kalan kısmını hesaplayınız. Cevap: 87.6 cm



ŞEKİL P3-85

3-86 170 kg'lık bir granit kaya ($\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$) bir göle düşürülmüştür. Bir adam göle dalarak bu kayayı kaldırmaya çalışmaktadır. Göl tabanından kayayı kaldırabilmesi için adamın ne kadarlık bir kuvvet uygulaması gerektiğini hesaplayınız. Sizce kayayı kaldırabilir mi?

3-87 Archimedes'in kendi adıyla anılan ilkesini, Kral Hiero'nun tacının gerçekten saf altından olup olmadığını nasıl belirleyebileceğini banyoda düşünürken keşfettiği söylenir. Archimedes banyo küvetindeyken, şekli düzgün olmayan bir cismin ortalama yoğunluğunu, bu cismin havadaki ve sudaki ağırlıklarını ölçmek suretiyle belirleyebileceği fikri kafasında uyanmıştı. Eğer taç havada 3.20 kgf ($= 31.4 \text{ N}$), suda ise 2.95 kgf ($= 28.9 \text{ N}$) çekiyorsa, tacın saf altın olup olmadığını belirleyiniz. Altının yoğunluğu 19300 kg/m^3 'tür. Bu problemi, tacı suda tartmadan, hacmi ölçmede sıradan ve kalibresiz bir kova kullanarak nasıl çözebileceğinizi tartışınız. Havada istediğiniz şeyi tartabilirsiniz.

3-88 Sağlıklı form tutma programlarında yaygın şekilde uygulanan yöntemlerden biri de vücudun yağ-kas oranının belirlenmesidir. Bu, kas dokusunun yağ dokusundan daha yoğun olması esasına dayanır ve bu nedenle vücut ortalama yoğunluğu ne kadar yüksekse kas dokusunun oranı da o denli yüksek olur. Vücudun ortalama yoğunluğu, kişinin havadaki ve suya tamamen dalmış vaziyetteki ağırlığı ölçülerek belirlenebilir. Tüm doku ve kemikleri (yağ hariç), ρ_{kas} eşdeğer yoğunluğundaki doku olarak göz önüne almak suretiyle vücudun hacimsel yağ oranı $x_{\text{yağ}}$ için bir bağıntı elde ediniz.

Cevap: $x_{\text{yağ}} = (\rho_{\text{kas}} - \rho_{\text{ort}}) / (\rho_{\text{kas}} - \rho_{\text{yağ}})$



ŞEKİL P3-88

3-89 Bir botun gövdesi 150 m^3 hacmine ve boşken 8560 kg toplam kütle sahiptir. Bu botun batmaksızın (a) gölde ve (b) bağıl yoğunluğu 1.03 olan deniz suyunda ne kadar yük taşıyabileceğini bulunuz.

Rijit Cisim Hareketi Yapan Akışkanlar

3-90K Hareket halindeki bir akışkanın kütlesi hangi şartlarda rijit cisim olarak ele alınabilir?

3-91K Bir bardak suyu göz önüne alınız. Taban yüzeyindeki su

basınçlarını (a) bardağın durağan olması, (b) yukarı doğru sabit hızla hareket etmesi, (c) aşağı doğru sabit hızla hareket etmesi ve (d) yatay olarak sabit hızla hareket etmesi durumları için karşılaştırınız.

3-92K Biri durağan diğeri ise yatay bir düzlem üzerinde sabit ivme ile hareket eden iki bardak suyu dikkate alınız. Sıçrama ve dökülmenin olmadığını varsayarak hangi bardağın taban yüzeyinin (a) öne, (b) orta noktası ve (c) arkası daha yüksek basınca sahip olacaktır belirleyiniz.

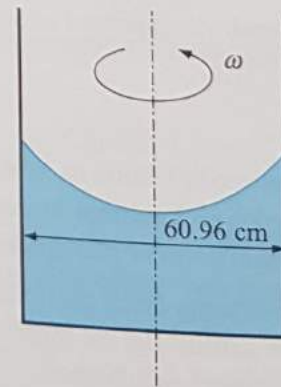
3-93K Kısmen suyla doldurulmuş, düşey bir silindirik kabı göz önüne alınız. Silindir kendi eksenini etrafında belirli bir açısal hızla döndürülmekte ve rijit cisim hareketinin meydana gelmesi sağlanmaktadır. Taban yüzeyinin orta noktasındaki ve kenarlarındaki basıncın bu dönüşten nasıl etkileneceğini irdeleyiniz.

3-94 Bir su tankı, düz yolda bir kamyon tarafından çekilmekte ve serbest yüzeyin yatayla yaptığı açı 15° olarak ölçülmektedir. Kamyonun ivmesini belirleyiniz.

3-95 Suyla dolu iki tank düşününüz. Birinci tank 8 m yüksekliğinde ve durgun halde, ikincisi ise 2 m yüksekliğinde ve yukarı doğru 5 m/s^2 sabit ivmesiyle hareket etmektedir. Hangi tankın tabanındaki basınç daha fazladır?

3-96 Bir su tankı, yatayla 20° açı yapan yokuş yukarı bir yolda hareket yönündeki 5 m/s^2 sabit ivme ile çekilmektedir. Suyun serbest yüzeyinin yatayla yaptığı açığı bulunuz. Aynı yolda ve aynı ivmeyle hareket yönü aşağı doğru olsaydı cevabınız ne olurdu?

3-97 60.96 cm çapında, atmosfere açık düşey silindirik bir tankta başlangıçta 30.48 cm yüksekliğinde su bulunmaktadır. Tank, orta eksenini etrafında döndürülmekte ve su seviyesi ortada düşerken kenarlarda yükselmektedir. Tank tabanının açığa çıkmaya başlayacağı açısal hızı ve bu andaki maksimum su yüksekliğini hesaplayınız.



ŞEKİL P3-97

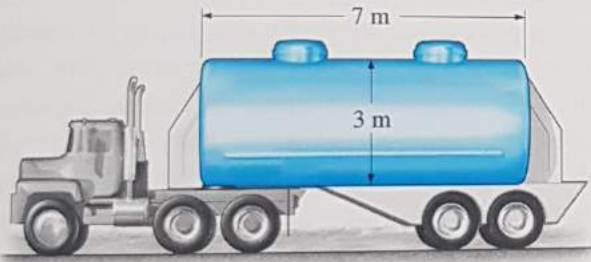
3-98 60 cm yüksekliğinde ve 40 cm çapındaki silindirik su tankı düz bir yol üzerinde nakledilecektir. Öngörülen maksimum ivme 4 m/s^2 'dir. Bu ivmelenme esnasında suyun taşmaması için tanktaki maksimum başlangıç su yüksekliğinin ne olması gerektiğini hesaplayınız. *Cevap:* 51.8 cm

3-99 40 cm çapında ve 90 cm yüksekliğindeki düşey silindirik tank 60 cm yüksekliğine kadar suyla doludur. Tank 120 devir/dakika'lık sabit açısal hızla döndürüldüğünde silindir merkezindeki sıvı seviyesinin ne kadar alçalacağını hesaplayınız.

3-100 40 cm yüksekliğine kadar suyla dolu olan bir balık tankı bir asansör kabininde hareket etmektedir. Asansörün (a) durağan olması, (b) yukarı doğru 3 m/s^2 sabit ivme ile hareket etmesi ve (c) aşağı doğru 3 m/s^2 sabit ivme ile hareket etmesi halinde tank tabanındaki basıncı hesaplayınız.

3-101 3 m çapındaki düşey bir silindirik süt tankı orta eksenini etrafında 12 devir/dakika'lık sabit hızla dönmektedir. Taban yüzeyinin orta noktasındaki basınç 130 kPa olduğuna göre tankın taban yüzeyinin kenarındaki basıncı bulunuz. Sütün yoğunluğunu 1030 kg/m^3 alınız.

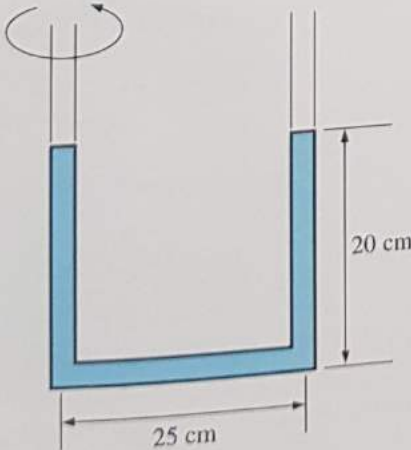
3-102 Yoğunluğu 1020 kg/m^3 olan süt, düz bir yol üzerinde 7 m boyunda ve 3 m çapındaki silindirik bir tanker ile taşınacaktır. Tanker tamamen süt ile dolu (hava boşluğu yok) ve 2.5 m/s^2 ile ivmelenmektedir. Tankerdeki minimum basınç 100 kPa olduğuna göre maksimum basınç farkını ve maksimum basıncın yerini belirleyiniz. *Cevap: 47.9 kPa*



ŞEKİL P3-102

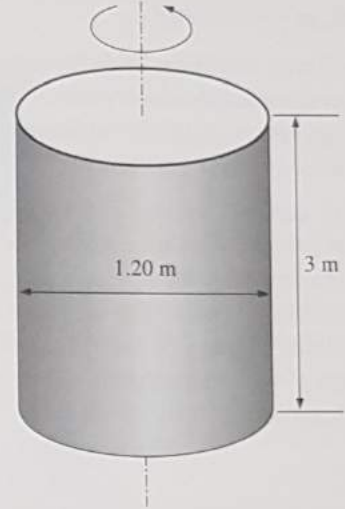
3-103 Problem 3-102'yi 2.5 m/s^2 'lik negatif ivmelenme durumu için tekrar çözünüz.

3-104 Atmosfere açık kollarının merkezleri arasındaki mesafe 25 cm olan bir U- borusunun her iki kolunda 20 cm yüksekliğinde alkol bulunmaktadır. U- borusunun sol kolu etrafında 4.2 rad/s 'lik bir açısal hızla döndürülmesi durumunda iki koldaki akışkan seviyeleri arasındaki fark ne olur?



ŞEKİL P3-104

3-105 1.2 m çapında ve 3 m yüksekliğindeki sızdırmaz bir düşey silindir, yoğunluğu 740 kg/m^3 olan benzin ile tamamen doldurulmuştur. Silindirik tank düşey eksenini etrafında 70 devir/dakika hızla döndürüldüğüne göre (a) taban merkeziyle tavan merkezi arasındaki basınç farkını ve (b) taban merkezi ile taban kenarı arasındaki basınç farkını belirleyiniz.

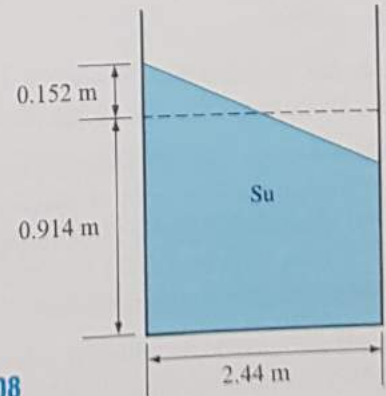


ŞEKİL P3-105

3-106 Problem 31-105'i tekrar ele alınız. EES (veya başka bir) yazılım kullanarak dönme hızının silindirin taban merkezi ile taban kenarı arasındaki basınç farkına etkisini araştırınız. Dönme hızını 0 devir/dakika ile 500 devir/dakika arasında 50 devir/dakika'lık artımlarla değiştirerek giriniz. Sonuçlarınızı tablo halinde listeleyiniz ve grafik çizerek gösteriniz.

3-107 6.096 m uzunluğunda, 2.44 m yüksekliğinde atmosfere açık dikdörtgensel tank düz bir yol üzerinde çekilmektedir. Tank 1.83 m yüksekliğine kadar suyla doldurulmuştur. Bu çekme sırasında suyun taşıp dökülmemesi için izin verilebilecek maksimum ivme nedir?

3-108 2.44 m boyunda atmosfere açık bir tankta başlangıçta 0.914 m yüksekliğine kadar su bulunmaktadır. Tank düz bir yolda bir kamyon ile çekilirken sürücünün frenlere basmasıyla beraber ön yüzdeki su seviyesi 0.152 m yükselmektedir. Buna göre kamyonun yavaşlama ivmesini hesaplayınız. *Cevap: 1.22 m/s^2*



ŞEKİL P3-108

3-109 3 m çapında ve 7 m boyundaki bir tank tamamen suyla dolu olup düz bir yol üzerinde 7 m uzunluğundaki eksen boyunca yatay olarak bir kamyon tarafından çekilmektedir. Yatay bir çizgi boyunca tankın ön ve arka yüzleri arasındaki basınç farkını, tank (a) 3 m/s^2 ile hızlandığı durumda ve (b) 4 m/s^2 ile yavaşladığı durumda hesaplayınız.

Genel Tekrar Problemleri

3-110 Bir klima sisteminin 20 m boyunda ve 15 cm çapındaki kanalının su altından döşenmesi gerekmektedir. Suyun bu kanala uygulayacağı yukarı yönlü kuvveti hesaplayınız. Hava ve suyun yoğunluklarını sırasıyla 1.3 kg/m^3 ve 1000 kg/m^3 olarak alınız.

3-111 Aynı şartlarda havanın yedide biri kadar ağırlığa sahip olduğundan balonlar genellikle Helyum ile doldurulur. Havanın uyguladığı kaldırma kuvveti $F_K = \rho_{\text{hava}} g V_{\text{balon}}$ olup balonu yukarı doğru iter. Balonun çapının 10 m olması ve 70'er kg'lık iki kişiyi taşıması halinde balonun ilk kalkış ivmesini belirleyiniz. Hava yoğunluğunu $\rho = 1.16 \text{ kg/m}^3$ alınız ve balon kabininin ve iplerin ağırlığını ihmal ediniz. *Cevap: 16.5 m/s^2*



ŞEKİL P3-111

3-112  Problem 3-111'i tekrar ele alınız. EES (veya başka bir) yazılım kullanarak balonda seyahat eden kişinin sayısının ivmelenme üzerindeki etkisini inceleyiniz. İvmenin kişi sayısı ile değişimini çiziniz ve elde ettiğiniz sonuçları tartışınız.

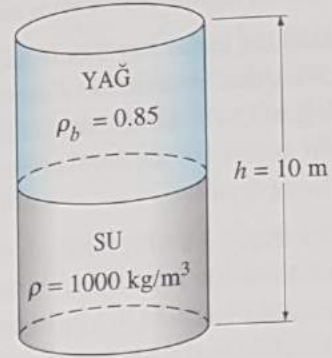
3-113 Problem 3-111'deki balon kg olarak en fazla ne kadar yük taşıyabilir. *Cevap: 520.6 kg*

3-114 Bir buhar kazanındaki basınç 75 kgf/cm^2 olarak verilmektedir. Bu basıncı kPa, atm ve bar olarak ifade ediniz.

3-115 Uçakların uçuş yüksekliğinin ölçümünde basit bir barometre kullanılabilir. Yer kontrol kulesi 733 mmHg'lik barometrik bir okuma bildirirken pilot okuması 690 mmHg olduğuna göre, hava yoğunluğunu 1.20 kg/m^3 alarak uçağın yer seviyesinden yüksekliğini hesaplayınız. *Cevap: 714 m*

3-116 10 m yüksekliğindeki bir silindirik kabın alt yarısı suyla ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$), üst yarısı ise bağıl yoğunluğu 0.85 olan yağ ile

doludur. Silindirin tabanı ile tavanı arasındaki basınç farkını bulunuz. *Cevap: 90.7 kPa*



ŞEKİL P3-116

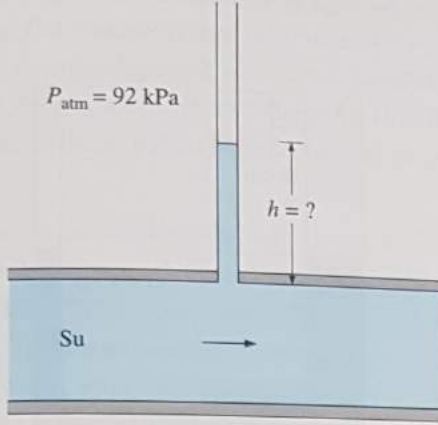
3-117 Düşey, sürtünmesiz bir piston-silindir düzeneği içerisinde 500 kPa basınçta bir gaz bulunmaktadır. Dışarıdaki atmosferik basınç 100 kPa ve piston alanı 30 cm^2 olduğuna göre pistonun kütesini belirleyiniz.

3-118 Düdüklü tencere, içerisinde daha yüksek basınç ve sıcaklık meydana getirerek çok daha hızlı bir pişirme sağlar. Düdüklü tencerenin kapağı sızdırmaz olup buhar sadece kapağın ortasındaki küçük bir açıklıktan dışarı çıkabilir. Aynı bir metal parça, küçül bir valf görevi görerek bu açıklığı kapar ve böylece içerideki basınç kuvveti metal parça ağırlığını kaldıracak düzeye gelinceye kadar buharın dışarı kaçmasını engeller. Buharın bu şekilde düzenli olarak dışarı çıkması, içeride olası tehlikeli basınç artışlarını engeller ve basıncın sabit bir değerde kalmasını sağlar. 100 kPa'li etkin basınçta çalışan bir düdüklü tencerenin kapağında bulunan 4 mm^2 kesitindeki açıklığın üzerine yerleştirilmesi gereken metal parçanın kütesini hesaplayınız. Atmosferik basıncın 101 kPa olduğunu kabul ediniz ve metal parçaya ait serbest cisim diyagramı çiziniz. *Cevap: 40.8 g*



ŞEKİL P3-118

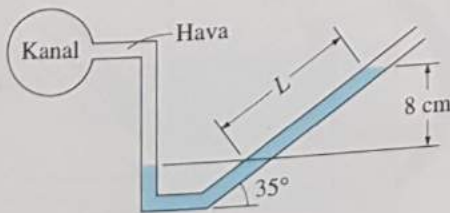
3-119 Bir cam boru, Şekil P3-119'da gösterildiği gibi bir boruya bağlanmıştır. Eğer cam borunun tabanındaki basınç 115 kPa ve yerel atmosferik basınç 92 kPa ise, suyun cam boruda ne kadar yükseleceğini h olarak hesaplayınız. Verilen konumda $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ kabul ediniz ve suyun yoğunluğunu 1000 kg/m^3 alınız.



ŞEKİL P3-119

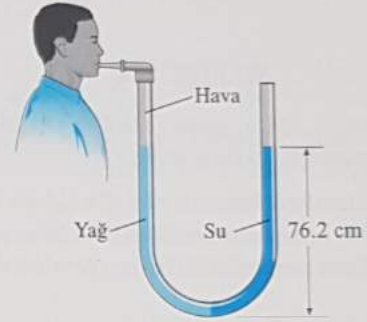
3-120 Yeryüzündeki ortalama atmosferik basıncın, yüksekliğin fonksiyonu olarak $P_{\text{atm}} = 101.325(1 - 0.02256z)^{5.256}$ bağıntısına göre değiştiği düşünülebilir. Burada P_{atm} , kPa cinsinden atmosferik basınç, z ise km cinsinden yükseklik olup $z = 0$ değeri deniz seviyesini temsil etmektedir. Buna göre Atlanta'daki ($z = 306 \text{ m}$), Denver'daki ($z = 1610 \text{ m}$), Mexico City'deki ($z = 2309 \text{ m}$) ve Everest dağının tepesindeki ($z = 8848 \text{ m}$) atmosferik basınçları bulunuz.

3-121 Küçük basınç farklarının manometre ile ölçümünde okuma doğruluğunu artırmak için genellikle manometrenin bir kolu eğimli yapılır. (Basınç farkı eğik koldaki gerçek akışkan boyuyla değil yine düşey mesafe ile orantılıdır.) Dairesel bir kanaldaki hava basıncı, Şekil P3-121'de görüldüğü gibi açık kolu yatayla 35° açı yapan bir manometre kullanılarak ölçülecektir. Manometre sıvısının yoğunluğu 0.81 kg/L olup manometre kolları arasındaki düşey seviye farkı 8 cm 'dir. Kanaldaki havanın etkin basıncını ve eğik koldaki akışkan sütununun uzunluğunu (L) hesaplayınız.



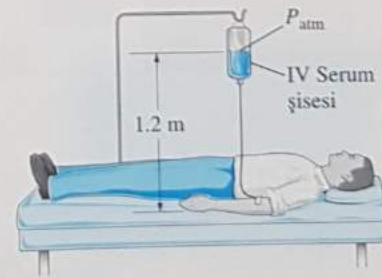
ŞEKİL P3-121

3-122 Kolları atmosfere açık olan bir U-borusu düşününüz. Kollardan birine su diğerine ise hafif yağ ($\rho = 789.71 \text{ kg/m}^3$) dökülmektedir. Her iki akışkanın temas yüzeyi U-borusunun dibine gidinceye kadar bir kişi U-borusuna yağ tarafından üflemede ve böylece her iki koldaki akışkan seviyesi de aynı olmaktadır. Her bir koldaki akışkan yüksekliği 76.2 cm olduğuna göre bu kişinin üfleyerek yağa uyguladığı etkin basıncı bulunuz.



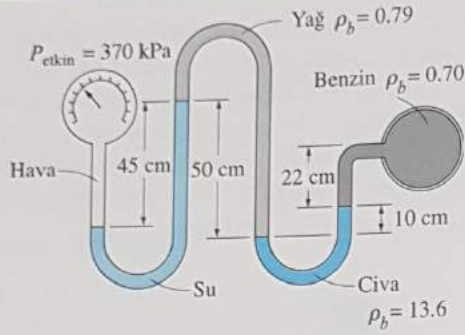
ŞEKİL P3-122

3-123 Damar içine yapılan infüzyonlar genellikle serum şişesinin toplardamadaki kan basıncına karşı koymak ve akışkanı vücuda girmeye zorlamak için yeteri bir yüksekliğe asılması suretiyle yerçekimi etkisiyle yapılır. Şişe ne kadar yüksekte olursa akışkan debisi de o oranda yüksek olur. (a) Şişenin kol seviyesinden 1.2 m yukarıya asılması halinde akışkan ve kan basınçlarının birbirlerini dengelediği gözlemlendiğine göre, kanın etkin basıncını hesaplayınız. (b) Yeterli debi sağlamak için akışkanın kol seviyesindeki etkin basıncının 20 kPa olması gerektiği bilindiğine göre, şişenin ne kadar yükseğe yerleştirilmesi gerektiğini hesaplayınız. Akışkanın yoğunluğunu 1020 kg/m^3 alınız.



ŞEKİL P3-123

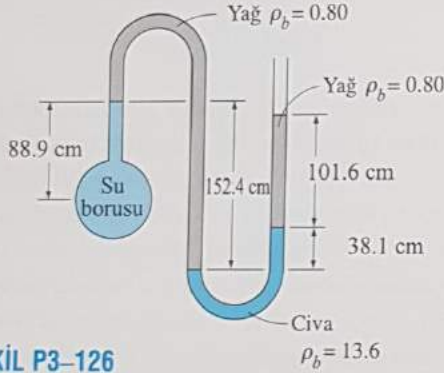
3-124 Bir benzin nakil hattı, Şekil P3-124'te görüldüğü gibi bir basınç ölçere çift-U manometresi ile bağlanmıştır. Basınç ölçer 370 kPa gösterdiğine göre benzin nakil hattının etkin basıncını bulunuz?



ŞEKİL P3-124

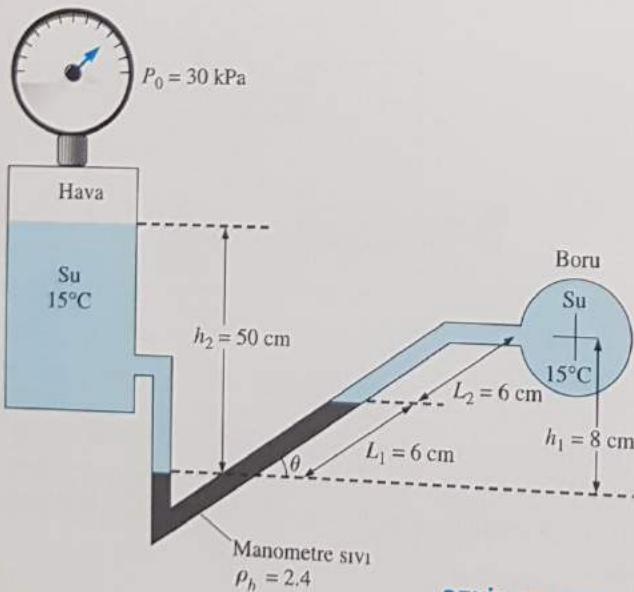
3-125 Problem 3-124'ü, göstergede 240 kPa'lık bir basıncın okunması durumu için tekrar çözünüz.

3-126 Yerel atmosferik basıncın 97.9 kPa olduğu bir yerdeki su borusu bir çift-U manometresine Şekil P3-126'da görüldüğü gibi bağlanmıştır. Boru merkezindeki basıncı belirleyiniz.



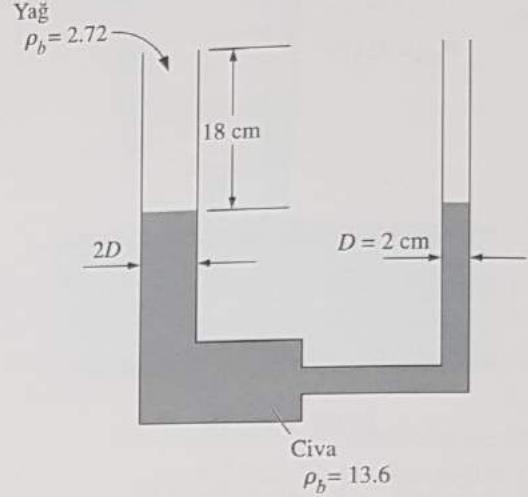
ŞEKİL P3-126

3-127 Bir boruda akan suyun basıncı Şekil P3-127'de gösterilen düzenekle ölçülmektedir. Verilen değerler için borudaki basıncı belirleyiniz.



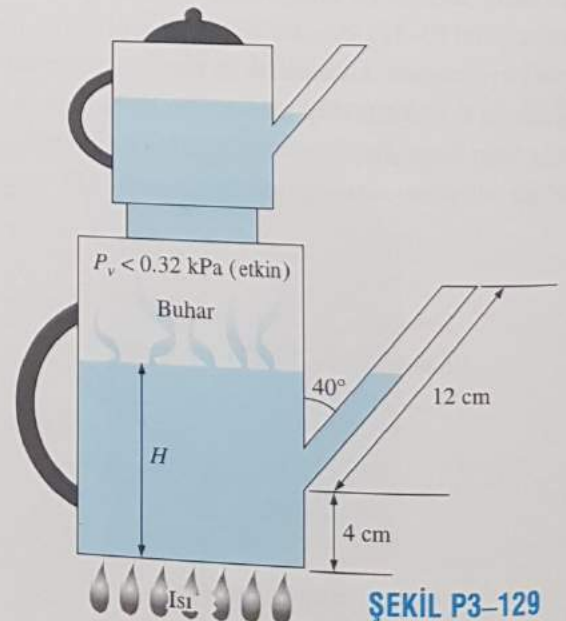
ŞEKİL P3-127

3-128 Şekil P3-128'de gösterilen U-borusu, üzerindeki 18 cm'lik boşluk hariç olmak üzere civayla doldurulmuştur. U-borusunun sağ kolunun çapı $D = 2$ cm, sol kolunun çapı ise bunun iki katıdır. Bağıl yoğunluğu 2.72 olan yağ U-borusunun sol kolundan içeri dökülmekte ve böylece sol koldaki bir miktar civa sağ kola geçmektedir. Sol kola eklenebilecek maksimum yağ hacmini hesaplayınız. *Cevap: 0.256 L*



ŞEKİL P3-128

3-129 Şekil P3-129'da görüldüğü gibi, üzerinde demlik bulunan bir çaydanlık çay demlemede kullanılmaktadır. Demlik, buhar kaçışına kısmen engel olabilmekte ve bu da çaydanlık içerisindeki basıncın yükselmesine ve dolayısıyla çaydanlık emziğinden sıcak suyun taşmasına neden olmaktadır. Isıl genleşmeyi göz ardı ederek ve emzikte bulunan su miktarındaki değişimi çaydanlıktaki su miktarının yanında ihmal ederek, buhar etkin basıncının 0.32 kPa değerine kadar çaydanlıktan bir taşmaya yol açmayacak maksimum soğuk su yüksekliğini (H) belirleyiniz.



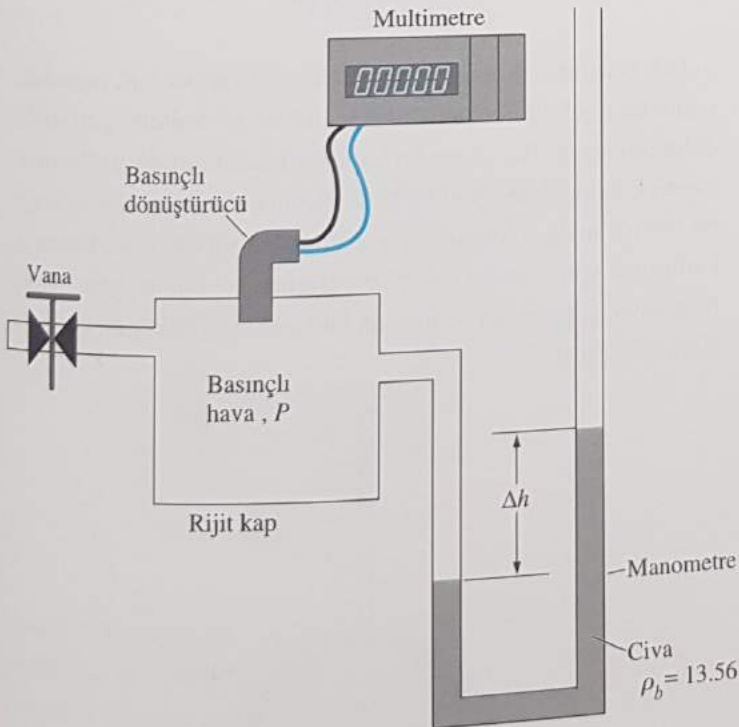
ŞEKİL P3-129

3-130 Suyun 20°C'den 100°C'ye kadar ısıtılırken olan ısı genleşmesini de dikkate alarak Problem 3-129'u tekrar çözünüz.

3-131 Atmosfer sıcaklığının yükseklikle değiştiği bilinmektedir. Örneğin 11 km'ye kadar uzanan troposferde sıcaklık değişimi $T = T_0 - \beta z$ ile ifade edilebilir. Burada T_0 deniz seviyesindeki sıcaklık olup 288.15 K alınabilir. z ise deniz seviyesinden itibaren olan yüksekliktir. Öte yandan yerçekimi ivmesi de $g(z) = g_0 / (1 + z/6370320)^2$ uyarınca değişmektedir ve $g_0 = 9.807 \text{ m/s}^2$ 'dir. g 'nin yükseklikle değişimini (a) ihmal ederek ve (b) dikkate alarak troposferdeki basıncın yükseklikle değişimini veren bir bağıntı elde ediniz.

3-132 Kalın bir gaz tabakasında basıncın yoğunlukla değişimi $P = C\rho^n$ ile verilir (C ve n sabitlerdir). dz kalınlığındaki diferansiyel bir akışkan tabakası boyunca z yönündeki basınç değişiminin $dP = \rho g dz$ ile verildiğini dikkate alarak basıncı z yüksekliğinin fonksiyonu olarak veren bir bağıntı elde ediniz. $z = 0$ 'daki basınç ve yoğunluğu sırasıyla P_0 ve ρ_0 olarak alınız.

3-133 Basınç dönüştürücüler, uygulanan basınca karşılık genellikle 4–20 mA veya 0–10V (DC) aralığında analog sinyaller üretmek suretiyle basınç ölçümünde yaygın biçimde kullanılır. Şematik çizimi Şekil P3-133'te verilen sistem bu tür basınç dönüştürücülerin kalibrasyonunda kullanılabilir. Bunun için rijit bir kap basınçlı

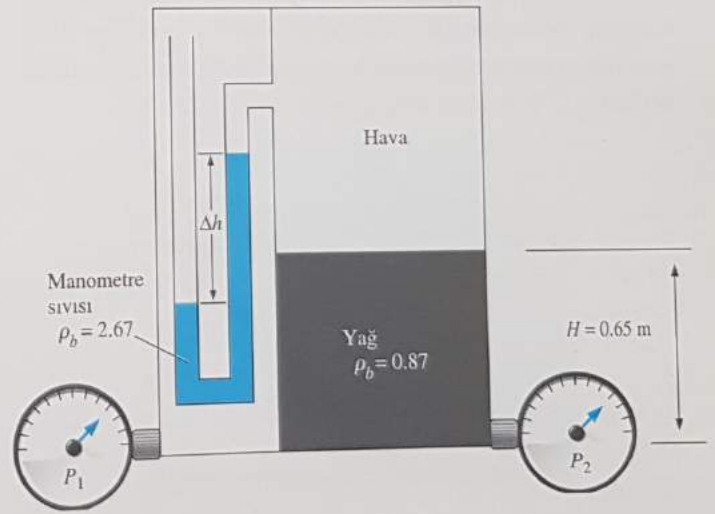


ŞEKİL P3-133

hava ile doldurulur ve bu kaba bağlı bulunan manometre ile basınç ölçülür. Bu arada kap içerisindeki basınç bir vana yardımıyla ayarlanır. Hem basınç hem de elektriksel sinyaller eş zamanlı olarak farklı vana ayarlarında ölçülür ve sonuçlar tablo halinde listelenir. Verilen ölçüm seti için $P = aI + b$ formunda (a ve b sabitlerdir) bir kalibrasyon eğrisi elde ediniz ve 10 mA'lık bir analog sinyale karşılık gelen basıncı hesaplayınız.

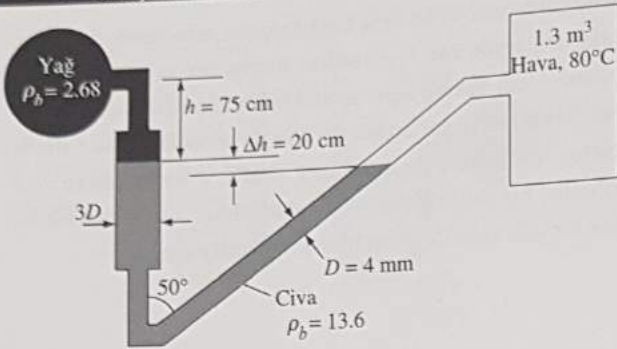
Δh , mm	28.0	181.5	297.8	413.1	765.9
I , mA	4.21	5.78	6.97	8.15	11.76
Δh , mm	1027	1149	1362	1458	1536
I , mA	14.43	15.68	17.86	18.84	19.64

3-134 Şekil P3-134'de görülen sisteme iki basınç ölçer yerleştirilmiştir. $\Delta h = 8 \text{ cm}$ olduğuna göre $\Delta P = P_2 - P_1$ basınç farkını bulunuz.



ŞEKİL P3-134

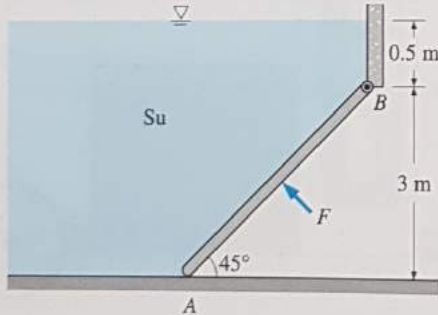
3-135 Bir boru hattı ve 1.3 m^3 hacmindeki bir hava tankı manometre ile Şekil P3-135'de görüldüğü gibi birbirlerine bağlanmıştır. Tank içerisinde 80°C'de 15 kg hava bulunduğuna göre (a) boru hattındaki mutlak basıncı ve (b) tanktaki sıcaklık 20°C düştüğünde Δh yüksekliğindeki değişimi belirleyiniz. Boru hattında basıncın sabit kaldığını ve manometredeki hava hacminin tank hacminin yanında ihmal edilebildiğini kabul ediniz.



ŞEKİL P3-135

3-136 Yüzen bir cismin yoğunluğu, cisim ve ağırlıklar tamamen batmış hale gelinceye kadar cisme ağırlıklar bağlamak ve ardından bunları havada ayrı ayrı tartmak suretiyle bulunabilir. 1540 N ağırlığındaki bir ağaç kütüğü göz önüne alınız. Eğer kütüğü ve buna bağlanan kurşun kütleyi suya tamamen batırmak için kütüğe 34 kg kurşun ($\rho = 11300 \text{ kg/m}^3$) bağlanması gerekiyorsa, kütüğün ortalama yoğunluğunu hesaplayınız. *Cevap: 835 kg/m³*

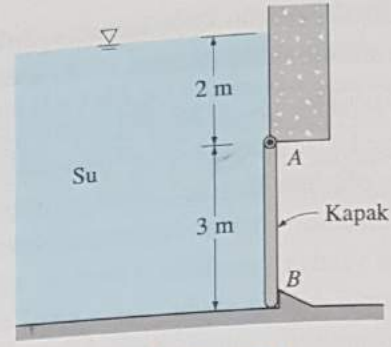
3-137 200 kg'lık 5 m genişliğindeki dikdörtgen şekilli kapak, Şekil P3-137'de görüldüğü gibi B noktasından mafsallı olup zemine temas ettiği A noktasında yatayla 45° açı yapmaktadır. Kapağın, merkezine dik şekilde uygulanan bir kuvvetle mafsallı etrafında açılması istenmektedir. Kapağı açabilmek için gerekli minimum F kuvvetini hesaplayınız. *Cevap: 520 kN*



ŞEKİL P3-137

3-138 Problem 3-137'yi, B mafsallı üzerindeki su yüksekliğinin 1.2 m olduğu durum için tekrar çözünüz.

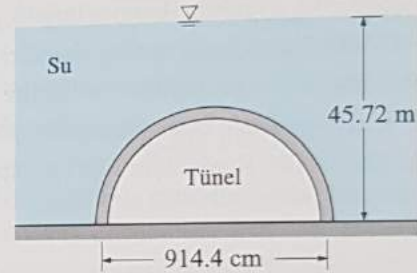
3-139 3 m yüksekliğinde 6 m genişliğindeki dikdörtgen şekilli kapak üst kenarındaki A noktasından mafsallanmış olup B noktasındaki sabit bir çıkıntı ile açılması engellenmiştir. 5 m yüksekliğindeki su tarafında kapağa uygulanan kuvveti ve basınç merkezini belirleyiniz.



ŞEKİL P3-139

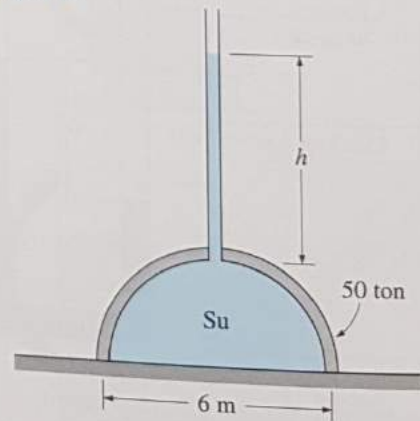
3-140 Problem 3-139'u, 2 m'lik bir toplam su yüksekliği için tekrar çözünüz.

3-141 914.4 cm çapında yarım daire şeklindeki bir tünel, Şekil P3-141'de gösterildiği gibi 45.72 m derinliğinde ve 243.84 m boyunda bir göl içerisine inşa edilecektir. Tünel çatısına gelecek olan toplam hidrostatik kuvveti belirleyiniz.



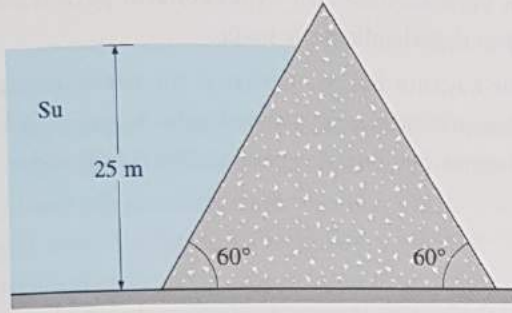
ŞEKİL P3-141

3-142 Düz bir zemin üzerinde bulunan 50 ton'luk 6 m çapındaki yarım küre şekilli kubbe Şekil P3-142'de gösterildiği gibi suyla doldurulmuştur. Bir kimse bu kubbeyi Pascal ilkesini kullanmak suretiyle kaldıracılabileceğini ve bunu da kubbe tepesine bağlayacağı bir boruyu suyla doldurarak yapacağını öne sürmektedir. Kubbeyi kaldırmak için borudaki su yüksekliğinin ne olması gerektiğini hesaplayınız. Borunun ve içerisindeki suyun ağırlıklarını göz ardı ediniz. *Cevap: 0.77 m*



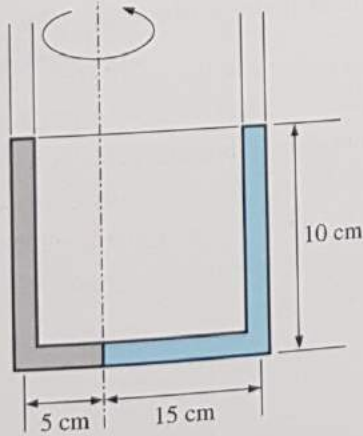
ŞEKİL P3-142

3-143 25 m derinliğindeki bir depo içerisindeki su, Şekil P3-143'te gösterildiği gibi en-kesiti eşkenar üçgen şeklinde olan 150 m genişliğindeki bir duvarla içeride tutulmaktadır. (a) Duvarın iç yüzüne etkiyen toplam kuvveti (hidrostatik + atmosferik) ve etki çizgisini ve (b) bu kuvvetin yatay bileşeninin büyüklüğünü belirleyiniz. $P_{\text{atm}} = 100 \text{ kPa}$ alınız.



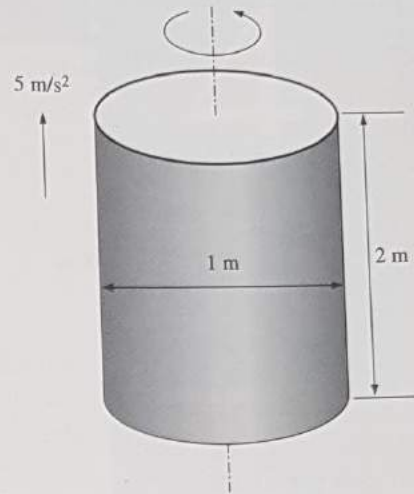
ŞEKİL P3-143

3-144 Bir U-borusunun sağ kolunda su, sol kolunda ise başka bir sıvı bulunmaktadır. U-borusunun, sağ kolundan 15 cm, sol kolundan ise 5 cm mesafede olan bir eksen etrafında 30 devir/dakika'lık hızla döndürülmesi halinde her iki koldaki sıvı seviyelerinin aynı olduğu ve iki sıvının dönme ekseninde temas ettiği gözlenmektedir. Buna göre sol kolda bulunan sıvının yoğunluğunu hesaplayınız.



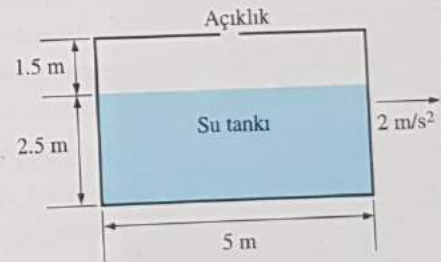
ŞEKİL P3-144

3-145 1 m çapında 2 m yüksekliğindeki dikey bir silindir, yoğunluğu 740 kg/m^3 olan benzin ile doldurulmuştur. Tank, eksen etrafında 90 devir/dakika'lık hızla döndürülürken aynı zamanda yukarı doğru 5 m/s^2 ile ivmelenmektedir. (a) Silindirin taban ve tavan merkezleri arasındaki basınç farkını ve (b) taban merkezi ile taban kenarı arasındaki basınç farkını hesaplayınız.



ŞEKİL P3-145

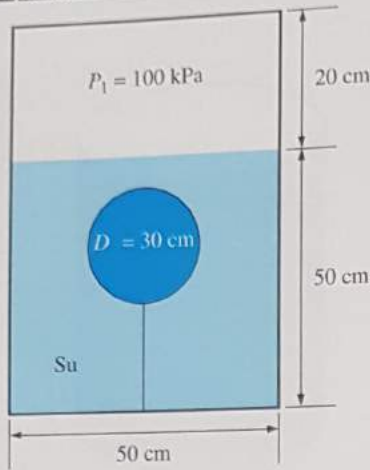
3-146 5 m boyunda ve 4 m yüksekliğindeki bir silindirik tankın içerisinde tank hareketsiz haldeyken 2.5 m derinliğinde su bulunmaktadır. Tank, üzerindeki orta noktada yer alan bir açıklık ile atmosfere açıktır. Düz bir yüzey üzerinde 2 m/s^2 ile sağa doğru ivmelendirildiğinde atmosferik basınca göre tank içerisindeki maksimum basıncın ne olacağını hesaplayınız. *Cevap: 29.5 kPa*



ŞEKİL P3-146

3-147 Problem 3-146'yı yeniden ele alınız. EES (veya başka bir yazılım) kullanarak ivmenin tanktaki suyun serbest yüzeyinin eğimine etkisini araştırınız. İvmeyi $0-5 \text{ m/s}^2$ aralığında 0.5 m/s^2 'lik artımlarla değiştirerek giriniz. Sonuçlarınızı tablo halinde listeleyiniz ve grafik çizerek gösteriniz.

3-148 30 cm çapındaki elastik bir hava balonu, Şekil P3-148'de gösterildiği gibi $+4^\circ\text{C}$ 'deki suyla kısmen dolu olan bir kabın tabanına tutturulmuştur. Eğer su yüzeyindeki hava basıncı kademeli olarak 100 kPa 'dan 1.6 MPa 'a artırılırsa kablodaki kuvvet değişir mi? Değişir diyorsanız yüzde kaç değişir? Serbest yüzeydeki basınç ile balon çapı arasında $P = C D^n$ bağıntısının bulunduğu varsayılmaktadır (C sabit olup $n = -2$ olarak verilmektedir). Ayrıca balonun ve içerisindeki havanın ağırlığı ihmal edilmektedir. *Cevap: Yüzde 98.4*

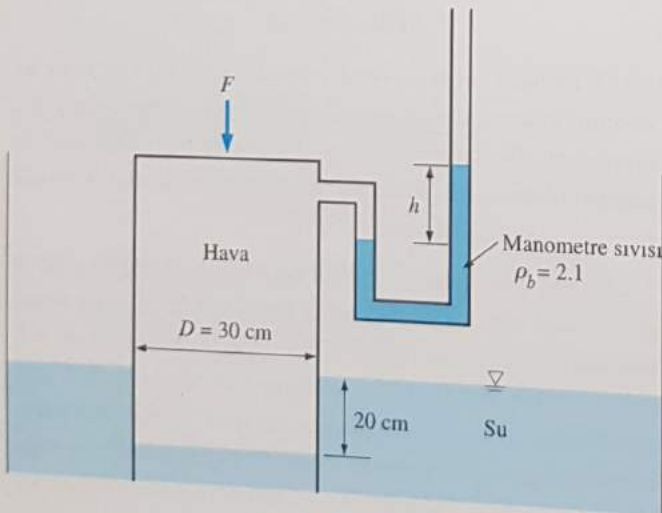


ŞEKİL P3-148

3-149  Problem 3-148'i tekrar göz önüne alınız. EES (veya başka bir yazılım) kullanarak su yüzeyindeki basıncın kablo kuvveti üzerindeki etkisini inceleyiniz. Basıncı 0.1 MPa'dan 10 MPa'a değiştirerek giriniz. Kablo kuvvetinin hava basıncı ile değişimini çizin.

3-150 Buzdağlarının ortalama yoğunluğu 917 kg/m^3 civarındadır. (a) Bir buzdağının yüzde kaçının, yoğunluğu 1042 kg/m^3 olan deniz suyu içerisinde kalacağını hesaplayınız. (b) Buzdağlarının hacimlerinin çoğu suya dalmış olmasına rağmen bazen devrildikleri görülür. Bunun nasıl olduğunu açıklayınız. (İpucu: Buzdağlarının ve deniz suyunun sıcaklıklarını düşününüz).

3-151 79 N gelen silindirik bir kap ters çevrilip Şekil P3-151'de görüldüğü gibi suya batırılmıştır. Manometredeki h yükseklik farkını ve kabı gösterilen şekilde tutabilmek için uygulanması gereken F kuvvetini bulunuz.



ŞEKİL P3-151

Tasarım ve Araştırma Problemleri

3-152 80 kg'a kadar insanların tatlı su ya da deniz suyu yürüyebilmeleri için ayakkabılar tasarlanacaktır. Ayakkabılar, Amerikan futbolu topu veya Fransız ekmek somunu şekli verilmek suretiyle küresel olarak şişirilmiş plastikten yapılacaktır. Her bir ayakkabının eşdeğer çapını bularak önerilen şekli kararlılık açısından yorumlayınız. Bu ayakkabıların pazarlanabilirliği konusundaki değerlendirmeniz nedir

3-153 Bir kayanın hacmi, herhangi bir hacim ölçme ayağı kullanmaksızın belirlenmek istenmektedir. Su geçirmez bir yaylı terazi kullanarak bunu nasıl yapabileceğinizi izah ediniz.

KAYNAKLAR VE ÖNERİLEN YAYINLAR

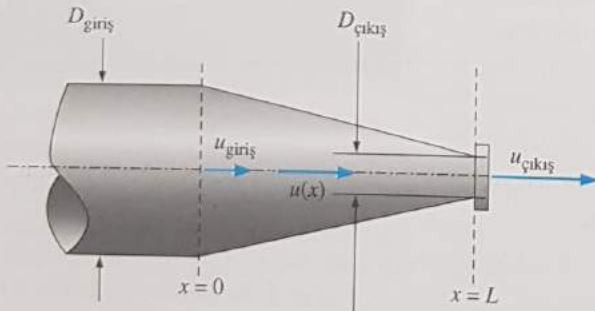
1. R. J. Adrian. "Particle-Imaging Technique for Experimental Fluid Mechanics," *Annual Reviews in Fluid Mechanics*, 23, pp. 261–304, 1991.
2. J. M. Cimbala, H. Nagib, and A. Roshko. "Large Structure in the Far Wakes of Two-Dimensional Bluff Bodies," *Journal of Fluid Mechanics*, 190, pp. 265–298, 1988.
3. R. J. Heinsohn and J. M. Cimbala. *Indoor Air Quality Engineering*. New York: Marcel-Dekker, 2003.
4. P. K. Kundu. *Fluid Mechanics*. San Diego, CA: Academic Press, 1990.
5. W. Merzkirch. *Flow Visualization*, 2nd ed. Orlando, FL: Academic Press, 1987.
6. G. S. Settles. *Schlieren and Shadowgraph Techniques: Visualizing Phenomena in Transparent Media*. Heidelberg: Springer-Verlag, 2001.
7. M. Van Dyke. *An Album of Fluid Motion*. Stanford, CA: The Parabolic Press, 1982.
8. F. M. White. *Viscous Fluid Flow*, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

PROBLEMLER*

Giriş Problemleri

4-1K Kinematik sözcüğü ne anlama gelir? Akışkan kinematiğinin ne ile ilgilendiğini açıklayınız.

4-2 Eksenel simetrik bir bahçe hortumu fiskiyesinden olan daimi su akışını ele alınız (Şekil P4-2). Şekilde çizildiği gibi fiskiye'nin eksen çizgisi boyunca su hızı $u_{\text{giriş}}$ 'ten $u_{\text{çıkış}}$ 'a doğru artmaktadır. Ölçümler fiskiye'nin eksen çizgisi boyunca olan su hızının parabolik olarak arttığını göstermektedir. $x = 0$ 'dan $x = L$ 'ye kadar, verilen parametreler cinsinden eksen çizgisindeki hız $u(x)$ için bir denklem yazınız.



ŞEKİL P4-2

*"K" ile gösterilen sorular kavram sorularıdır ve öğrencilerin bunların tamamını yanıtlaması tavsiye edilir. simgesi bulunan sorular EES yazılımı ile çözülür ve parametrik işlemleriyle birlikte tam çözümler kitap ekindeki DVD'de bulunmaktadır. simgeli problemler genel olarak kapsamlı sorulardır ve tercihen bu kitapla verilen EES yazılımı kullanılarak bilgisayar yardımıyla çözümleri öngörülmüştür.

4-3 Aşağıda verilen daimi, iki-boyutlu hız alanını dikkate alınız:

$$\vec{V} = (u, v) = (0.5 + 1.2x)\vec{i} + (-2.0 - 1.2y)\vec{j}$$

Bu akış alanında bir durma noktası var mıdır? Varsa nerededir?

Cevap: $x = -0.417$, $y = -1.67$

4-4 Aşağıda verilen daimi, iki-boyutlu hız alanını dikkate alınız:

$$\vec{V} = (u, v) = (a^2 - (b - cx)^2)\vec{i} + (-2cby + 2c^2xy)\vec{j}$$

Bu akış alanında bir durma noktası var mıdır? Varsa nerededir?

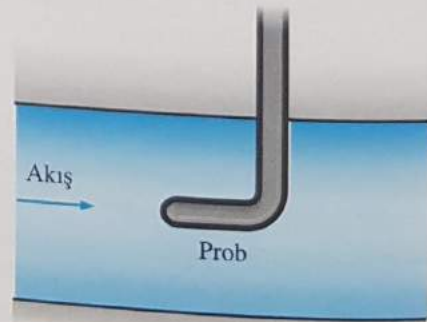
Lagrange ve Euler Tanımlamaları

4-5K Akışkan hareketinin Lagrange tanımlaması nedir?

4-6K Lagrange akış analizi metodu, sistem analizine mi yoksa kontrol hacmi analizine mi daha çok benzemektedir? Açıklayınız.

4-7K Akışkan hareketinin Euler tanımlaması nedir? Lagrange tanımlamasından nasıl farklılık gösterir?

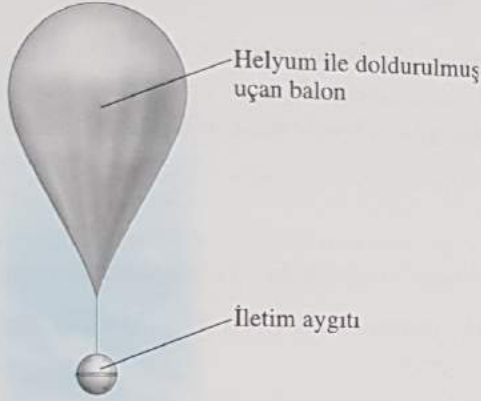
4-8K Akış içerisine hareketsiz bir prob yerleştirilerek belirli bir konumdaki basınç ve sıcaklık zamanın fonksiyonları olarak ölçülmektedir (Şekil P4-8K). Bu bir Lagrange ölçümü mü yoksa Euler ölçümü müdür? Açıklayınız.



ŞEKİL P4-8K

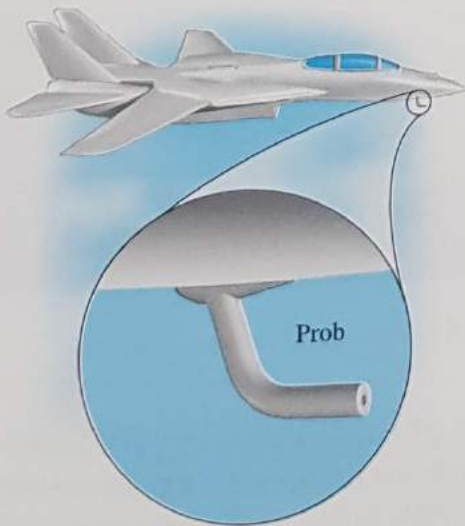
4-9K Nötr olarak yüzen çok küçük bir elektronik basınç probu, bir su pompasının giriş borusuna bırakılmıştır ve pompa içersinden geçerken saniyede 2000 basınç değeri iletmektedir. Bu bir Lagrange ölçümü mü yoksa Euler ölçümü müdür? Açıklayınız.

4-10K Bir uçan balon, meteorologlar tarafından atmosfere bırakılmıştır. Balon havada nötr olarak asılı kaldığı bir yüksekliğe ulaştığında yer yüzündeki görüntüleme istasyonlarına hava durumuyla ilgili bilgi göndermektedir (Şekil P4-10K). Bu bir Lagrange ölçümü mü yoksa Euler ölçümü müdür? Açıklayınız.



ŞEKİL P4-10K

4-11K Uçakların alt kısmından çıkıntı yapan Pitot-statik problemlerine sık sık rastlanılır (Şekil P4-11K). Prob, uçak uçarken bağıl rüzgar hızını ölçmektedir. Bu bir Lagrange ölçümü mü yoksa Euler ölçümü müdür? Açıklayınız.



ŞEKİL P4-11K

4-12K Euler akış analizi metodu, sistem analizine mi yoksa kontrol hacmi analizine mi daha çok benzemektedir? Açıklayınız.

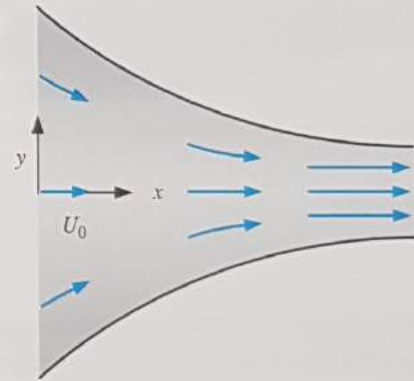
4-13K Euler referans koordinat sistemine göre *daimi bir akış alanı* tanımlayınız. Böyle bir daimi akış alanında akışkan parçacığının ivmesinin sıfırdan farklı olması mümkün müdür?

4-14K Maddesel türeve verilen diğer adlardan en az üç tanesini sıralayınız ve her bir adın maddesel türev için neden uygun olduğunu kısaca açıklayınız.

4-15 Yakınsak bir kanal içerisindeki daimi, sıkıştırılamaz ve iki-boyutlu akışı ele alınız (Şekil P4-15). Bu akışa ait basit yaklaşık hız alanı,

$$\vec{V} = (u, v) = (U_0 + bx)\vec{i} - by\vec{j}$$

şeklinde. Burada U_0 , $x = 0$ 'daki yatay hızdır. Bu denklemin çeperler boyunca var olan viskoz etkileri göz ardı ettiğine ancak akış alanının genelinde kabul edilebilir bir yaklaşımdır olduğuna dikkat ediniz. Kanaldan geçen akışkan parçacıklarının maddesel ivmesini hesaplayınız. Cevaplarınızı (1) ivme bileşenleri, a_x ve a_y (2) ivme vektörü $\vec{a}$ olmak üzere iki şekilde veriniz.



ŞEKİL P4-15K

4-16 Yakınsak bir kanal akışı Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu hız alanı ile modellenmektedir ve basınç alanı,

$$P = P_0 - \frac{\rho}{2} \left[2U_0 bx + b^2(x^2 + y^2) \right]$$

şeklinde verilmektedir. Burada P_0 , $x = 0$ 'daki basınçtır. Bir akışkan parçacığının izlenmesi yolu ile basıncın değişim hızı için bir ifade oluşturunuz.

4-17 xy -düzleminde daimi, sıkıştırılamaz, iki-boyutlu bir hız alanı,

$$u = 1.1 + 2.8x + 0.65y \quad v = 0.98 - 2.1x - 2.8y$$

şeklinde iki bileşen ile verilmektedir. İvme alanını bulunuz (a_x ve a_y ivme bileşenleri için ifadeler bulunuz) ve $(x, y) = (-2, 3)$ noktasındaki ivmeyi hesaplayınız. Cevaplar: $a_x = -9.233$, $a_y = 14.37$

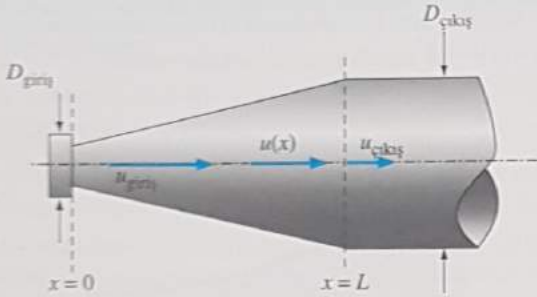
4-18 xy -düzleminde daimi, sıkıştırılamaz, iki-boyutlu bir hız alanı,

$$u = 0.20 + 1.3x + 0.85y \quad v = -0.50 + 0.95x - 1.3y$$

şeklinde iki bileşen ile verilmektedir. İvme alanını bulunuz (a_x ve a_y ivme bileşenleri için ifadeler bulunuz) ve $(x, y) = (1, 2)$ noktasındaki ivmeyi hesaplayınız.

4-19 Problem 4-2'deki hız alanı için fiskiye'nin eksen çizgisi boyunca akışkan ivmesini, x 'in ve verilen diğer parametrelerin fonksiyonu olarak hesaplayınız.

4-20 Bir rüzgar tünelinin yayıcı kısmından geçen havayı göz önüne alınız (Şekil P4-20). Şekilde çizildiği gibi yayıcının merkez çizgisi boyunca hava hızı $u_{giriş}$ 'ten $u_{çıkış}$ 'a doğru azalmaktadır. Ölçümler, yayıcının eksen çizgisi boyunca hava hızının parabolik olarak azaldığını göstermektedir. $x = 0$ 'dan $x = L$ 'ye kadar, verilen parametreler cinsinden eksen çizgisindeki hız $u(x)$ için bir denklem yazınız.



ŞEKİL P4-20

4-21 Problem 4-20'deki hız alanı için yayıcının eksen çizgisi boyunca akışkan ivmesini x 'in ve verilen parametrelerin fonksiyonu olarak hesaplayınız. $L = 2.0$ m, $u_{giriş} = 30.0$ m/s ve $u_{çıkış} = 5.0$ m/s için, $x = 0$ ve $x = 1.0$ m'deki ivmeleri hesaplayınız.

Cevaplar: 0, -297 m/s²

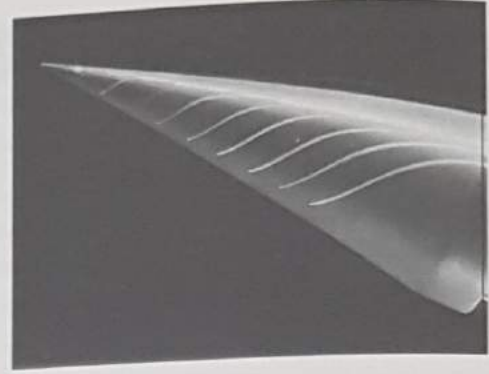
Akış Desenleri ve Akış Görselleştirme

4-22K Akım çizgisi nedir? Akım çizgileri neyi temsil eder?

4-23 Yakınsak bir kanal akışı, Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu hız alanı ile modellenmektedir (Şekil P4-15). Akışın akım çizgileri için analitik bir ifade elde ediniz. Cevap: $y = C/(U_0 + bx)$

4-24 Yakınsak bir kanal akışı, Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu hız alanı ile modellenmektedir. $U_0 = 1.524$ m/s ve $b = 4.6$ s⁻¹ olduğu durum için, $x = 0$ 'dan 1.524 m'ye ve $y = -0.914$ m'den 0.914 m'ye değişen bölgede birkaç akım çizgisi çizin. Akım çizgilerinin yönünü gösterdiğinizden emin olunuz.

4-25K Şekil P4-25K'deki 12° 'lik bir koni üzerinden olan akışın görselleştirmesini ele alınız. Akım çizgilerini mi, çıkış çizgilerini mi, yörünge çizgilerini mi yoksa zaman çizgileri mi görmektesiniz? Açıklayınız.



ŞEKİL P4-25K

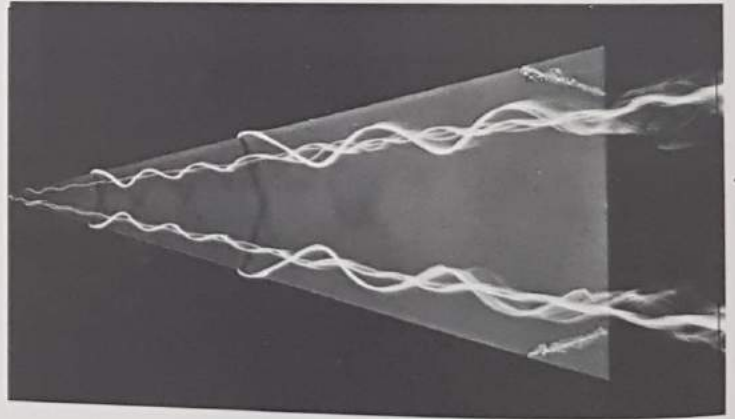
$Re = 15000$ 'de 16° hücum açısı ile 12° 'lik koni üzerindeki akışın görselleştirilmesi. Görüntüler, gövde üzerinde bulunan deliklerden akışa enjekte edilen renkli akışkan ile oluşturulmuştur.

ONERA'nın hediyesidir. Werlé tarafından çekilmiştir.

4-26K Yörünge çizgisi nedir? Yörünge çizgileri neyi temsil eder?

4-27K Çıkış çizgisi nedir? Çıkış çizgileri akım çizgilerinden nasıl farklılık gösterir?

4-28K Şekil P4-28K'e görülen 15° 'lik delta kanat üzerindeki akışın görselleştirilmesi göz önüne alalım. Akım çizgilerini mi, çıkış çizgilerini mi, yörünge çizgilerini mi yoksa zaman çizgileri mi görmektesiniz? Açıklayınız.

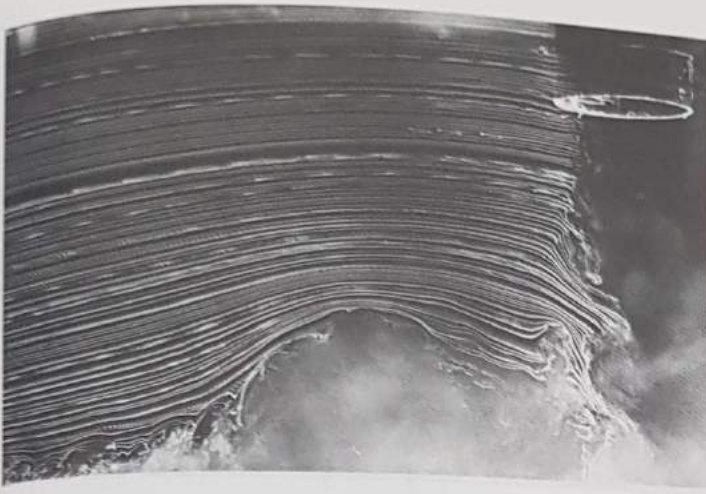


ŞEKİL P4-28K

$Re = 20000$ 'de, 20° hücum açısı ile 15° 'lik delta kanat üzerindeki akışın görselleştirilmesi. Görüntüler kanadın alt tarafından suya enjekte edilen renkli akışkan ile oluşturulmuştur.

ONERA'nın hediyesidir. Werlé tarafından çekilmiştir.

4-29K Şekil P4-29K'e görülen yer çevirisi akışının görselleştirmesini ele alınız. Akım çizgilerini mi, çıkış çizgilerini mi, yörünge çizgilerini mi yoksa zaman çizgileri mi görmektesiniz? Açıklayınız.

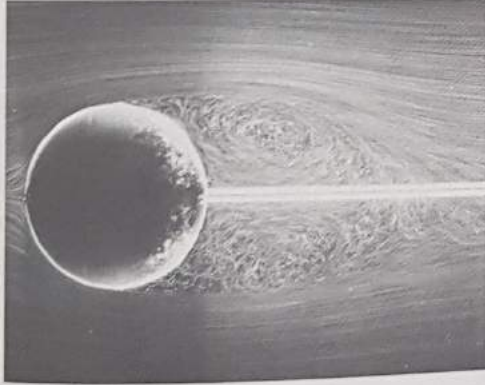


ŞEKİL P4-29K

Yer çevrili akışının görselleştirilmesi. Soldan sağa doğru olan serbest hava akımında daire şeklindeki yüksek-hızlı hava jeti yere çarpmaktadır. (Yer resmin altında kalmaktadır.) Akışın yukarıakımdan geçen kısmı **yer çevrili** olarak anılan sürekli dolanımlı akışı oluşturur. Görüntüler, resmin sol tarafına düşey olarak monte edilmiş bir duman teli ile elde edilmiştir.

Fotograf: John M. Cimbala

4-30K Şekil P4-30K'da görülen küre üzerindeki akışın görselleştirilmesini göz önüne alalım. Akım çizgilerini mi, çıkış çizgilerini mi, yörünge çizgilerini mi yoksa zaman çizgilerini mi görmektesiniz? Açıklayınız.



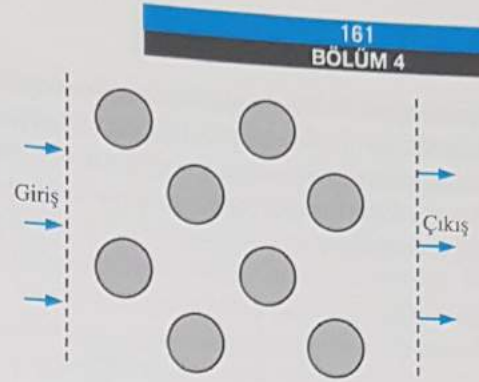
ŞEKİL P4-30K

$Re = 15000$ 'de bir küre üzerindeki akışın görselleştirilmesi. görselleştirme, su içerisindeki hava kabarcıklarının uzun pozlama tekniği ile fotoğrafı çekilerek elde edilmiştir.

ONERA'nın hediyesidir. Werlé tarafından çekilmiştir.

4-31K Zaman çizgisi nedir? Bir su kanalında zaman çizgileri nasıl oluşturulabilir? Zaman çizgilerinin, çıkış çizgilerinden çok daha kullanışlı olduğu bir uygulama söyleyiniz.

4-32K Bir ısı değiştiricisine ait boru demetinin bir en-kesit dilimini göz önüne alınız (Şekil P4-32K). Aşağıda istenen her bir bilgi için, hangi akış görselleştirme çiziminin (vektör çizimi mi yoksa kontur çizimi mi) en uygun olacağına karar veriniz ve nedenini açıklayınız.



ŞEKİL P4-32K

- (a) Maksimum hızın konumunun görselleştirilmesi.
- (b) Boruların arka taraflarındaki akış ayrılmasının görselleştirilmesi.
- (c) Düzlem boyunca sıcaklık alanının görselleştirilmesi.
- (d) Düzleme dik yöndeki çevrinti bileşeni dağılımının görselleştirilmesi.

4-33 Aşağıda verilen daimi, sıkıştırılamaz, iki-boyutlu hız alanını göz önüne alınız:

$$\vec{V} = (u, v) = (0.5 + 1.2x)\vec{i} + (-2.0 - 1.2y)\vec{j}$$

Akışın akım çizgileri için analitik bir ifade oluşturunuz ve $x = 0$ 'dan 5 'e ve $y = 0$ 'dan 6 'ya olmak üzere sağ-üst dördülde birkaç akım çizgisi çizin.

4-34 Problem 4-33'teki daimi, sıkıştırılamaz, iki-boyutlu hız alanını göz önüne alınız. $x = 0$ 'dan 5 'e ve $y = 0$ 'dan 6 'ya olmak üzere sağ-üst dördülde hız vektörü çizimini oluşturunuz.

4-35 Problem 4-33'teki daimi, sıkıştırılamaz, iki-boyutlu hız alanını göz önüne alınız. $x = 0$ 'dan 5 'e ve $y = 0$ 'dan 6 'ya olmak üzere sağ-üst dördülde ivme alanının vektör çizimini oluşturunuz.

4-36 Daimi, sıkıştırılamaz, iki-boyutlu bir hız alanı,

$$\vec{V} = (u, v) = (1 + 2.5x + y)\vec{i} + (-0.5 - 1.5x - 2.5y)\vec{j}$$

şeklinde verilmekte olup burada x - ve y -koordinatları m, hızın büyüklüğü ise m/s birimindedir.

(a) Bu akış alanında durma noktalarının olup olmadığını ve eğer varsa nerede olduklarını belirleyiniz.

(b) $x = 0$ m'den 4 m'ye ve $y = 0$ m'den 4 m'ye olmak üzere sağ-üst dördülde birkaç konumda hız vektörlerini çizin ve akış alanını nitelik bakımından tarif ediniz.

4-37 Problem 4-36'daki daimi, sıkıştırılamaz, iki-boyutlu hız alanını dikkate alınız.

(a) $(x = 2 \text{ m}, y = 3 \text{ m})$ noktasındaki maddesel ivmeyi hesaplayınız.

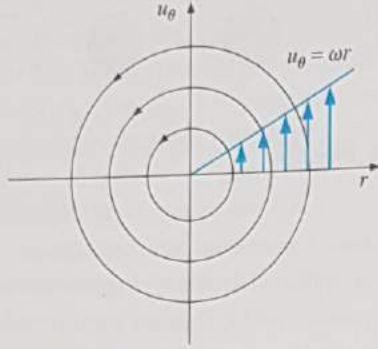
Cevaplar: $a_x = 11.5 \text{ m/s}^2$, $a_y = 14.0 \text{ m/s}^2$

(b) Problem 4-36'daki aynı x - ve y -değerleri aralığında maddesel ivme vektörlerini çizin.

4-38 $r\theta$ -düzlemindeki katı-cisim dönmesine ait hız alanı,

$$u_r = 0 \quad u_\theta = \omega r$$

ile verilmektedir (Şekil P4-38). Burada ω açısal hızın büyüklüğüdür ($\vec{\omega}$, z -yönündedir). $\omega = 1.0 \text{ s}^{-1}$ olduğu durum için hız büyüklüğünün kontur çizimini çizin. Bunun için, $V = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ ve 2.5 m/s sabit hız eğrilerini çizin. Bu hızları çizim üzerinde işaretlediğinizden emin olunuz.

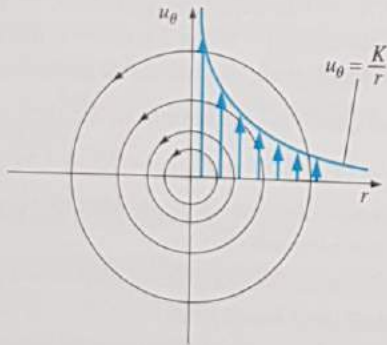


ŞEKİL P4-38

4-39 $r\theta$ -düzlemindeki bir çizgisel çevriye ait hız alanı,

$$u_r = 0 \quad u_\theta = \frac{K}{r}$$

ile verilmektedir (Şekil P4-39). Burada K çizgisel girdap şiddetidir. $K = 1.0 \text{ m}^2/\text{s}$ olduğu durum için hız büyüklüğünün kontur çizimini yapınız. Bunun için, $V = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ ve 2.5 m/s sabit hız eğrilerini çizin. Bu hızları çizim üzerinde işaretlediğinizden emin olunuz.

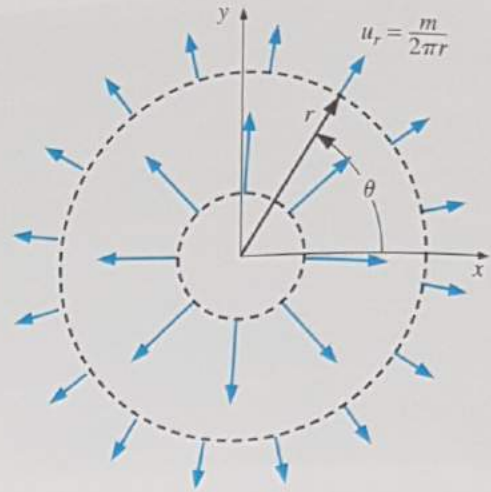


ŞEKİL P4-39

4-40 $r\theta$ -düzlemindeki bir çizgisel kuyuya ait hız alanı,

$$u_r = \frac{m}{2\pi r} \quad u_\theta = 0$$

ile verilmektedir (Şekil P4-40). Burada m çizgisel kuyu şiddetidir. $m/(2\pi) = 1.0 \text{ m}^2/\text{s}$ olduğu durum için hız büyüklüğünün kontur çizimini yapınız. Bunun için, $V = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ ve 2.5 m/s sabit hız eğrilerini çizin. Bu hızları çizim üzerinde işaretlediğinizden emin olunuz.



ŞEKİL P4-40

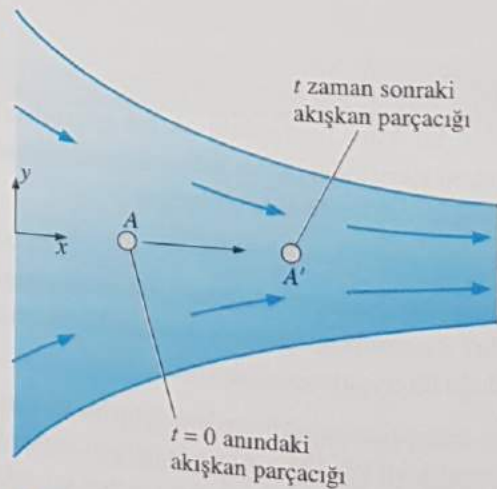
Akışkan Elemanlarının Hareketleri ve Deformasyonları

4-41K Akışkan parçacıkların dört temel hareket veya deformasyon şekillerini yazınız ve kısaca tarif ediniz.

4-42 Yakınsak bir kanal akışı, Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu hız alanı ile modellenmektedir (Şekil P4-15). Bu akış dönümlü müdür yoksa dönümsüz müdür? İşlemlerinizin tamamını gösteriniz.

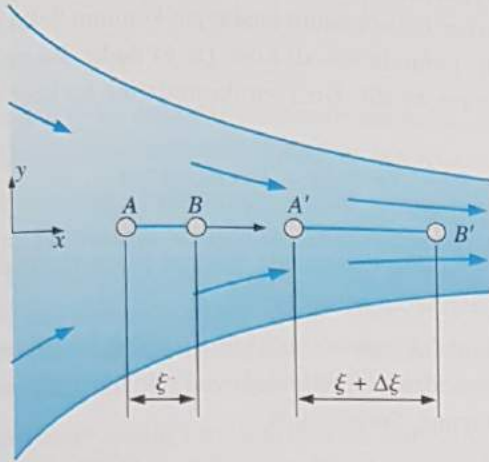
Cevap: dönümsüz

4-43 Yakınsak bir kanal akışı, Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu hız alanı ile modellenmektedir. Bir akışkan parçacığı (A), $t = 0$ anında x -ekseni üzerinde $x = x_A$ 'da konumlanmıştır (Şekil P4-43). Şekilde gösterildiği gibi, t zaman sonra akışkan parçacığı akış ile birlikte $x = x_A'$ gibi yeni bir konuma hareket etmiştir. Akış x -eksenine göre simetrik olduğundan, akışkan parçacığı tüm anlarda x -ekseni üzerinde kalmaktadır. Herhangi bir t anındaki akışkanın x -konumu için başlangıç konumu x_A ile U_0 ve b sabitleri cinsinden analitik bir ifade türetiniz. Başka bir deyişle x_A' için bir ifade geliştiriniz. (İpucu: Bir akışkan parçacığı izlendiğinde $u = dx_{\text{parçacık}}/dt$ olduğunu biliyoruz. u 'yu yerine koyun, değişkenlere ayırıp integre edin.)



ŞEKİL P4-43

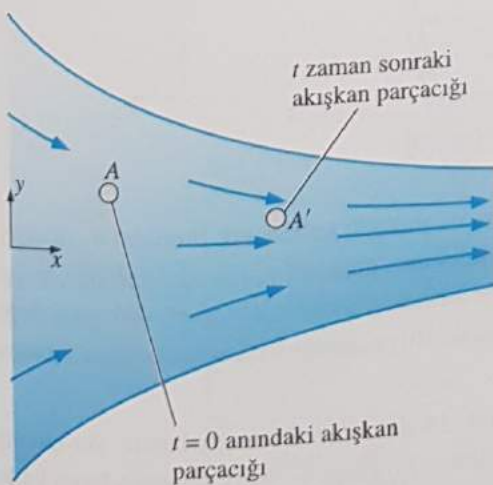
4-44 Yakınsak bir kanal akışı Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu hız alanı ile modellenmektedir. Akış z-ekseni etrafında eksenel simetrik olduğundan, AB doğru parçası x -ekseni üzerinde kalmaktadır. Ancak kanalın eksen çizgisi boyunca ilerledikçe boyu ξ 'den $\xi + \Delta\xi$ 'e artmaktadır (Şekil P4-44). Doğru parçasının uzunluğundaki değişim için analitik bir ifade türetiniz. (İpucu: Problem 4-43'ün sonucunu kullanın) Cevap: $(x_B - x_A)(e^{bt} - 1)$



ŞEKİL P4-44

4-45 Problem 4-44'ün sonucunu ve doğrusal şekil değiştirme hızının (birim uzunluk başına uzunluktaki değişim hızı) temel tanımını kullanarak, kanalın eksen çizgisi üzerindeki akışkan parçacıklarının x -yönündeki doğrusal şekil değiştirme hızı (ϵ_{xx}) için bir ifade türetiniz. Sonuçlarınızı, ϵ_{xx} için hız alanı cinsinden olan genel ifade ile, yani $\epsilon_{xx} = \partial u / \partial x$ ile karşılaştırınız. (İpucu: $t \rightarrow 0$ için limit alın. e^{bt} 'nin kısaltılmış seri açılımını uygulamanız gerekebilir.) Cevap: b

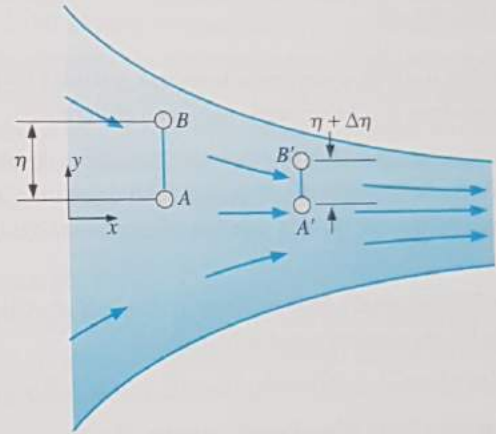
4-46 Yakınsak bir kanal akışı Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu



ŞEKİL P4-46

hız alanı ile modellenmektedir. Bir akışkan parçacığı (A), $t = 0$ anında $x = x_A$ ve $y = y_A$ 'da konumlandırılmıştır (Şekil P4-46). Şekilde gösterildiği gibi, t zaman sonra akışkan parçacığı akış ile birlikte $x = x_{A'}$, $y = y_{A'}$ gibi yeni bir konuma hareket etmiştir. Başlangıç konumu y_A ve b sabiti cinsinden herhangi bir t anındaki akışkanın y -konumu için analitik bir ifade türetiniz. Başka bir deyişle $y_{A'}$ için bir ifade geliştiriniz. (İpucu: Bir akışkan parçacığı izlendiğinde $v = dy_{\text{parçacık}} / dt$ olduğunu biliyoruz. v yerine denklemi koyun, değişkenleri ayırıp integre edin.) Cevap: $y_A e^{-bt}$

4-47 Yakınsak bir kanal akışı Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu hız alanı ile modellenmektedir. Şekil P4-47'de gösterildiği gibi düşey AB doğru parçası aşağıya doğru hareket ettikçe η uzunluğundan $\eta + \Delta\eta$ uzunluğuna kısalmaktadır. Doğru parçasının uzunluğundaki değişim $\Delta\eta$ için analitik bir ifade türetiniz. $\Delta\eta$ 'in negatif olduğuna dikkat ediniz. (İpucu: Problem 4-46'nın sonucunu kullanın.)

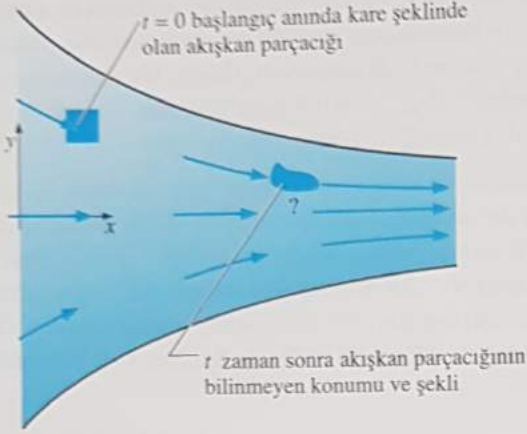


ŞEKİL P4-47

4-48 Problem 4-47'nin sonucunu ve doğrusal şekil değiştirme hızının (birim uzunluk başına uzunluktaki değişim hızı) temel tanımını kullanarak, kanala doğru inen akışkan parçacıklarının y -yönündeki doğrusal şekil değiştirme hızı (ϵ_{yy}) için bir ifade türetiniz. Sonuçlarınızı, ϵ_{yy} için hız alanı cinsinden olan genel ifade ile, yani $\epsilon_{yy} = \partial v / \partial y$ ile karşılaştırınız. (İpucu: $t \rightarrow 0$ için limit alın. e^{-bt} 'nin kısaltılmış seri açılımını uygulamanız gerekebilir.)

4-49  Yakınsak bir kanal akışı Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu hız alanı ile modellenmektedir. $U_0 = 1.524$ m/s ve $b = 4.6 \text{ s}^{-1}$ olduğu durumda, $t = 0$ anında merkezi $x = 0.152$ m ve $y = 0.305$ m'de bulunan ve kenar uzunluğu 0.152 m olan kare şeklindeki bir akışkan parçacığını ele alınız (Şekil P4-49). $t = 0.2$ s sonra akışkan parçacığının nerede olacağını hesaplayınız ve

nasıl bir şekle sahip olacağı çiziniz. Akışkan parçacığının çarpılmasını yorumlayınız. (İpucu: Problem 4-43 ve 4-46'nın sonuçlarını kullanın.)



ŞEKİL P4-49

4-50 Problem 4-49'un sonuçlarına dayanarak, yakınsak bir kanal akışının gerçekten de sıkıştırılmaz olduğunu gösteriniz.

4-51 Yakınsak bir kanal akışı Problem 4-15'teki daimi, iki-boyutlu hız alanı ile modellenmektedir. Hacimsel şekil değiştirme hızına ait denklemi kullanarak bu akış alanının sıkıştırılmaz olduğunu gösteriniz.

4-52 Her iki konumsal yönde de (x ve y) doğrusal olan, daimi, iki-boyutlu bir hız alanının genel denklemi,

$$\vec{V} = (u, v) = (U + a_1x + b_1y)\vec{i} + (V + a_2x + b_2y)\vec{j}$$

şeklindedir. Burada U, V ve katsayılar sabit olup, boyutlarının uygun biçimde tanımlandığı kabul edilmektedir. İvme alanının x -ve y -bileşenlerini hesaplayınız.

4-53 Problem 4-52'deki hız alanı için akışın sıkıştırılmaz olması durumunda katsayılar arasında nasıl bir ilişki olması gerekir? Cevap: $a_1 + b_2 = 0$

4-54 Problem 4-52'deki hız alanı için x - ve y -yönlerindeki doğrusal şekil değiştirme hızlarını hesaplayınız. Cevap: a_1, b_2

4-55 Problem 4-52'deki hız alanı için xy -düzlemindeki kayma şekil değiştirme hızını hesaplayınız.

4-56 xy -düzleminde iki-boyutlu şekil değiştirme hızı tensörü ϵ_{ij} 'yi oluşturmak üzere Problem 4-54 ve 4-55'ten bulduğunuz sonuçları birleştiriniz. ϵ_{ij} şu şekilde verilmektedir.

$$\epsilon_{ij} = \begin{pmatrix} \epsilon_{xx} & \epsilon_{xy} \\ \epsilon_{yx} & \epsilon_{yy} \end{pmatrix}$$

Hangi koşullar altında x - ve y -eksenleri ana eksenler olur? Cevap: $b_1 + a_2 = 0$

4-57 Problem 4-52'deki hız alanı için çevrinti vektörünü hesaplayınız. Çevrinti vektörü hangi yöndedir? Cevap: $(a_2 - b_1)\vec{k}$

4-58 Daimi, sıkıştırılmaz, iki-boyutlu bir kayma akışını göz önüne alınız. Bu akışa ait hız alanı,

$$\vec{V} = (u, v) = (a + by)\vec{i} + 0\vec{j}$$

şeklinde olup a ve b sabitlerdir. Şekil P4-58, t anında dx ve dy boyutlarına sahip dikdörtgen kesitli küçük bir akışkan parçacığını göstermektedir. Akışkan parçacığı akış ile birlikte hareket etmekte ve şekli değişmektedir. Öyle ki, şekilde de gösterildiği gibi, bir sonraki anda ($t + dt$) parçacık artık dikdörtgen kesitli değildir. Akışkan parçacığının her bir köşesinin başlangıç konumu Şekil P4-58'de belirtilmiştir. t anında sol-alt köşe (x, y) 'dedir. Bu noktada hız bileşeni $u = a + by$ 'dir. Bir sonraki anda ise bu köşe $(x + udt, y)$ 'ye veya

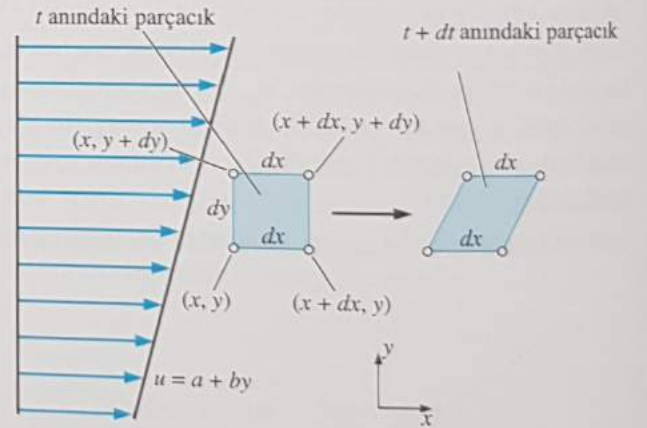
$$(x + (a + by) dt, y) \text{ 'ye}$$

hareket etmektedir.

(a) Benzer bir yolla $t + dt$ anında akışkan parçacığının diğer üç köşesinin konumlarını hesaplayınız.

(b) Doğrusal şekil değiştirme hızı (birim uzunluk başına uzunluktaki değişim) tanımından hareketle doğrusal şekil değiştirmeleri ϵ_{xx} ve ϵ_{yy} 'yi hesaplayınız. Cevaplar: 0, 0

(c) Bulduğunuz sonuçları Kartezyen koordinatlardaki ϵ_{xx} ve ϵ_{yy} denklemlerinden (yani $\epsilon_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x}$ ve $\epsilon_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y}$ 'den) elde edeceğiniz sonuçlarla karşılaştırınız.



ŞEKİL P4-58

4-59 Aşağıdaki iki metodu kullanarak Problem 4-58'deki akışın sıkıştırılmaz olduğunu gösteriniz: (a) Akışkan parçacığının her iki andaki hacmini hesaplayarak, (b) hacimsel şekil değiştirme hızını hesaplayarak. Bu probleme başlanmadan önce Problem 4-58 çözülmelidir.

4-60 Problem 4-58'deki daimi sıkıştırılmaz, iki-boyutlu akış alanını dikkate alınız. Problem 4-58(a)'nın sonuçlarını kullanarak,

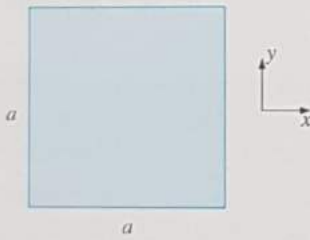
(a) Kayma şekil değiştirmesi hızının temel tanımından hareketle (başlangıçta bir noktada kesişen iki dik çizgi arasındaki açıda birim

4-68 Silindirik bir su tankı düşey eksenini etrafında dönmektedir (Şekil P4-67). Akışın çevrinti alanını ölçmek için bir PIV sistemi kullanılmaktadır. z -yönünde ölçülen çevrinti değeri -55.4 rad/s 'dir ve ölçümün yapıldığı her yerde yüzde ± 0.5 içerisinde sabittir. Tankın açısal dönme hızını devir/dakika birimde hesaplayınız. Tank saat yönünde mi yoksa saatin tersi yönde mi dönmektedir?

4-69 $r_{\text{kenar}} = 0.35 \text{ m}$ yarıçapındaki silindirik bir su tankı düşey eksenini etrafında dönmektedir (Şekil P4-67). Tank kısmen su ile doludur. Tankın kenar hızı (üstten bakıldığında) saatin tersi yönde 2.6 m/s 'dir ve tank katı-cisim hareketi yapacak kadar uzun bir süredir dönmektedir. Tank içindeki herhangi bir akışkan parçacığı için düşey z -yönündeki çevrinti bileşeninin büyüklüğünü hesaplayınız. *Cevap:* 15.0 rad/s

4-70K Çevrinti ve dönümlülük arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

4-71 Başlangıçta kare şeklinde olan bir akışkan parçacığının hareket ettiği ve şeklinin değiştiği iki-boyutlu, sıkıştırılamaz bir akış alanı düşününüz. Şekil P4-71'de çizildiği gibi t anında akışkan parçacığının kenar uzunluğu a 'dır ve kenarları x - ve y -eksenleri ile hizalanmıştır. Belirli bir zaman sonra parçacık hala x - ve y -eksenleri ile aynı hizadadır ancak, yatay uzunluğu $2a$ olan bir dikdörtgen şekline dönüşmüştür. Bu anda dikdörtgen kesitli akışkan parçacığının düşey uzunluğu nedir?



ŞEKİL P4-71

4-72 Başlangıçta kare şeklinde olan bir akışkan parçacığının hareket ettiği ve şeklinin değiştiği iki-boyutlu, sıkıştırılabilir bir akış alanı düşününüz. Şekil P4-71'de çizildiği gibi t anında, akışkan parçacığının kenar uzunluğu a 'dır ve kenarları x - ve y -eksenleri ile hizalanmıştır. Belirli bir zaman sonra parçacık hala x - ve y -eksenleri ile aynı hizadadır ancak yatay uzunluğu $1.06a$ ve düşey uzunluğu $0.931a$ olan bir dikdörtgen şekline dönüşmüştür. (Akış iki-boyutlu olduğundan parçacığın z -yönündeki boyutu değişmemektedir.) Akışkan yoğunluğu yüzde kaç oranında artmış veya azalmıştır?

4-73 Aşağıdaki daimi, üç-boyutlu hız alanını dikkate alınız:

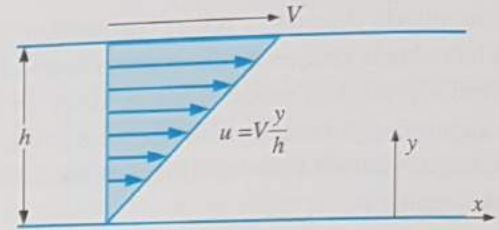
$$\vec{V} = (u, v, w) \\ = (3.0 + 2.0x - y)\vec{i} + (2.0x - 2.0y)\vec{j} + (0.5xy)\vec{k} \\ (x, y, z) \text{ konumunu fonksiyonu olarak çevrinti vektörünü hesaplayınız.}$$

4-74 Tam gelişmiş **Couette akışını** -Şekil P4-74'te gösterildiği gibi, aralarında h mesafesi bulunan üstteki hareketli alttaki ise sabit iki sonsuz paralel plaka arasındaki akış -ele alınız. Akış xy -düzleminde daimi, sıkıştırılamaz ve iki -boyutludur olup hız alanı,

$$\vec{V} = (u, v) = V \frac{y}{h} \vec{i} + 0 \vec{j}$$

ile verilmektedir. Bu akış alanı dönümlümü yoksa dönümsüz müdür? Eğer dönümlüyse z -yönündeki çevrinti bileşenini hesaplayınız. Bu akıştaki akışkan parçacıkları saat yönünde mi yoksa saatin tersi yönde mi dönmektedir?

Cevaplar: evet, $-V/h$, saat yönü



ŞEKİL P4-74

4-75 Şekil P4-74'teki Couette akışı için x - ve y -yönlerindeki doğrusal şekil değiştirme hızını ve kayma şekil değiştirme hızı ϵ_{xy} 'yi hesaplayınız.

4-76 Problem 4-75'ten elde ettiğiniz sonuçları bir araya getirerek iki-boyutlu şekil değiştirme hızı tensörü ϵ_{ij} 'yi oluşturunuz:

$$\epsilon_{ij} = \begin{pmatrix} \epsilon_{xx} & \epsilon_{xy} \\ \epsilon_{yx} & \epsilon_{yy} \end{pmatrix}$$

x - ve y -eksenleri ana eksen midir?

Reynolds Transport Teoremi

4-77K Doğru mu yanlış mı? Aşağıdaki her bir ifade için ifadenin doğru olup olmadığını belirleyiniz ve cevabınızı kısaca irdeleyiniz.

(a) Reynolds transport teoremi, kontrol hacmi formlarında çıkarılan korunum denklemlerini sistem formlarına dönüştürmek için kullanışlıdır.

(b) Reynolds transport teoremi, sadece şekli değişmeyen kontrol hacimlerine uygulanabilir.

(c) Reynolds transport teoremi, hem daimi hem de daimi olmayan akış alanlarına uygulanabilir.

(d) Reynolds transport teoremi, hem skaler hem de vektörel büyüklüklere uygulanabilir.

4-78 Reynolds transport teoreminin (RTT),

$$\frac{dB_{\text{sis}}}{dt} = \frac{d}{dt} \int_{\text{KH}} \rho b \, dV + \int_{\text{KY}} \rho b \vec{V}_b \cdot \vec{n} \, dA$$

ile verilen genel formunu ele alınız. Burada $\vec{V}_b$ kontrol yüzeyine göre bağıl akışkan hızıdır. B_{sis} , akışkan parçacıkları sisteminin kütlesi m olsun. Tanım gereği sisteme kütle girişi veya çıkışı olmayacağından bir sistem için $dm/dt = 0$ olduğunu biliyoruz. Yukarıda verilen eşitliği kullanarak bir kontrol hacmi için kütle korunumu denklemini türetiniz.

4-79 Reynolds transport teoreminin (RTT) Problem 4-78'de verilen genel formunu ele alınız. B_{sis} , akışkan parçacıkları sisteminin doğrusal momentumu $m\vec{V}$ olsun. Bir sistem için Newton'un ikinci kanununun,

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d}{dt} (m\vec{V})_{\text{sis}}$$

olduğunu biliyoruz. Problem 4-78'deki denklem ile bu denklemi kullanarak bir kontrol hacmi için doğrusal momentumun korunumu denklemini türetiniz.

4-80 Reynolds transport teoreminin (RTT) Problem 4-78'de verilen genel formunu ele alınız. B_{sis} , akışkan parçacıkları sisteminin doğrusal momentumu, $\vec{r}$ moment kolu olmak üzere $\vec{H} = \vec{r} \times m\vec{V}$ olsun. Bir sistem için açısal momentumun korunumunun,

$$\sum \vec{M} = \frac{d}{dt} \vec{H}_{\text{sis}}$$

şeklinde ifade edildiğini biliyoruz. Burada $\sum \vec{M}$ sisteme uygulanan net momenttir. Problem 4-78'deki denklem ile bu denklemi kullanarak bir kontrol hacmi için açısal momentumun korunumu denklemini türetiniz.

4-81 Aşağıdaki eşitliği mümkün olduğunca sadeleştiriniz:

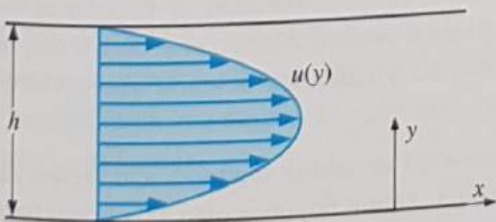
$$F(t) = \frac{d}{dt} \int_{x=At}^{x=Bt} e^{-2x^2} dx$$

(İpucu: Bir boyutlu Leibnitz teoremini kullanınız)

Cevap: $Be^{-2B^2} - Ae^{-2A^2}$

Genel Tekrar Problemleri

4-82 Tam gelişmiş iki-boyutlu Poiseuille akışını –Şekil P4-82'de gösterildiği gibi, aralarında h mesafesi bulunan ve akışın dP/dx dış basınç gradyeni ile sağlandığı iki sonsuz paralel plaka arasındaki akış (dP/dx sabit ve negatiftir)– göz önüne alınız. Akış xy -düzleminde daimi, sıkıştırılmaz ve iki-boyutludur. Hız bileşenleri,



ŞEKİL P4-82

$$u = \frac{1}{2\mu} \frac{dP}{dx} (y^2 - hy) \quad v = 0$$

şeklinde verilmektedir. Burada μ akışkanın viskozitesidir. Bu akış dönümlümdür yoksa dönümsüzdür? Eğer dönümlüyse z -doğrultusundaki çevrinti bileşenini hesaplayınız. Akışkan parçacıkları saat yönünde mi yoksa saatin tersi yönünde mi dönmektedir?

4-83 Problem 4-82'deki iki-boyutlu Poiseuille akışı için, x - ve y -yönlerindeki doğrusal şekil değiştirme hızını ve kayma şekil değiştirmesi hızı ϵ_{xy} 'yi hesaplayınız.

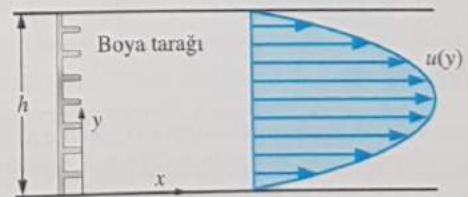
4-84 Problem 4-83'ten elde ettiğiniz sonuçları bir araya getirerek xy -düzleminde iki-boyutlu şekil değiştirme hızı tensörü ϵ_{ij} 'yi oluşturunuz:

$$\epsilon_{ij} = \begin{pmatrix} \epsilon_{xx} & \epsilon_{xy} \\ \epsilon_{yx} & \epsilon_{yy} \end{pmatrix}$$

x - ve y -eksenleri ana eksen midir?

4-85 Problem 4-82'deki iki-boyutlu Poiseuille akışını ele alınız. Plakalar arasındaki akışkan 40°C 'deki sudur. Boşluk yüksekliğini $h = 1.6 \text{ mm}$ ve $dP/dx = -230 \text{ N/m}^3$ alınız. $t = 0$ ila $t = 10 \text{ s}$ arasında yedi adet yörünge çizgisi hesaplayınız ve çizin. Akışkan parçacıkları $x = 0$ ve $y = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2$ ve 1.4 mm 'den bırakılmaktadır.

4-86 Problem 4-82'deki iki-boyutlu Poiseuille akışını ele alınız. Plakalar arasındaki akışkan 40°C 'deki sudur. Boşluk yüksekliğini $h = 1.6 \text{ mm}$ ve $dP/dx = -230 \text{ N/m}^3$ alınız. $x = 0$ ve $y = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2$ ve 1.4 mm 'den akışa boya gönderen boya tarağı ile oluşturulan yedi adet çıkış çizgisi hesaplayınız ve çizin (Şekil P4-86). Boya $t = 0$ ila $t = 10 \text{ s}$ arasında gönderilmektedir ve çıkış çizgileri $t = 10 \text{ s}$ 'de çizilecektir.



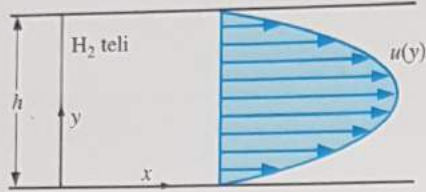
ŞEKİL P4-86

4-87 Problem 4-86'yı tekrar çözünüz. Ancak bu kez çıkış çizgilerini $t = 10 \text{ s}$ yerine $t = 12 \text{ s}$ 'de çizin.

4-88 Problem 4-86 ve Problem 4-87'den elde ettiğiniz sonuçları karşılaştırınız ve x -yönündeki doğrusal şekil değiştirme hızını yorumlayınız.

4-89 Problem 4-82'deki iki-boyutlu Poiseuille akışını ele alınız. Plakalar arasındaki akışkan 40°C 'deki sudur. Boşluk yüksekliğini $h = 1.6 \text{ mm}$ ve $dP/dx = -230 \text{ N/m}^3$ alınız.

$x = 0$ 'da kanal içinde boydan boya düşey olarak gerilmiş bir hidrojen kabarcığı teli hayal ediniz (Şekil P4-89). Tele, zaman çizgileri oluşturmak üzere periyodik olarak kabarcık üretecek şekilde akım verilmekte ve kesilmektedir. $t = 0, 2.5, 5.0, 7.5$ ve 10.0 s'lerde olmak üzere beş ayrı zaman çizgisi oluşturulmaktadır. $t = 12.5$ s'de zaman çizgilerinin nasıl bir şekle sahip olacağını hesaplayınız ve çiziniz.

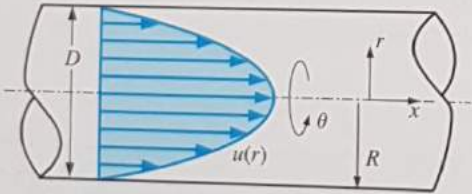


ŞEKİL P4-89

4-90 Tam gelişmiş aksel simetrik Poiseuille akışını – Şekil P4-90'da çizildiği gibi, R yarıçapındaki yuvarlak bir boru içerisinde, dP/dx dış basınç gradyeni ile hareket ettirilen akış (dP/dx sabit ve negatiftir) – göz önüne alınız. Akış daimi, sıkıştırılamaz ve x -ekseni etrafında aksel simetrik. Hız bileşenleri,

$$u = \frac{1}{4\mu} \frac{dP}{dx} (r^2 - R^2) \quad u_r = 0 \quad u_\theta = 0$$

şeklinde. Burada μ akışkanın viskozitesidir. Bu akış dönümlü müdür yoksa dönümsüz müdür? Eğer dönümlüyse, çevresel yöndeki (θ) çevrinti bileşenini hesaplayınız ve dönme yönünü irdelleyiniz.



ŞEKİL P4-90

4-91 Problem 4-90'daki aksel simetrik Poiseuille akışı için, x -ve r -yönlerindeki doğrusal şekil değiştirme hızını ve kayma şekil değiştirme hızı ϵ_{xr} 'yi hesaplayınız. Silindirik koordinatlardaki, (r, θ, x) ve (u_r, u_θ, u_x) , şekil değiştirme hızı tensörü,

$$\epsilon_{ij} = \begin{pmatrix} \epsilon_{rr} & \epsilon_{r\theta} & \epsilon_{rx} \\ \epsilon_{\theta r} & \epsilon_{\theta\theta} & \epsilon_{\theta x} \\ \epsilon_{xr} & \epsilon_{x\theta} & \epsilon_{xx} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \frac{\partial u_r}{\partial r} & \frac{1}{2} \left(r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{u_\theta}{r} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_r}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial r} \right) \\ \frac{1}{2} \left(r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{u_\theta}{r} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} \right) & \frac{1}{r} \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + \frac{u_r}{r} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_\theta}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial \theta} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_r}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial r} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_\theta}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial \theta} \right) & \frac{\partial u_x}{\partial x} \end{pmatrix}$$

şeklinde verilir.

4-92 Problem 4-91'den elde ettiğiniz sonuçları bir araya getirerek xy -düzleminde aksel simetrik şekil değiştirme hızı tensörü ϵ_{ij} 'yi oluşturunuz:

$$\epsilon_{ij} = \begin{pmatrix} \epsilon_{rr} & \epsilon_{rx} \\ \epsilon_{xr} & \epsilon_{xx} \end{pmatrix}$$

x - ve r -eksenleri ana eksen midir?

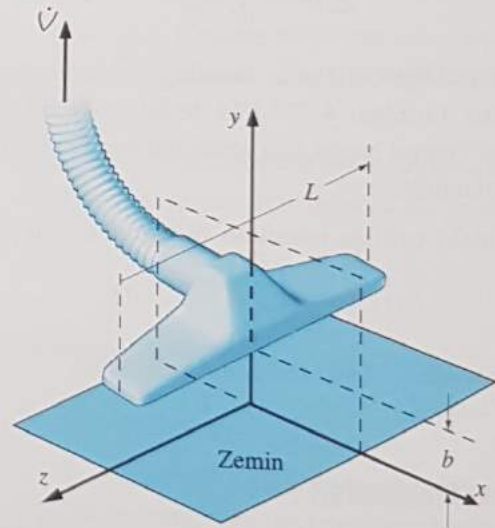
4-93 Bir elektrik süpürgesinin emme parçasından içeri doğru olan hava akışının xy -düzlemindeki hız bileşenleri yaklaşık olarak,

$$u = \frac{-\dot{V}x}{\pi L} \frac{x^2 + y^2 + b^2}{x^4 + 2x^2y^2 + 2x^2b^2 + y^4 - 2y^2b^2 + b^4}$$

ve

$$v = \frac{-\dot{V}y}{\pi L} \frac{x^2 + y^2 - b^2}{x^4 + 2x^2y^2 + 2x^2b^2 + y^4 - 2y^2b^2 + b^4}$$

ifadeleriyle ele alınmaktadır. Burada b emiş parçasının zeminden olan yüksekliği, L aparatın genişliği, $\dot{V}$ ise hortum içine doğru emilen havanın hacimsel debisidir (Şekil P4-93). Bu akış alanındaki durma noktasının (veya noktalarının) konumunu belirleyiniz. *Cevap: orijindedir.*



ŞEKİL P4-93

4-94 Problem 4-93'teki elektrik süpürgesini dikkate alınız. $b = 2.0$ cm, $L = 35$ cm ve $\dot{V} = 0.1098$ m³/s için, $x = -3$ cm'den 3 cm'ye ve $y = 0$ cm'den 2.5 cm'ye olmak üzere, xy -düzleminin üst yarısında hız vektörü çizimini yapınız. *Not: $(x, y) = (0, 2.0$ cm) noktasında hız sonsuzdur, bu yüzden bu noktada hız vektörü çizmeye çalışmayınız.*

4-95 Problem 4-93'te elektrik süpürgesi için verilen yaklaşık hız alanını ele alınız. Zemin boyunca olan akış hızını hesaplayınız. Elektrik süpürgesi tarafından zemin üzerindeki tozların, büyük bir olasılıkla maksimum hızın olduğu noktadan emilmesi beklenir. Bu

nokta neresidir? Elektrik süpürgesi, tozları emiş ağzının tam altından (orijinden) emdiğinde sizce daha verimli çalışır mı? Neden böyledir ya da neden böyle değildir?

4-96 x -hız bileşeni,

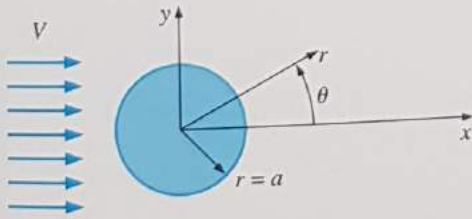
$$u = a + b(x - c)^2$$

olan xy -düzlemindeki daimi, iki-boyutlu akış alanını ele alınız. Burada a , b ve c uygun boyutlardaki sabitlerdir. Akış alanının sıkıştırılmaz olması için y -hız bileşeni ne olmalıdır? Başka bir deyişle akış sıkıştırılmaz olacak şekilde, x , y ve denklemde verilen sabitlerin fonksiyonu olarak v için bir ifade türetiniz.

Cevap: $-2b(x - c)y + f(x)$

4-97 Oldukça üniform bir serbest-akım akışının, akışa dik olarak konumlanmış uzun bir silindire çarptığı sayısız örnekler vardır (Şekil P4-97). Örnek olarak, bir araba anteninin etrafından akan hava, bayrak veya telefon direklerine karşı esen rüzgâr, elektrik tellerine çarpan rüzgâr ve okyanuslardaki petrol platformlarının su içerisinde kalan yuvarlak kirişlerine çarpan okyanus akımları verilebilir. Bunların tümünde de silindirin arkasındaki akış, ayrılmış, daimi olmayan ve genellikle de türbülanslı bir akıştır. Bununla beraber, silindirin ön yarısındaki akış daimidir ve hesaplanabilir. Gerçekten, silindir yüzeyindeki çok ince sınır tabaka hariç, akış alanı aşağıdaki gibi xy - veya $r\theta$ -düzlemindeki daimi iki-boyutlu hız bileşenleri ile yaklaşık olarak temsil edilebilir:

$$u_r = V \cos \theta \left(1 - \frac{a^2}{r^2} \right) \quad u_\theta = -V \sin \theta \left(1 + \frac{a^2}{r^2} \right)$$



ŞEKİL P4-97

bu akış alanı dönümlü müdür yoksa dönümsüz müdür? Açıklayınız.

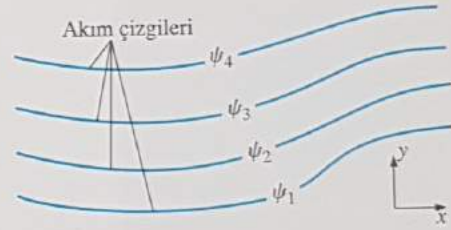
4-98 Problem 4-97'deki akış alanını (bir silindir üzerinden olan akışı) göz önüne alınız. Akışın sadece ön yarısını ele alınız ($x < 0$). Akış alanının ön yarısında bir durma noktası vardır. Nerededir? Cevabınızı hem silindirik koordinatlarda (r, θ) hem de Kartezyen koordinatlarda (x, y) veriniz.

4-99 Problem 4-97'deki akış alanının (bir silindir üzerinden olan akışı) ön yarısını ($x < 0$) ele alınız. Burada ele alınan akış gibi iki-boyutlu akışlarda akım çizgileri boyunca sabit olan ve ψ akım fonksiyonu adı verilen bir parametre vardır (Şekil P4-99). Problem 4-97'deki hız alanı,

$$\psi = V \sin \theta \left(r - \frac{a^2}{r} \right)$$

şeklindeki bir akım fonksiyonuna karşılık geldiğine göre, (a) ψ 'yi bir sabit alarak akım çizgisi denklemini oluşturunuz. (İpucu: r 'yi, θ 'nın fonksiyonu olarak çözmek için verilen ifadeyi r 'ye göre ikinci dereceden bir denkleme dönüştürüp bu denklemini çözünüz.)

(b) Silindir yarıçapının $a = 10.0$ cm ve hızın $V = 1.00$ m/s olduğu belirli bir durum için, akışın yukarıakım yarısında ($90^\circ < \theta < 270^\circ$) birkaç akım çizgisi çizin. Uyumlu olması açısından çizimi, -0.4 m $< x < 0$ m ve -0.2 m $< y < 0.2$ m aralığında ve akım fonksiyonu değerlerini -0.16 m²/s ile $+0.16$ m²/s arasında eşit aralıklı olarak yapınız.



ŞEKİL P4-99

4-100 Problem 4-97'deki akış alanını (silindir üzerinden olan akışı) göz önüne alınız. $r\theta$ -düzlemindeki iki doğrusal şekil değiştirme hızını, yani ϵ_{rr} ve $\epsilon_{\theta\theta}$ 'yi hesaplayınız. Doğru parçaları uzar mı kısalır mı, tartışınız. (İpucu: Silindirik koordinatlardaki şekil değiştirme tensörü Problem 4-91'de verilmiştir.)

4-101 Problem 4-100'den elde ettiğiniz sonuçlara dayanarak, akışın sıkıştırılabilirliğini (veya sıkıştırılmazlığını) irdeleyiniz. Cevap: akış sıkıştırılmaz.

4-102 Problem 4-97'deki akış alanını (dairesel silindir üzerinden olan akışı) göz önüne alınız. $r\theta$ -düzlemindeki kayma şekil değiştirme hızı $\epsilon_{r\theta}$ 'yi hesaplayınız. Bu akış alanındaki akışkan parçacıklarının kayma ile birlikte şekil değiştirip değiştirmediğini irdeleyiniz. (İpucu: Silindirik koordinatlardaki şekil değiştirme hızı tensörü Problem 4-91'de verilmiştir.)

Daimi, sıkıştırılamaz akış için enerji denklemi

$$\frac{p_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_{pompa} = \frac{p_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_{turbina} + h_K$$

şeklinde ifade edilir. Burada,

$$h_{pompa} = \frac{W_{pompa}}{\dot{m}g} = \frac{\dot{W}_{pompa}}{\dot{m}g} = \frac{\eta_{pompa} \dot{W}_{pompa}}{\dot{m}g}$$

$$h_{turbina} = \frac{W_{turbina}}{\dot{m}g} = \frac{\dot{W}_{turbina}}{\dot{m}g} = \frac{\eta_{turbina} \dot{W}_{turbina}}{\dot{m}g}$$

$$h_K = \frac{E_{mek kayıp, borular}}{\dot{m}g} = \frac{\dot{E}_{mek kayıp, borular}}{\dot{m}g}$$

$$E_{mek kayıp} = H_2 - H_1 - Q_{net giren}$$

olarak verilir.

Kütle, Bernoulli ve enerji denklemleri akışkanlar mekaniğindeki en temel bağıntılardır ve ilerideki bölümlerde geniş ölçüde kullanılacaklardır. Bölüm 6'da, akışkan sistemlerine etki eden kuvvet ve torkları belirleyebilmek için ya Bernoulli ya da enerji denklemi, kütle ve momentum denklemleriyle birlikte kullanılacaktır. Bölüm 8 ve 14'te, akışkan sistemlerindeki pompalama gücü gereksinimlerinin belirlenmesinde ve türbomakinelerin tasarım ve analizlerinde, kütle ve enerji denklemleri kullanılacaktır. Bunun yanında, Bölüm 12 ve 13'te, açık-kanal ve sıkıştırılamaz akış analizlerinin belirli safhalarında yine enerji denklemi kullanılacaktır.

KAYNAKLAR VE ÖNERİLEN YAYINLAR

1. C. T. Crowe, J. A. Roberson, and D. F. Elger. *Engineering Fluid Mechanics*, 7th ed. New York: Wiley, 2001.
2. R. C. Dorf, ed. in chief. *The Engineering Handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press, 1995.
3. B. R. Munson, D. F. Young, and T. Okishi. *Fundamentals of Fluid Mechanics*, 4th ed. New York: Wiley, 2002.
4. R. L. Panton. *Incompressible Flow*, 2nd ed. New York: Wiley, 1996.
5. M. C. Potter and D. C. Wiggert. *Mechanics of Fluids*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997.
6. M. Van Dyke. *An Album of Fluid Motion*. Stanford, CA: The Parabolic Press, 1982.

PROBLEMLER*

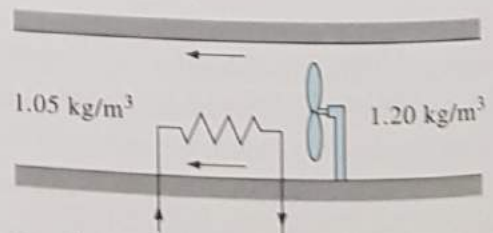
Kütlenin Korunumu

- 5-1K Bir proses esnasında korunan dört ve korunmayan iki fiziksel büyüklüğü belirtiniz.
- 5-2K Kütle ve hacimsel debileri tanımlayınız. Bunların arasında nasıl ilişki vardır?
- 5-3K Daimi olmayan bir akış esnasında kontrol hacmine giren kütle miktarı kontrol hacminden çıkan kütle miktarına eşit olmalı mıdır?
- 5-4K Bir kontrol hacmi içerisinde geçen akış ne zaman daimidir?
- 5-5K Tek giriş ve çıkışa sahip bir makina düşünün. Eğer giriş ve çıkıştaki hacimsel debiler eşit ise makina içerisinde geçen akışın daimi olması zorunlu mudur? Neden?
- 5-6 Ağzına fiskiye takılan bir bahçe hortumu 0.075 m³ hacmindeki bir kovayı suyla doldurmak için kullanılıyor. Hortumun iç çapı

25.4 mm'dir ve fiskiye çıkışında çap 12.7 mm'ye düşmektedir. Hortumdaki ortalama hız 2.44 m/s olduğuna göre, (a) hortumdan geçen hacimsel ve kütleli debileri, (b) kovayı suyla doldurmak için geçecek süreyi ve (c) fiskiye çıkışındaki ortalama su hızını belirleyiniz.

5-7 Hava bir lüleye 2.21 kg/m³ yoğunluk ve 30 m/s hız ile giriyor ve lüleyi 0.762 kg/m³ yoğunluk ve 180 m/s hız ile terk ediyor. Lülenin giriş kesitinin alanı 80 cm² olduğuna göre, (a) lüleden geçen kütleli debiyi ve (b) lülenin çıkış kesitinin alanını belirleyiniz. **Cevaplar:** (a) 0.530 kg/s, (b) 38.7 cm²

5-8 Bir saç kurutma makinası aslında içine birkaç sıra halinde elektrik rezistansı yerleştirilmiş sabit çaplı bir kanaldan oluşmaktadır. Küçük bir fan havayı içeri emer ve havayı ısıtan rezistansları üzerine doğru üfler. Havanın yoğunluğu girişte 1.20 kg/m³ ve çıkışta 1.05 kg/m³ olduğuna göre, saç kurutma makinasından geçen havanın hızındaki yüzde artışı belirleyiniz.



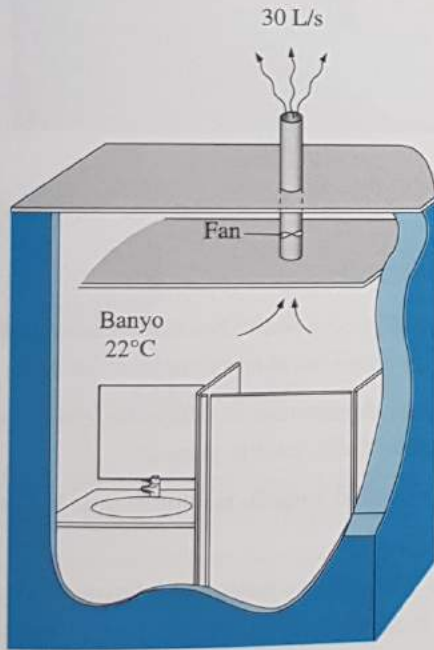
ŞEKİL P5-8

*"K" ile gösterilen sorular kavram sorularıdır ve öğrencilerin bunların tamamını çözmesi tavsiye edilir. Disket simgesi bulunan sorular EES yazılımı ile çözümler ve parametrik çalışmaları tam çözümler kitap ekindeki DVD'de bulunmaktadır. EES simgesi problemler genel olarak kapsamlı sorulardır ve tercihen bu kitapla birlikte verilen EES yazılımı kullanılarak bir bilgisayar yardımıyla çözümleri öngörülmüştür.

5-9 Yoğunluğu 1.25 kg/m^3 olan hava bir iklimlendirme sisteminin kanalına $0.212 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik hacimsel debi ile girmektedir. Kanalın çapı 254 mm olduğuna göre, havanın kanal girişindeki hızını ve kütesel debisini belirleyiniz.

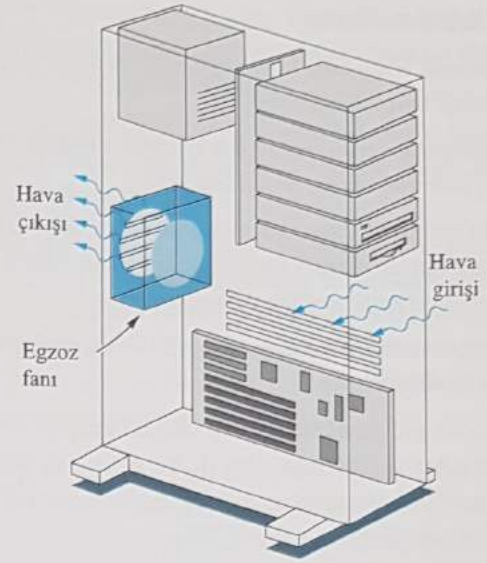
5-10 1 m^3 hacmindeki rijit bir tank başlangıçta yoğunluğu 1.18 kg/m^3 olan hava ile doludur. Tank bir vana ile yüksek basınç hattına bağlıdır. Vana açılıyor ve havanın yoğunluğu 7.20 kg/m^3 oluncaya kadar tanka hava girmesine müsaade ediliyor. Tanka giren havanın kütesini belirleyiniz. *Cevap: 6.02 kg*

5-11 Bir banyonun havalandırma fanı 30 L/s debiye sahiptir ve kesintisiz çalışmaktadır. İçerideki havanın yoğunluğu 1.20 kg/m^3 olduğuna göre bir günde dışarıya atılan hava miktarını belirleyiniz.



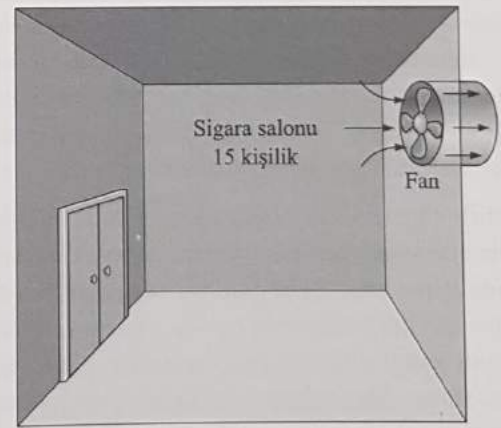
ŞEKİL P5-11

5-12 Bir masaüstü bilgisayar hacimsel debisi $0.34 \text{ m}^3/\text{dakika}$ olan bir fan ile soğutulacaktır. Hava yoğunluğunun 0.7 kg/m^3 olduğu 3400 m yükseklikte, fandan geçen kütesel debiyi belirleyiniz. Ayrıca, havanın ortalama hızının 110 m/dakika 'yı geçmesi istenmediğine göre fanın dış çapını belirleyiniz. *Cevaplar: 0.238 kg/dakika, 0.063*



ŞEKİL P5-12

5-13 Bir sigara içme salonu 15 sigara tiryakisine hizmet verecektir. Sigara içme salonları için kişi başına minimum taze hava ihtiyacı 30 L/s olarak belirlenmiştir (ASHRAE, Standard 62, 1989). Salona verilmesi gereken taze havanın minimum debisini ve hava hızının 8 m/s 'yi geçmesi istenmediğine göre kanalın çapını belirleyiniz.



ŞEKİL P5-13

5-14 Konut olarak kullanılan bir binanın minimum taze hava ihtiyacı saatte 0.35 hava değişimi olarak belirlenmiştir (ASHRAE, Standart 62, 1989). Yani, her saatte bir konuttaki tüm havanın yüzde 35 'i taze dış ortam havası ile değiştirilmelidir. Yüksekliği 2.7 m ve alanı 200 m^2 olan bir konutun havalandırma ihtiyacı sadece bir fan ile karşılanacağına göre, takılacak fanın debisini L/dakika biriminde belirleyiniz. Ortalama hava hızının 6 m/s 'yi geçmesi istenmediğine göre kanalın çapını belirleyiniz.

Mekanik Enerji ve Verim

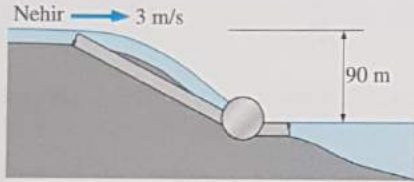
5-15K Mekanik enerji nedir? Isıl enerjiden farkı nedir? Bir akıştaki mekanik enerji formları nelerdir?

5-16K Mekanik verim nedir? Bir hidrolik türbinin mekanik veriminin yüzde 100 olması ne anlama gelir?

5-17K Bir pompa ve motordan oluşan sistemin birleşik pompa-motor verimi nasıl tanımlanır? Birleşik pompa-motor verimi, pompa ya da motorun veriminden daha yüksek olabilir mi?

5-18K Türbin verimi, jeneratör verimi ve birleşik türbin-jeneratör verimlerini tanımlayınız.

5-19 Bir göle, göl yüzeyinden 90 m yükseklikteki bir yerden, 3 m/s ortalama hız ve 500 m³/s debi ile bir nehir boşalmaktadır. Nehrin birim kütle başına toplam mekanik enerjisini ve güç üretme potansiyelini belirleyiniz. *Cevap: 444 MW*



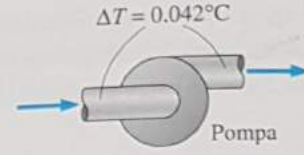
ŞEKİL P5-19

5-20 Daimi olarak 1500 kg/s debi ile su sağlayabilen büyük bir su haznesinin 70 m aşağısında, bir hidrolik türbin-jeneratör grubu kurularak elektrik enerjisi üretilecektir. Türbinin mekanik güç üretimi 800 kW ve elektrik gücü üretimi 750 kW olduğuna göre, tesisin türbin verimini ve birleşik türbin-jeneratör verimini belirleyiniz. Borudaki kayıpları ihmal ediniz.

5-21 Belirli bir mevkide, rüzgar daimi olarak 12 m/s hız ile esmektedir. Havanın birim kütle başına mekanik enerjisini ve bu mevkide kanat çapı 50 m olan bir rüzgar türbininin güç üretme potansiyelini belirleyiniz. Ayrıca, toplam verimin yüzde 30 olduğunu kabul ederek gerçek elektrik gücü üretimini belirleyiniz. Hava yoğunluğunu 1.25 kg/m³ olarak alınız.

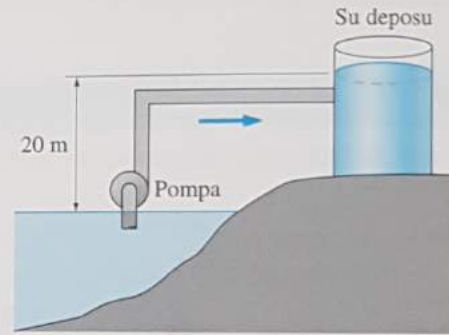
5-22 Problem 5-21'i EES programını (veya başka bir programı) kullanarak rüzgar hızı ve kanat çapının rüzgar gücü üretimine etkisini incelemek üzere tekrar çözünüz. Hızı 5 m/s'den 20 m/s'ye 5 m/s'lik artırımlar ile ve çapı da 20 m'den 80 m'ye, 20 m'lik artırımlar ile değiştirerek giriniz. Sonuçları tablo halinde gösteriniz ve önemlerini irdeleyiniz.

5-23 Bir pompanın giriş ve çıkışına yerleştirilmiş diferansiyel ısılıftı (termo-eleman), pompa içerisinden 0.0424 m³/s debi ile geçerken, suyun sıcaklığının 0.042 °C arttığını göstermektedir. Pompaya verilen mil gücü 20 kW olduğuna göre pompanın mekanik verimini belirleyiniz. *Cevap: % 64,7*



ŞEKİL P5-23

5-24 Bir gölden, 20 m yukarıdaki bir su deposuna 70 L/s debi ile su basılırken 20.4 kW'lık elektriksel güç tüketiliyor. Borulardaki sürtünme kayıplarını ve kinetik enerjideki değişimi göz ardı ederek, (a) pompa-motor grubunun toplam verimini, (b) pompanın giriş ve çıkışı arasındaki basınç farkını hesaplayınız.



ŞEKİL P5-24

Bernoulli Denklemi

5-25K Akımyönü ivmesi nedir? Normal ivmeden farkı nedir? Bir akışkan parçacığı daimi bir akışta ivmelenebilir mi?

5-26K Bernoulli denklemini (a) enerjiler, (b) basınçlar ve (c) yükler cinsinden üç farklı şekilde yazınız.

5-27K Bernoulli denkleminin türetilmesinde kullanılan üç ana kabul nedir?

5-28K Statik, dinamik ve hidrostatik basınçları tanımlayınız. Bir akış için hangi şartlarda bunların toplamı sabittir?

5-29K Durma basıncı nedir? Nasıl ölçülebileceğini açıklayınız.

5-30K Bir akış için basınç, hız ve yükseklik yükü kavramlarını tanımlayınız ve basıncı P , hızı V ve yüksekliği z olan bir akış için yazarak ifade ediniz.

5-31K Hidrolik eğim çizgisi nedir? Enerji eğim çizgisinden farkı nedir? Hangi şartlarda bu iki çizgi sıvının serbest yüzeyi ile çakışır?

5-32K Hidrolik eğim çizgisinin konumu bir açık-kanal akışında ve atmosfere açılan bir borunun çıkışında nasıl belirlenir?

5-33K Bir binanın çatısında bulunan bir tanktaki su seviyesinin zeminden yüksekliği 20 m'dir. Tankın tabanından zemine doğru bir hortum uzatılıyor ve yukarı doğru kıvrılmış hortumun ucunda

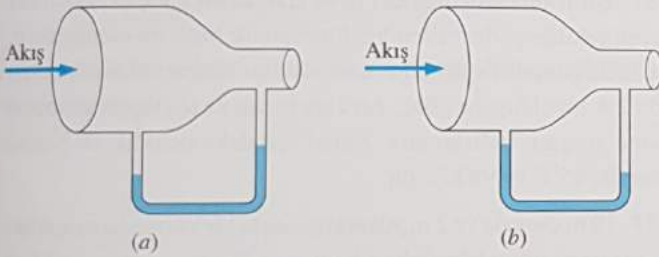
bir hortum takılıdır. Hortumun ucuna takılan fiskiye yukarı doğru yönlendirilmiştir. Suyun çıkabileceği maksimum yükseklik nedir? Bu yüksekliği azaltabilecek faktörler nelerdir?

5-34K Bazı uygulamalarda, sifonu yüksek bir duvarın üzerinden geçirmek zorunda kalabilirsiniz. Bağlı yoğunluğu 0.8 olan yağ veya su yüksek bir duvarın üzerinden geçebilir mi? Nedenini açıklayınız.

5-35K Sifonlama işleminin nasıl ve neden gerçekleştiğini açıklayınız. Bir adam 7 m yüksekliğindeki bir duvarın üzerinden soğuk suyu sifon ile çekmeyi planlıyor. Bu mümkün müdür? Açıklayınız.

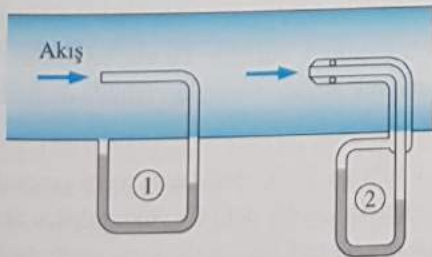
5-36K Bir öğrenci deniz seviyesinde, yüksekliği 8.5 m olan bir duvarın üzerinden sifonla su çekiyor. Daha sonra, Shasta dağının zirvesine (yükseklik 4390 m ve $P_{\text{atm}} = 58.5 \text{ kPa}$ 'dır) tırmanarak aynı işlemi tekrarlamak istiyor. Başarılı olma olasılığını tartışınız.

5-37K Manometre sıvısı olarak yağ kullanılan cam manometre Şekil P5-37K'de gösterildiği gibi bir hava kanalına bağlanıyor. Yağ Şekil P5-37Ka'daki gibi mi yoksa Şekil P5-37Kb'deki gibi mi hareket eder? Açıklayınız. Akış ters yönde olsaydı cevabınız ne olurdu?



ŞEKİL P5-37K

5-38K Şekil P5-38K'de gösterildiği gibi, bir boru içerisinde akan akışkanın hızı iki farklı Pitot-tüplü civalı manometre ile ölçülecektir. Sizce, her iki manometre de aynı hızı mı gösterecektir? Değilse, hangisi daha doğru sonucu gösterecektir? Açıklayınız. Boru içerisinde su yerine hava akıyor olsaydı cevabınız ne olurdu?



ŞEKİL P5-38K

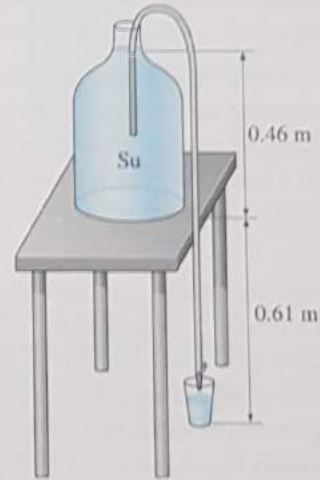
5-39 Soğuk iklimlerde, su boruları buz tutabilir ve uygun önlemler alınmazsa patlayabilir. Böyle bir olayda, toprak altındaki bir borunun açıkta kalan kısmı patlıyor ve su 34 m yükseğe fışkırıyor. Borudaki

suyun etkin basıncını hesaplayınız. Yaptığınız kabulleri belirtiniz ve gerçek basıncın hesapladığınız değerden daha mı düşük yoksa daha mı yüksek olacağını tartışınız.

5-40 Yerden 3000 m yükseklikte uçan bir uçağın hızını ölçmek için bir Pitot-statik tüpü kullanılıyor. Okunan basınç farkı 3 kPa ise uçağın hızını belirleyiniz.

5-41 Bir araba bozuk bir yolda ilerlerken arka tarafı sivri bir kayaya çarpıyor ve benzin deposunun tabanında küçük bir delik oluşuyor. Depodaki benzinin yüksekliği 30 cm olduğuna göre, delikten akan benzinin ilk hızını belirleyiniz. Hızın zamanla nasıl değişeceğini ve deponun kapağı sıkıca kapatıldığında akışın bundan nasıl etkileneceğini tartışınız. *Cevap: 2.43 m/s*

5-42 Bir ofisteki içme suyu ihtiyacı büyük su şişeleri ile karşılanmaktadır. Çapı 6.35 mm olan plastik borunun bir ucu yüksek bir sehpanın üzerine konulan şişenin içine daldırılırken, üzerinde açma/kapama vanası bulunan diğer ucu ise şişenin 0.61 m aşağısında tutulur. Şişe tamamen dolu iken su seviyesi yüksekliği 0.46 m olduğuna göre, (a) şişe ilk açıldığında ve (b) şişe neredeyse tamamen boşalmak üzereyken 236.45 ml hacmindeki bir bardağı doldurmak için geçecek olan minimum süreyi belirleyiniz.



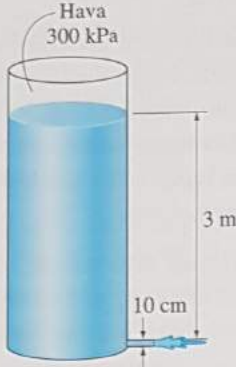
ŞEKİL P5-42

5-43 Bir piyezometre ve bir Pitot tüpü 3 cm çapındaki yatay bir su borusuna takılıyor ve su sütunu yükseklikleri piyezometrede 20 cm ve Pitot tüpünde 35 cm olarak ölçülüyor (her ikisi de borunun üst yüzeyinden ölçülüyor). Borunun merkezindeki hızı belirleyiniz.

5-44 Silindirik bir su deposunun çapı D_0 ve yüksekliği H 'dir. Ağzı atmosfere açık olan bu depo, su ile doludur. Deponun tabanında D çapında iyi yuvarlatılmış (kayıp yok) bir delik açılıyor. Deponun (a) yarısının ve (b) tamamının boşalması için geçecek süreyi veren bağıntıyı türetiniz.

5-45 Basınçlı bir su tankının tabanında suyun atmosfere boşaldığı 10 cm çapında bir delik vardır. Su seviyesi çıkıştan 3 m yüksektedir. Su yüzeyinin üzerindeki hava basıncı 300 kPa (mutlak olarak) ve atmosfer basıncı ise 100 kPa'dır. Sürtünme etkilerini ihmal ederek, tanktan boşalan suyun başlangıçtaki debisini belirleyiniz.

Cevap: 0.168 m³/s

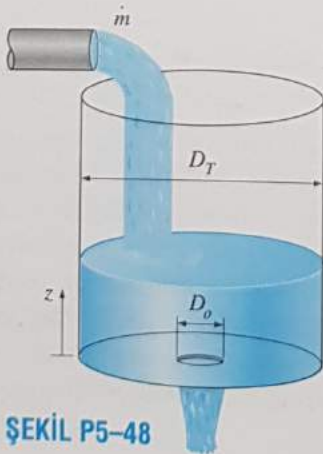


ŞEKİL P5-45

5-46  Problem 5-45'i tekrar ele alınız. EES programını (veya başka bir programı) kullanarak su seviyesi yüksekliğinin boşalan su hızı üzerindeki etkisini inceleyiniz. Yüksekliği 0 m'den 5 m'ye kadar 0.5 m'lik artırımlarla değiştirerek giriniz. Sonuçları tablo halinde sıralayınız ve grafik çizerek gösteriniz.

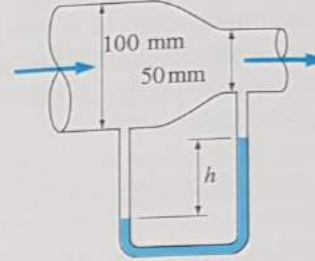
5-47 Bir sifon ile büyük bir su haznesinden daha aşağıdaki boş bir tanka su çekilmektedir. Ayrıca, tankta hazne yüzeyinin 4.57 m aşağısında yuvarlatılmış bir su boşaltma deliği bulunmaktadır. Sifon ve deliğin çapları 50.8 mm'dir. Sürtünme etkilerini göz ardı ederek, tank içerisindeki suyun denge halinde iken çıkacağı yüksekliği belirleyiniz.

5-48 Su, D_T çapındaki bir tanka $\dot{m}_{giren}$ kütleli debisi ile girmektedir. Tankın tabanında bulunan D_o çapındaki bir delik suyun dışarı akmasını sağlıyor. Delik girişi yuvarlatılmıştır ve sürtünme kayıpları ihmal edilebilir. Tank başlangıçta boş olduğuna göre (a) tank içinde suyun çıkacağı maksimum yüksekliği belirleyiniz ve (b) su seviyesi yüksekliği z için zamanın fonksiyonu olarak bir bağıntı elde ediniz.



ŞEKİL P5-48

5-49 Su yatay bir boru içerisinde 3.78 L/s debi ile akmaktadır. Boru, düzgün bir redüksiyon ile birbirlerine bağlı, 100 mm ve 50 mm çaplarındaki iki farklı bölümden oluşmaktadır. İki bölüm arasındaki basınç farkı civalı bir manometre ile ölçülmektedir. Sürtünme etkilerini ihmal ederek, borunun iki bölümündeki civa seviyeleri arasındaki yükseklik farkını belirleyiniz. Cevap: 13.21 mm



ŞEKİL P5-49

5-50 Bir uçak 12000 m irtifada uçmaktadır. Uçağın hızı 200 km/h olduğuna göre, uçağın burnunda bulunan durma noktasındaki etkin basıncı belirleyiniz. Hız 1050 km/h olsaydı bu problemi nasıl çözerdiniz? Açıklayınız.

5-51 Bir ısıtma sistemindeki hava hızı, kanal içine akışa paralel olacak şekilde yerleştirilen bir Pitot-statik tüpü ile ölçülecektir. Tüpün iki çıkışına bağlı kollar arasındaki su sütunu yüksekliklerinin farkı 2.4 cm olduğuna göre, (a) akış hızını ve (b) tüpün ucundaki basınç artışını belirleyiniz. Kanal içindeki sıcaklık ve basınç sırasıyla, 45°C ve 98 kPa'dır.

5-52 10 m çapında ve 2 m yüksekliğindeki bir yüzme havuzundaki su, havuzun dibindeki deliğe bağlanan, 3 cm çapında ve 25 m uzunluğundaki yatay bir boru ile boşaltılacaktır. Borudan geçen suyun maksimum boşalma debisini belirleyiniz. Ayrıca, gerçek debinin neden daha düşük olacağını açıklayınız.

5-53 Problem 5-52'yi tekrar ele alınız. Yüzme havuzunu tamamen boşaltmak için geçecek olan süreyi belirleyiniz. Cevap: 19.7 saat.

5-54  Problem 5-53'yi tekrar ele alınız. EES programını (veya başka bir programı) kullanarak, boşaltma borusu çapının havuzu boşaltmak için gerekli olan süre üzerindeki etkisini inceleyiniz. Boru çapını 1 cm'den 10 cm'ye kadar, 1 cm'lik artırımlarla değiştirerek giriniz. Sonuçları tablo halinde sıralayınız ve grafik çizerek gösteriniz.

5-55 11 0 kPa ve 50 °C'deki hava, 6 cm çapındaki eğimli bir kanal içerisinde 45 L/s'lik debi ile yukarı doğru akmaktadır. Kanal çapı daha sonra bir redüksiyon ile 4 cm'ye düşürülmektedir. Redüksiyonun giriş ve çıkışı arasındaki basınç değişimi bir sulu manometre ile ölçülmektedir. Manometre kollarının boruya bağlandığı iki nokta arasındaki yükseklik farkı 0.20 m'dir. Manometrenin iki kolundaki sıvı seviyeleri arasındaki yükseklik farkını belirleyiniz.

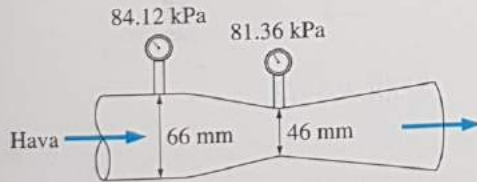


ŞEKİL P5-55

5-56 Giriş kesitinin (1 konumu) çapı 66 mm, boğaz kesitinin (2 konumu) çapı 46 mm olan bir venturi-metre içerisinde hava geçmektedir. Girişteki etkin basınç 84.12 kPa ve boğazdaki gösterge basıncı 81.36 kPa olarak ölçülüyor. Sürtünme etkilerini ihmal ederek, hacimsel debinin aşağıdaki gibi ifade edilebileceğini gösteriniz:

$$\dot{V} = A_2 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - A_2^2/A_1^2)}}$$

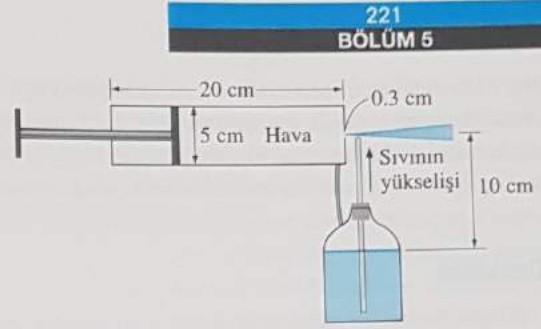
ve havanın debisini belirleyiniz. Havanın yoğunluğunu 1.20 kg/m³ olarak alınız.



ŞEKİL P5-56

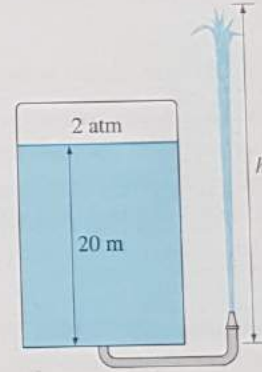
5-57 Bir şehrin ana su borusundaki basınç belirli bir yükseklikte (etkin basınç olarak) 400 kPa'dır. Bu borunun 50 m yükseklikteki bir servis deposuna su gönderip gönderemeyeceğini belirleyiniz.

5-58 Bir bisiklet pompası, boya veya böcek zehiri sisi oluşturmak için; havayı küçük bir delikten yüksek hızda geçmeye zorlamak ve bir sıvı haznesi ile delik arasına kısa bir tüp yerleştirmek suretiyle, püskürtücü olarak kullanılabilir. Burada, yüksek hızlı hava jetinin düşük basıncı nedeniyle sıvı tüpten yukarı doğru çekilir. Böyle bir püskürtücüde, delik çapı 0.3 cm, tüpteki sıvı seviyesi ile delik arasındaki düşey mesafe 10 cm ve hava pompasının çapı ve stroğu sırasıyla, 5 cm ve 20 cm'dir. Atmosfer koşulları 20 °C ve 95 kPa olduğuna göre, püskürtme etkisini başlatabilmek için pistonun silindir içindeki minimum hareket hızını belirleyiniz. Sıvı haznesi atmosfere açıktır.



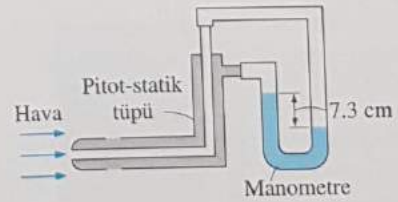
ŞEKİL P5-58

5-59 Bir tanktaki su seviyesi zeminden 20 m yüksektir. Tankın tabanına bir hortum bağlı olup hortumun ucunda takılı bulunan fiskiye'nin yönü yukarı doğru çevrilmiştir. Tankın kapağı hava sızdırmamaktadır ve su yüzeyinin üzerindeki hava basıncı 2 atm'dir (etkin basınç olarak). Sistem deniz seviyesindedir. Su akımının çıkacağı maksimum yüksekliği belirleyiniz. *Cevap: 40.7 m*



ŞEKİL P5-59

5-60 Bir su manometresine bağlı Pitot-statik tüpü hava hızını ölçmek için kullanılıyor. Sapma (iki koldaki sıvı seviyeleri arasındaki mesafe) 7.3 cm olduğuna göre, hava hızını belirleyiniz. Havanın yoğunluğunu 1.25 kg/m³ olarak alınız.



ŞEKİL P5-60

5-61 Bir kanaldaki hava hızı, diferansiyel basınç göstergesine bağlı bir Pitot-statik tüpü ile ölçülmektedir. Havanın basıncı 92.39 kPa (mutlak basınç olarak), sıcaklığı 21 °C ve diferansiyel basınç göstergesinden okunan değer 1.034 kPa olduğuna göre, havanın hızını belirleyiniz. *Cevap: 43.58 m/s*

5-62 Bir hidroelektrik güç santralinde, su türbin lülelerine 700 kPa mutlak basınçla ve düşük bir hızla giriyor. Lüle çıkışlarında 100 kPa'lık atmosferik basınç etkin olduğuna göre, suyun türbin kanatlarına çarpmadan önce lülelerde ulaşacağı maksimum hızı belirleyiniz.

Enerji Denklemi

5-63K Sıkıştırılmaz bir akışkanın daimi ve adyabatik akışını göz önüne alınız. Akış esnasında akışkanın sıcaklığı azalabilir mi? Açıklayınız.

5-64K Sıkıştırılmaz bir akışkanın daimi ve adyabatik akışını göz önüne alınız. Akışkanın sıcaklığı akış esnasında sabit kaldığına göre, sürtünme etkilerinin göz ardı edildiğini söylemek doğru mudur?

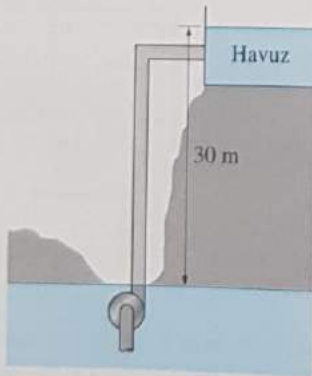
5-65K Tersinmez yük kaybı nedir? Mekanik enerji kaybı ile olan ilişkisi nedir?

5-66K Faydalı pompa yükü nedir? Pompaya verilen güç ile olan ilişkisi nedir?

5-67K Kinetik enerji düzeltme faktörü nedir? Önemli midir?

5-68K Bir tank içindeki su seviyesi zeminden 20 m yüksektedir. Tankın tabanına bir hortum bağlı olup hortumun ucunda takılı bulunan fışkıyenin yönü yukarı doğru çevrilmiştir. Lüleden çıkan su akımının zeminden 25 m yukarı çıktığı gözlemleniyor. Hortumdan akan suyun, tank içindeki su seviyesinin üzerine çıkma nedenini açıklayınız.

5-69 Yer altı suyu, verimi yüzde 70 olan 3 kW'lık bir dalgıç pompayla serbest yüzeyi yer altı suyunun serbest yüzeyinden 30 m yukarıda olan bir havuza basılmaktadır. Borunun emme tarafındaki çapı 7 cm ve boşaltma tarafındaki çapı ise 5 cm'dir. (a) suyun maksimum debisini, (b) pompanın giriş ve çıkışı arasındaki basınç farkını belirleyiniz. Pompanın giriş ve çıkışı arasındaki yükseklik farkının ve kinetik enerji düzeltme faktörünün ihmal edildiğini varsayınız.



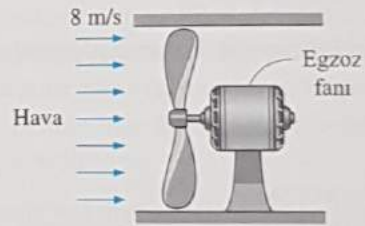
ŞEKİL P5-69

5-70 Problem 5-69'daki pompanın giriş ve çıkışı arasındaki basınç farkını ve debiyi, borulama sistemindeki tersinmez yük kaybının 5 m olduğunu göz önüne alarak tekrar belirleyiniz.

5-71 Bir hidroelektrik güç santralinde su, 73.15 m yükseklikten elektrik gücü üreten bir türbine doğru akmaktadır. Türbin-jeneratör grubunun toplam verimi yüzde 83 olduğuna göre, 100 kW'lık elektrik gücü üretmek için gerekli olan minimum su debisini belirleyiniz. *Cevap: 158.76 kg/s*

5-72 Problem 5-71'deki debiyi, su kaynağının serbest yüzeyi ile nehir yatağının serbest yüzeyi arasındaki tersinmez yük kaybının 10.97 m olduğunu göz önüne alarak tekrar belirleyiniz.

5-73  2 m × 3 m × 3 m ebatlarındaki bir banyoyu havalandırmak üzere bir fan seçilecektir. Titreşim ve gürültüyü en aza indirmek için hava hızının 8 m/s'yi geçmemesi isteniyor. Kullanılacak fan-motor grubunun toplam verimi yüzde 50 alınabilir. Fanın odadaki tüm havayı 10 dakika'da değiştirmesi istendiğine göre, (a) satın alınacak fan-motor grubunun watt biriminde gücünü, (b) fanın dış çapını ve (c) fanın giriş ve çıkışı arasındaki basınç farkını belirleyiniz. Hava yoğunluğunu 1.25 kg/m³ alınız ve kinetik enerji düzeltme faktörlerinin etkisini göz ardı ediniz.



ŞEKİL P 5-73

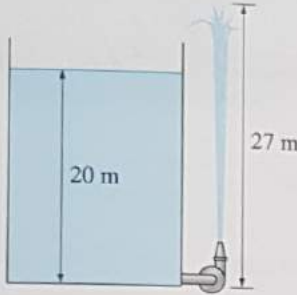
5-74 Mil gücü 10 kW olan bir pompayla, büyük bir gölden, 25 m yukarıda bulunan bir depoya, 25 L/s debide su basılmaktadır. Borulama sistemindeki tersinmez yük kayıpları 7 m olduğuna göre, pompanın mekanik verimini belirleyiniz. *Cevap: yüzde 78.5*

5-75  Problem 5-74'ü tekrar ele alınız. EES programını (veya başka bir programı) kullanarak, tersinmez yük kayıplarının mekanik verim üzerindeki etkisini inceleyiniz. Yük kaybını 0 m'den 15 m'ye 1 m'lik artırımlar ile değiştirerek giriniz. Sonuçları grafik çizerek gösteriniz ve irdelleyiniz.

5-76 Suyu 15 m yüksekliğe basmak için 7 BG'lik mil gücüne sahip bir pompa kullanılıyor. Pompanın mekanik verimi yüzde 82 olduğuna göre, suyun maksimum debisini belirleyiniz.

5-77 Su, çapı bir redüksiyon ile 15 cm'den 8 cm'ye düşürülen yatay bir boru içerisinde 0.035 m³/s'lik debi ile akmaktadır. Borunun merkezindeki basınç, redüksiyondan önce ve sonra sırasıyla, 470 kPa ve 440 kPa olarak ölçüldüğüne göre redüksiyondaki tersinmez yük kaybını belirleyiniz. Kinetik enerji düzeltme faktörünü 1.05 olarak alınız. *Cevap: 0.68 m*

5-78 Bir tankın içerisindeki su seviyesi, zeminden 20 m yüksektir. Tankın tabanına bir hortum bağlı olup, hortumun ucunda takılı bulunan fiskiye'nin yönü yukarı doğru çevrilmiştir. Tank deniz seviyesindedir ve içindeki su yüzeyi atmosfere açıktır. Tank ile fiskiye arasına su basıncını arttırmak üzere bir pompa yerleştirilmiştir. Oluşan su jeti zeminden 27 m yükseğe çıktığına göre, suya pompa ile verilen minimum basınç artışını belirleyiniz.

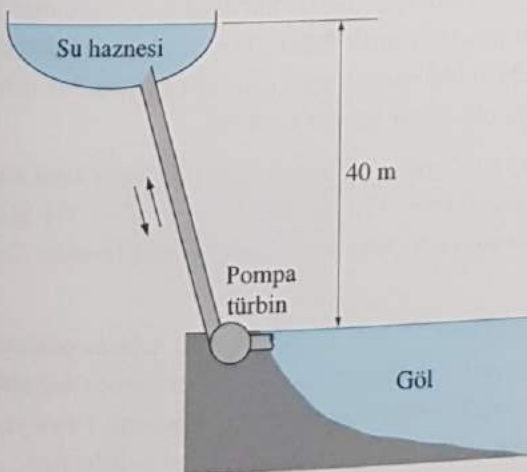


ŞEKİL P 5-78

5-79 Bir hidrolik türbin, $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$ debide 85 m kullanılabilir yüke sahiptir ve toplam türbin-jeneratör verimi % 78'dir. Bu türbinin elektrik gücü üretimini belirleyiniz.

5-80 Gündüzleri elektrik gücü ihtiyacı gecelere göre genellikle daha fazladır ve kamu hizmeti veren (doğal gaz, su, elektrik) şirketler, ihtiyacın en yüksek seviyeye ulaştığı gün içindeki kısa periyotlarda ihtiyacı karşılamak üzere pahalı yeni güç santralleri inşa etmekten kaçınmak ve mevcut güç üretim kapasitesini kullanmaya teşvik etmek için geceleri elektriği tüketicilere daha ucuza satmaktadırlar. Ayrıca kamu hizmeti veren şirketler, gündüzleri özel şirketlerden yüksek fiyatla elektrik satın almaya da razıdır.

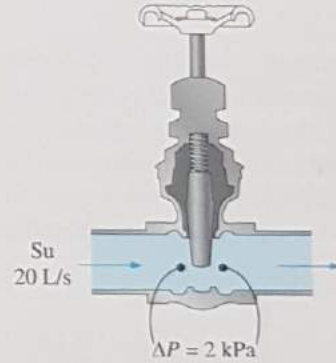
Kamu hizmeti veren bir şirketin elektriği geceleri $0.03\$/\text{kWh}$ 'ten sattığını ve gündüzleri de $0.08\$/\text{kWh}$ 'ten elektrik satın almaya hazır olduğunu düşününüz. Bu fırsattan yararlanmak isteyen bir girişimci, göl yüzeyinin 40 m yukarısında büyük bir su



ŞEKİL P 5-80

haznesi inşa etmeyi ve geceleri ucuz elektrik gücünü kullanarak pompa-motor grubuyla hazneye su basmayı ve gündüzleri de suyu hazneden göle salarak pompa-motor grubunu türbin-motor grubu olarak çalıştırıp elektrik gücü üretmeyi tasarlamaktadır. Ön analizde, borulama sistemindeki tersinmez yük kayıplarının 4 m ve her iki yönde de kullanılabilir su debisinin $2 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğu görülmüştür. Birleşik pompa-motor ve türbin-jeneratörün verimleri yüzde 75 olarak tahmin ediliyor. Sistem günde 10 saat pompa ve 10 saat türbin olarak çalıştığına göre, bu pompa-türbin grubundan bir yılda elde edilebilecek geliri belirleyiniz.

5-81 Su 3 cm çapındaki yatay bir borudan 20 L/s debi ile akmaktadır. Boru içerisindeki bir vanada meydana gelen basınç düşüşü 2 kPa olarak ölçülmektedir. Vananın tersinmez yük kaybını ve meydana gelen basınç düşüşünü yenmek için gereken faydalı pompa gücünü hesaplayınız. *Cevaplar: 0.204 m , 40 W*



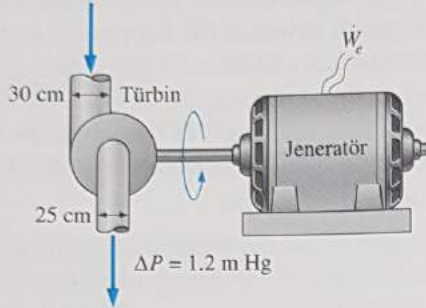
ŞEKİL P 5-81

5-82 Bir tanktaki su seviyesi, zeminden 20.11 m yüksekliktedir. Tankın tabanına bir hortum bağlı olup hortumun ucunda takılı bulunan fiskiye'nin yönü yukarı doğru çevrilmiştir. Tank kapağı hava sızdırmamakta ve su yüzeyi üzerindeki basınç bilinmemektedir. Lüleden fışkıracak su jetini zeminden 27.43 m yükseğe çıkarabilecek minimum hava basıncını (etkin basınç olarak) belirleyiniz.

5-83 Bir su tankı başlangıçta, 10 cm çapındaki keskin köşeli bir delikten itibaren 2 m yükseklikte su ile doludur. Tank içindeki su yüzeyi atmosfere açıktır ve su delikten atmosfere akmaktadır. Sistemdeki toplam yük kaybı 0.3 m olduğuna göre, tanktan boşalan suyun ilk hızını belirleyiniz. Delikte kinetik enerji düzeltme faktörünü 1.2 alınız.

5-84 Su bir hidrolik türbine 30 cm çapındaki bir borudan $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik debi ile giriyor ve 25 cm çapındaki borudan dışarı çıkıyor. Türbinde meydana gelen basınç düşümü, civalı bir manometre ile 1.2 m olarak ölçülüyor. Birleşik türbin-jeneratörün verimi yüzde 83

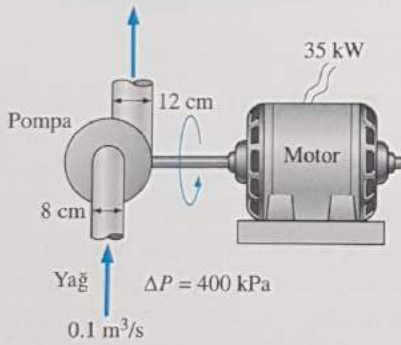
olduğuna göre, net elektrik gücü üretimini belirleyiniz. Kinetik enerji düzeltme faktörlerini göz ardı ediniz.



ŞEKİL P5-84

5-85 Dairesel kesitli bir borudaki türbülanslı akış için hız profili genellikle, $u(r) = u_{\text{maks}}(1 - r/R)^{1/n}$ bağıntısı ile ele alınabilir. Burada $n = 7$ 'dir. Bu akış için kinetik enerji düzeltme faktörünü belirleyiniz. *Cevap: 1.06*

5-86 Bir yağ pompası, 860 kg/m^3 yoğunluğundaki yağı, $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik debi ile basarken, 35 kW elektrik gücü çekmektedir. Pompanın giriş ve çıkış borularının çapları sırasıyla, 8 cm ve 12 cm 'dir. Pompada meydana gelen basınç artışı 400 kPa ve motor verimi yüzde 90 olduğuna göre, pompanın mekanik verimini belirleyiniz. Kinetik enerji düzeltme faktörünü 1.05 alınız.



ŞEKİL P5-86

5-87 Gücü 12 BG ve verimi yüzde 73 olan bir pompa bir gölden yakınlardaki bir havuza sabit çaplı bir boru ile 33.98 L/s 'lik debide su basmaktadır. Havuzun serbest yüzeyi, gölün serbest yüzeyinden 10.66 m yüksektir. Borulama sistemindeki tersinmez yük kaybını (m biriminden) ve bunu yenmek için gereken mekanik gücü belirleyiniz.

5-88 Bir deniz itfaiye botu 1030 kg/m^3 yoğunluğundaki deniz suyunu $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ debide 20 cm çapındaki boru ile çekmek ve çıkış çapı 5 cm olan bir hortum fıskiyesi ile boşaltmak suretiyle kıyı kesimlerdeki yangınlarla mücadele ediyor. Toplam tersinmez yük kaybı 3 m 'dir

ve fıskiye deniz seviyesinden 4 m yükseklikte bulunmaktadır. Pompa verimi yüzde 70 olduğuna göre, pompaya verilmesi gereken mil gücünü ve suyun boşalma hızını belirleyiniz.

Cevaplar: 201 kW, 50.9 m/s



ŞEKİL P5-88

Genel Tekrar Problemleri

5-89 $D_o = 10 \text{ m}$ çapındaki bir tank başlangıçta, tankın dip kenarında bulunan $D = 10 \text{ cm}$ çaplı vananın merkezinden 2 m yüksekliğe kadar su ile doludur. Tankın yüzeyi atmosfere açıktır ve tank vanaya bağlı $L = 100 \text{ m}$ uzunluğundaki bir boru ile boşaltılmaktadır. Borunun sürtünme faktörü $f = 0.015$ ve suyun boşalma hızı

$$V = \sqrt{\frac{2gz}{1.5 + fL/D}}$$
 şeklinde verilmektedir. Burada, z vananın

merkezinden itibaren su yüksekliğidir. (a) tanktan boşalan suyun ilk hızını ve (b) tankı boşaltmak için geçecek süreyi belirleyiniz. Su seviyesi vananın merkezine düştüğünde tankın tamamen boşaldığı kabul edilebilir.

5-90 Yer altı suyu, en-kesiti $3 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ olan bir havuza basılırken, havuzdaki su aynı anda 5 m/s 'lik sabit ortalama hız ile 5 cm çapındaki bir delikten dışarı boşalıyor. Havuzdaki su seviyesi 1.5 cm/dakika hızı ile yükseldiğine göre, havuza basılan suyun debisini m^3/s biriminde belirleyiniz.

5-91 R yarıçapındaki dairesel kesitli bir boru içerisinde akan sıvının hızı, boru çeperlerinde sıfır ve merkezde maksimum olacak şekilde değişir. Boru içerisindeki hız dağılımı, r boru merkezinden olan radyal mesafe olmak üzere, $V(r)$ şeklinde ifade edilebilir. Kütsel debi $\dot{m}$ tanımından yola çıkarak ortalama hız için $V(r)$, R ve r 'ye bağlı olarak bir bağıntı türetiniz.

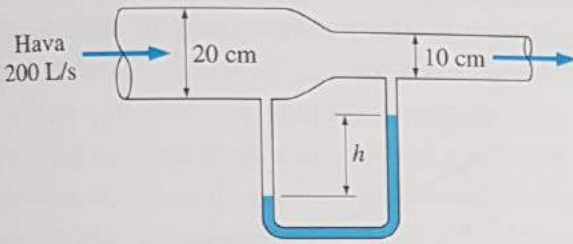
5-92 4.18 kg/m^3 yoğunluğundaki hava giriş/çıkış kesit alanlarının oranı $2/1$ olan lüleyle, 120 m/s hız ile giriyor ve 380 m/s hız ile çıkıyor. Havanın çıkıştaki yoğunluğunu belirleyiniz. *Cevap: 2.64 kg/m³*

5-93 Ebatları $6 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ olan bir hastane odasının havası her 20 dakikada bir şartlandırılmış hava ile tamamen değiştirilecektir. Dairesel kesitli hava kanalındaki ortalama hızın 5 m/s 'yi geçmesi istenmediğine göre, minimum kanal çapını belirleyiniz.

5-94 2 m çapındaki basınçlı bir su tankının tabanında suyun atmosfere boşaldığı 10 cm çapında bir delik bulunmaktadır. Su

seviyesi başlangıçta çıkıştan 3 m yüksektedir. Su yüzeyinin üzerindeki hava basıncı 450 kPa'da (mutlak basınç olarak) sabit tutulmaktadır ve atmosfer basıncı 100 kPa'dır. Sürtünme etkilerini ihmal ederek, (a) tankın yarısının boşalması için geçecek olan süreyi ve (b) 10 s sonra tank içindeki su yüksekliğini belirleyiniz.

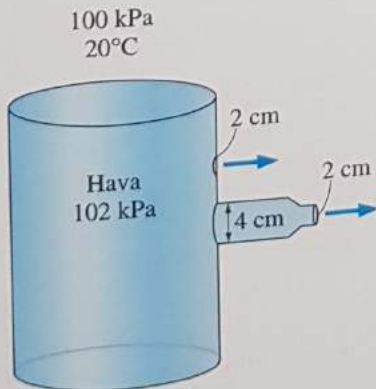
5-95 Hava bir boru içerisinden 200 L/s'lik debi ile akmaktadır. Boru, düzgün bir redüksiyon ile birbirlerine bağlı olan, 20 ve 10 cm çaplarındaki iki farklı bölümden oluşmaktadır. İki bölüm arasındaki basınç farkı bir su manometresi ile ölçülmektedir. Sürtünme etkilerini ihmal ederek, borunun iki bölümündeki su seviyeleri arasındaki yükseklik farkını belirleyiniz. Hava yoğunluğunu 1.20 kg/m^3 alınız. *Cevap: 3.7 cm*



ŞEKİL P5-95

5-96  100 kPa basınç ve 25°C sıcaklıktaki hava değişken en-kesitli yatay bir kanal içerisinden akmaktadır. İki bölüm arasındaki basınç farkını ölçen manometrenin kolları arasındaki düşey yer değiştirme 8 cm'dir. Birinci bölümdeki hız düşük ve sürtünme ihmal edilebilir olduğuna göre, ikinci bölümdeki hızı belirleyiniz. Ayrıca, manometrede $\pm 2 \text{ mm}$ 'lik olası okuma hatasını göz önüne alarak, bulunan hızın geçerliğini kontrol etmek için bir hata analizi yapınız.

5-97 Atmosferik koşulların 100 kPa ve 20°C olduğu bir yerde, bir tankın içerisinde 102 kPa basıncında hava bulunmaktadır. Tankta bulunan 2 cm çapındaki tapa açılıyor. Delikten geçen maksimum hava debisini belirleyiniz. Hava, ucuna 2 cm çıkış çapına sahip bir lüle takılı, 2 m uzunluğunda ve 4 cm çapındaki bir boru ile



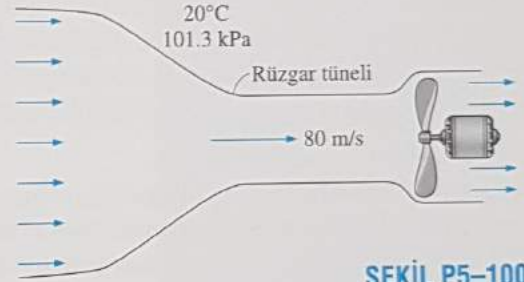
ŞEKİL P5-97

ile dışarı atılıyor olsaydı, cevabınız ne olurdu? Bu depolama tankı içerisindeki basınç 300 kPa olsaydı problemi yine aynı yöntem ile çözermiydiniz?

5-98 Giriş kısmının çapı 7 cm; boğaz kısmının çapı 4 cm olan bir venturi-metre içerisinden su akmaktadır. Girişteki basınç 430 kPa ve boğazdaki basınç 120 kPa olarak ölçülüyor. Sürtünme etkilerini ihmal ederek, suyun hacimsel debisini belirleyiniz. *Cevap: $0.538 \text{ m}^3/\text{s}$*

5-99 Bir tanktaki su seviyesi, zeminden 20 m yüksekliktedir. Tankın tabanına bir hortum bağlı olup hortumun ucunda takılı bulunan fiskiye'nin yönü yukarı doğru çevrilmiştir. Tank deniz seviyesindedir ve içindeki suyun yüzeyi atmosfere açıktır. Tank ile fiskiye arasına su basıncını 68.94 kPa arttırmak üzere bir pompa yerleştirilmiştir. Su akımının çıkabileceği maksimum yüksekliği belirleyiniz.

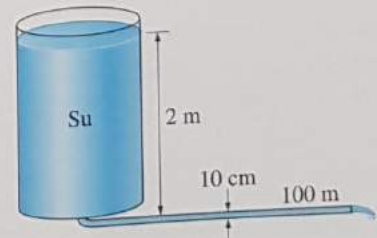
5-100 Bir rüzgar tüneli, çıkışına yerleştirilen büyük bir fan ile 20°C sıcaklığında ve 101.3 kPa basıncındaki atmosferik hava içeri çekiliyor. Tüneldeki havanın hızı 80 m/s olduğuna göre, tüneldeki basıncı belirleyiniz.



ŞEKİL P5-100

5-101 Çapı bir genişleme bölümü ile 6 cm'den 11 cm'ye çıkan yatay bir boru içerisinden $0.025 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik debide su akmaktadır. Genişleme bölümündeki yük kaybı 0.45 m ve bölümün giriş ve çıkışındaki kinetik enerji düzeltme faktörleri 1.05 olduğuna göre basınç değişimini belirleyiniz.

5-102 2 m yüksekliğindeki geniş bir tank, başlangıçta tamamen su ile doludur. Tank içindeki su yüzeyi atmosfere açıktır. Su tankı tabanında bulunan 10 cm çapındaki keskin köşeli bir delikten 10 m uzunluğundaki boru ile atmosfere boşaltılmaktadır. Sistemdek toplam tersinmez yük kaybı 1.5 m olarak belirlendiğinde göre tanktan boşalan suyun ilk hızını belirleyiniz. Kinetik enerji düzeltme faktörlerinin etkisini göz ardı ediniz. *Cevap: 3.13 m/s*



ŞEKİL P5-102

5-103  Problem 5-102'yi tekrar göz önüne alınız. EES programını (veya başka bir programı) kullanarak, tank tamamen dolu olmak üzere, tank yüksekliğinin boşalan su hızı üzerindeki etkisini inceleyiniz. Tank yüksekliğini 2 m'den 15 m'ye 1 m'lik artırımlarla değiştirerek giriniz ve tersinmez yük kayıplarının sabit kaldığını kabul ediniz. Sonuçları tablo halinde sıralayınız ve grafik çizerek gösteriniz.

5-104 Problem 5-102'yi tekrar göz önüne alınız. Tankı daha hızlı boşaltmak için tankın çıkışına bir pompa yerleştirilmiştir. Tank tamamen dolu olduğunda 6 m/s'lik ortalama su hızı elde etmek için gerekli pompa yükünü belirleyiniz.

Tasarım ve Araştırma Problemleri

5-105 Hacmi bilinen büyük bir kova kullanarak, bir bahçe hortumuyla kovayı doldurmak için geçen süreyi ölçmek suretiyle, hortumdan geçen suyun kütleli debisini ve ortalama hızını belirleyiniz.

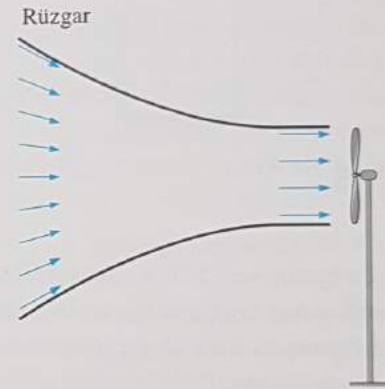
5-106 Firmanız bir kanal içerisindeki hava debisinin ölçülmesini içeren bir deney yapacaktır ve sizden uygun bir fikir ileri sürmeniz beklenmektedir. Hava akış hızını ölçmek için mevcut teknikleri ve aletleri araştırınız, tekniklerin avantaj ve dezavantajlarını irdeleyiniz ve bir öneri sununuz.

5-107 Bilgisayar destekli tasarımlar, daha kaliteli malzemelerin kullanımı ve daha ileri imalat teknikleri ile pompa, türbin ve elektrik motorlarının verimlerinde büyük artışlar meydana gelmiştir. Birkaç pompa, türbin ve motor imalatçısıyla temasa geçin ve ürünlerinin verimleri hakkında bilgi edinin. Bu makinelerin verimi genelde, çalışma gücü ile nasıl değişir?

5-108 Hava jeti oluşturmak için bir bisiklet pompasını, depo olarak bir soda kutusunu ve tüp olarak da bir kamışı kullanmak suretiyle bir püskürtücü tasarlayınız ve yapınız. Tüp uzunluğu, çıkış deliğinin çapı ve pompalama hızı gibi çeşitli parametrelerin performans üzerindeki etkilerini inceleyiniz.

5-109 Esnek bir içecek kamışı ve bir cetvel kullanarak, bir nehirdeki suyun akış hızını nasıl ölçebileceğinizi açıklayınız.

5-110 Bir rüzgar türbininin ürettiği güç rüzgar hızının kübü ile oratılıdır. Bir adam, bir akışkanın lüle içerisinden geçerken hızlanmasından esinlenerek, Şekil P5-110'da gösterildiği gibi geniş bir alandan rüzgar enerjisini alarak, rüzgarı türbin kanatlarına çarpmadan önce daha da hızlandırmak üzere bir redüksiyon parçası kurulmasını öneriyor. Önerilen değişikliğin yeni rüzgar türbinlerinin tasarımında dikkate alınıp alınmayacağını değerlendiriniz.



ŞEKİL P5-110