

ฉ. ไม่มีการเคลื่อนไหว (No response) ผู้ป่วยจะไม่สนองตอบต่อความเจ็บปวดเลย อาจมีหรือไม่มีการกระตุกของนิ้วมือนิ้วเท้า ซึ่งเป็นการตอบสนองโดย reflex เท่านั้น ให้ 1 คะแนน

การบันทึกจะใช้การตอบสนองที่ดีที่สุดในแต่ละด้าน แม้ว่าผู้ป่วยจะตอบสนองเพียงข้างเดียว เช่นผู้ป่วยซึ่งมีแขนขวาเหยียดเกร็งเมื่อกระตุ้นด้วยความเจ็บปวด แต่สามารถยกมือซ้ายขึ้นมาบริเวณที่ถูกทำให้เจ็บได้ การบันทึกการเคลื่อนไหวที่ดีที่สุด คือ 5 คะแนน ไม่ใช่ 2 คะแนน เป็นต้น

ค่าคะแนนขององค์ประกอบแต่ละด้านจะมีความสำคัญเท่ากับผลรวมของค่าคะแนนที่ได้ ดังนั้นการบันทึกคะแนน GCS จึงเป็นการแสดงค่าคะแนนขององค์ประกอบแต่ละด้าน และผลรวมของค่าคะแนน เช่น E3 M5 V3 = GCS 11 เป็นต้น เพื่อประโยชน์ต่อการแปลความหมายจากสิ่งที่บันทึก

ค่าคะแนนรวมทั้ง 3 ด้าน มีระดับคะแนนตั้งแต่ 3-15 คะแนน ซึ่งสามารถจำแนกระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บ (severity of head injury) ออกเป็น 3 ระดับ คือ (ปริชา ศิริทองถาวร และ สมศักดิ์ ผ่องประเสริฐ, 2548; สมาคมประสาทศัลยศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2540; Sheehy, Blansfield, Danis, & Gervasini, 1999)

- การบาดเจ็บที่ศีรษะระดับเล็กน้อย (Mild or minor head injury)

มีค่าคะแนนตั้งแต่ 13-15 คะแนน

- การบาดเจ็บที่ศีรษะระดับปานกลาง (Moderate head injury)

มีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 9-12 คะแนน

- การบาดเจ็บที่ศีรษะระดับรุนแรง (Severe head injury)

มีค่าคะแนนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 8 คะแนน

การพยาบาลเด็กที่ได้รับบาดเจ็บที่ศีรษะ เน้นหลักการดูแลผู้ป่วยวิกฤติ (A B C D) อันตรายที่สำคัญคือ ภาวะความดันในสมองสูงขึ้น หรือสมองบวม (Increase Intracranial Pressure : IICP) จึงต้องมีการดูแลให้ผู้ป่วยได้พักผ่อนอย่างสงบ หลีกเลี่ยงการกระตุ้นผู้ป่วยโดยไม่จำเป็น จัดท่านอนศีรษะสูงประมาณ 30 องศา ดูแลให้ยาลดภาวะสมองบวมตามแผนการรักษา

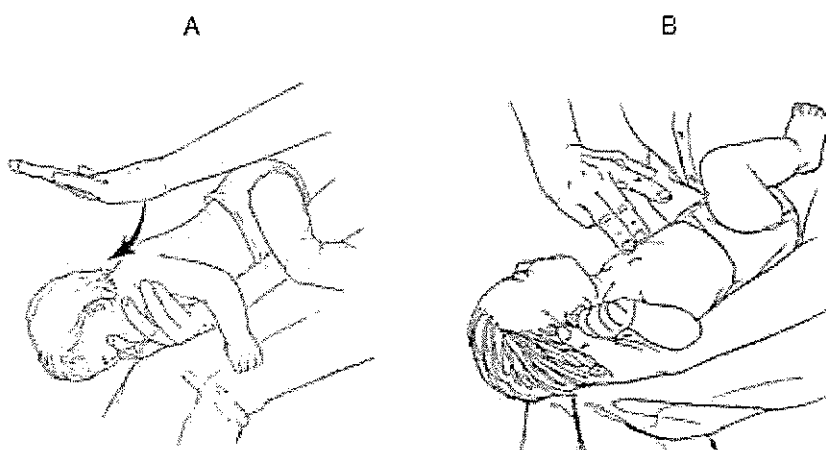
สิ่งแปลกปลอมติดคอ

สิ่งแปลกปลอม (Foreign body) เป็นปัญหาที่พบบ่อยในเด็กอายุ 6 เดือนถึง 3 ปี จากการสำลักอาหารและสิ่งแปลกปลอมเข้าหลอดอาหารและ/หรือเข้าหลอดลม

เด็กที่สำลักอาหารหรือวัสดุและมีการอุดกั้นทางเดินหายใจ (Choking) อย่างเฉียบพลัน แต่ยังรู้สึกตัวอยู่และพูดได้ ให้นำส่งโรงพยาบาลโดยไม่ต้องให้การช่วยเหลือ แต่หากมีอาการแสดงของการอุดกั้นทางเดินหายใจและขาดอากาศหายใจ เช่น ไม่มีเสียง พูดไม่ได้เขียวหมดสติ ให้ทำการช่วยเหลือ ดังนี้

1. เปิดปาก ถ้าสามารถมองเห็นสิ่งแปลกปลอมให้ใช้นิ้วหยิบหรือล้วงออก (Finger sweep) แต่ถ้ามองไม่เห็นแล้วห้ามใช้นิ้วล้วงเพื่อควาหาสิ่งแปลกปลอม เพราะอาจจะทำให้สิ่งแปลกปลอมที่อยู่ติดถูกดันลึกลง ทำให้เกิดการอุดตันทางเดินหายใจมากขึ้น

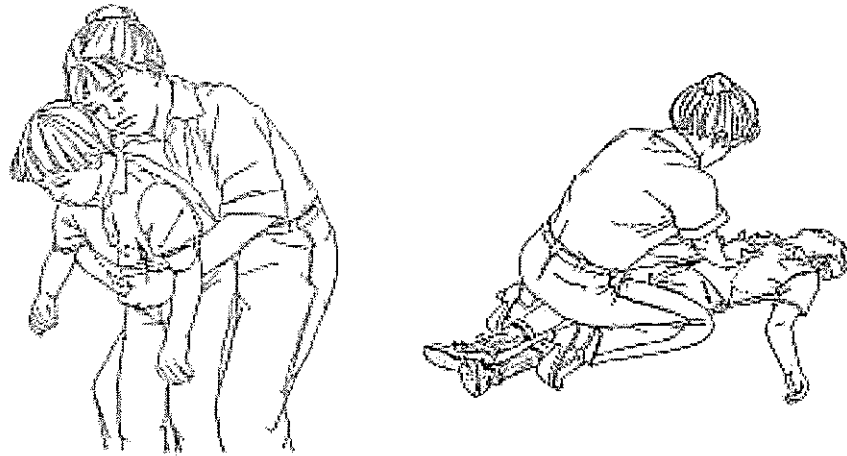
2. ถ้าเป็นทารกอายุน้อยกว่า 1 ปี ให้วางทารกลงบนแขนของผู้ช่วยเหลือ โดยให้ศีรษะต่ำ และช่วยเหลือนด้วยวิธีการตบหลัง (Back blow) ดังภาพที่ 2A และกดหน้าอก (Chest thrust) ดังภาพที่ 2B สลับกันอย่างละ 5 ครั้ง จนกว่าสิ่งแปลกปลอมจะหลุดออกมา เปิดปากเพื่อดูสิ่งแปลกปลอมเป็นระยะ ถ้าพบให้ทำตามข้อ 1



ภาพการช่วยเหลือทารกที่อายุน้อยกว่า 1 ปี ที่มีการอุดตันทางเดินหายใจจากสิ่งแปลกปลอม

3. ถ้าเด็กอายุมากกว่า 1 ปี และยังไม่หมดสติใช้ Heimlich maneuver โดยให้เด็กนั่งหรือยืน ผู้ช่วยอยู่ด้านหลัง กำมือและกดบริเวณลิ้นปี่ของเด็ก หลังจากนั้นออกแรงดังในทิศทางเข้าสู่ลำตัวและเฉียงขึ้นบน ทำ 6-10 ครั้ง จนกว่าสิ่งแปลกปลอมจะหลุดออกมา ถ้าสิ่งแปลกปลอมไม่หลุดออก หรือผู้ป่วยหมดสติให้ดำเนินการในข้อต่อไป

4. ถ้าเด็กอายุมากกว่า 1 ปี และหมดสติ ให้เด็กอยู่ในท่านอนราบ ผู้ช่วยเหลือนั่งคร่อมเด็กไว้ และกดมือทั้งสองข้างที่บริเวณลิ้นปี่ ออกแรงดันในทิศทางเข้าในและเฉียงขึ้นบน (Abdominal thrust) ทำ 6-10 ครั้งจนกว่าสิ่งแปลกปลอมจะหลุดออกมา โดยเปิดปากดูเป็นระยะ ถ้าหยุดหายใจ เชี่ยวให้ทำ CPR ทันที



ภาพการช่วยแบบ Heimlich maneuver และ Abdominal thrust ตามลำดับ

การได้รับสารพิษ

เป็นปัญหาที่พบบ่อยในเด็กวัยหัดเดิน เพราะความอยากรู้อยากเห็น และชอบหยิบจับสิ่งของเข้าปาก สิ่งสำคัญควรเน้นเรื่องการป้องกันการได้รับสารพิษในเด็ก การปฐมพยาบาลเบื้องต้น และการดูแลช่วยเหลือเด็กเมื่อได้รับอันตรายจากสารพิษ

การประเมินสภาพเด็กที่ได้รับสารพิษ เน้นการซักประวัติว่าได้รับสารพิษชนิดใด ปริมาณมากน้อย และระยะเวลาที่ได้รับสารพิษก่อนมาโรงพยาบาล เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความรุนแรงของการได้รับสารพิษ และการพิจารณาให้การช่วยเหลือ ส่วนการสังเกตอาการขึ้นอยู่กับการสัมผัสสารพิษ ถ้าได้รับสารพิษโดยการกิน อาการจะพบได้หลายระบบ

การช่วยเหลือเด็กที่ได้รับสารพิษ สามารถช่วยเหลือได้หลายวิธี

1. ถ้าได้รับสารพิษทางผิวหนังช่วยเหลือโดยการล้างผิวหนังที่สัมผัสสารพิษด้วยน้ำและสบู่ ห้ามให้ฟอกผิวหรือขูดถู ใช้เวลาล้างผิวอย่างน้อย 15 – 20 นาที
2. ถ้าได้รับสารพิษทางตา ช่วยเหลือโดยการล้างตาด้วยน้ำอุ่นหรือน้ำเกลือ (NSS) ใช้เวลาล้างตาอย่างน้อย 15 – 30 นาที
3. ถ้าได้รับสารพิษโดยการสูดดม ช่วยเหลือโดยการประเมินและช่วยการหายใจให้เป็นปกติ เช่น ช่วยผายปอด แล้วให้ออกซิเจน 100% แก่ผู้ป่วย
4. ถ้าได้รับสารพิษจากการฉีดยาหรือถูกกัดให้ช่วยเหลือโดยการใช้ยาง เชือก ผ้า Tourniquet รัดเหนือตำแหน่งที่ถูกฉีดยา คลายทุก 15 นาที หลังจากนั้นให้พิจารณาให้ยาแก้พิษ
 - พิษงูที่ออกฤทธิ์แบบ Hemotoxin ผลมีลักษณะจำเลือด พบในงูสามเหลี่ยม กะปะ

- พิษที่ออกฤทธิ์แบบ Neurotoxin อาการจะง่วงซึม หลับ ปลุกตื่นยาก พบใน งูเห่า งูแมวเซา
 - พิษที่ออกฤทธิ์แบบ Musculotoxin อาการชาบริเวณที่ถูกกัด เป็นอัมพาต พบ ในงูทะเล
5. ถ้าได้รับสารพิษจากการกิน ช่วยเหลือโดยการกำจัดสารพิษออกจากทางเดินอาหาร โดยเร็วที่สุด โดยการให้อาเจียน ล้างกระเพาะอาหาร การใช้สารดูดซึมที่เป็นถ่าน (Activated charcoal) การใช้ยาระบาย การสวนล้างลำไส้ และการรักษาโดยทำให้ เจือจาง
- ข้อห้ามในการกระตุ้นให้อาเจียน ได้แก่ ทารกอายุน้อยกว่า 6 เดือน, เด็กไม่รู้สีกตัว, กิน สารพิษที่มีฤทธิ์เป็นกรด, กดประสาทส่วนกลาง, กลุ่มไฮโดรคาร์บอน, อาเจียนเป็นเลือด, กลืนสิ่งแปลกปลอมและไม่มีเสียงลำไส้เคลื่อนไหว
- ข้อห้ามในการล้างกระเพาะอาหาร ได้แก่ เด็กที่ได้รับสารกัดกร่อน เช่น กรด มีอาการ ชักที่ควบคุมไม่ได้ ได้รับสารพิษกลุ่มไฮโดรคาร์บอน และเด็กที่มีหัวใจเต้นผิดปกติ
- สิ่งสำคัญ การล้างกระเพาะอาหารควรพิจารณาทำได้ ภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากกิน สารพิษเข้าไป
- ข้อห้ามในการใช้ยาระบาย ได้แก่ ไม่มีเสียงลำไส้เคลื่อนไหว มีลำไส้อุดตัน ทะลุ หรือ เยื่อช่องท้องอักเสบ มีความผิดปกติของอิเล็กโทรลัยท์ มีเลือดออกในทางเดินอาหาร ไตทำงานผิดปกติ ได้รับสารพิษกัดกร่อน

การให้ยาต้านพิษ (Antidote) ที่สำคัญควรจำ ได้แก่

สารพิษ	Antidote
Acetaminophen	N – Acetylcysteine
Carvonmonoxide	Hyperbaric Oxygen
Coumadin	Vitamin K1
Heparin	Protamine sulfate
Narcotics	Naloxone
Organophosphate	Atropine

เอกสารอ่านประกอบ

- กวี สุวรรณกิจ. (2541). โรควิตกกังวลในเด็กและวัยรุ่น Anxiety Disorders in Children and Adolescents. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เมดิคัล มีเดีย.
- ใจรัตน์ ศุภกุล. (2545). ผู้ป่วยโลหิตจางและการพยาบาล. กรุงเทพฯ : บริษัท อักษรภาพิพัฒน์ จำกัด.
- ทัศนีย์ ทองประทีป.(2553). พยาบาล : เพื่อนร่วมทุกข์ผู้ป่วยระยะสุดท้าย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิพย์ ศรีไพศาล วิชัย ประยูรวิวัฒน์ และ กิตติ ต่อจรัส.(2538). โลหิตวิทยา 1995. กรุงเทพฯ:ชัยเจริญ. _____ . (2539). โลหิตวิทยา 1995. กรุงเทพฯ:ชัยเจริญ.
- ประยงค์ เวชวิชสนอง และ สมจิตร จารูรัตนศิริกุล.(2541). กุมารเวชศาสตร์ฉุกเฉิน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- พงษ์จันทร์ หัตถ์รัตน์, อำไพวรรณ จวนสัมฤทธิ์ และ ภัทรพร อิศรางกูร ณ อยุธยา.(2540). โลหิตวิทยาในเด็ก ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 3. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ชัยเจริญ.
- พรทิพย์ ศิริบุรณ์วัฒนา.(2553). การพยาบาลเด็ก เล่ม 1 . กรุงเทพฯ: ยุทธรินทร์การพิมพ์. _____ . (2553). การพยาบาลเด็ก เล่ม 2 . กรุงเทพฯ: ยุทธรินทร์การพิมพ์.
- ละเอียด แจ่มจันทร์ และสุรี ชันธรัชวงศ์.(2549). สารทบทวน การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บริษัท จุดทอง จำกัด.
- วินัย สุวดี, อรุณ วงษ์จิราษฎ์ และ พิภพ จิรภิญโญ (บรรณาธิการ). (2540). ภาวะฉุกเฉินทางกุมารเวชศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- วันดี วราวิทย์, ประพุทธ ศิริบุญย์ และ สุรางค์ เจียมจรรยา.(2540). ตำรากุมารเวชศาสตร์ 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท โฮลิสติก แพบลิชชิง จำกัด. _____ .(2540). ตำรากุมารเวชศาสตร์ (ฉบับเรียบเรียงใหม่เล่ม2). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โฮลิสติก แพบลิชชิง.
- ศรีชัย ชัยพฤกษ์, อนันต์ชัย เดชอมรธัญ, และ วัฒนศักดิ์ เพิ่มทรัพย์. (2547) .Clinical Practice in Burn. กรุงเทพฯ : โพรเพลัสโปรดัก.
- ศรีศุภลักษณ์ สิงคาลวณิช, ชัยสิทธิ์ แสงทวีสิน, สมจิต ศรีอุดมขจร และสมใจ กาญจนพงษ์กุล. (2549). ปัญหาโรคเด็กที่พบบ่อย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร.
- สำหรี จิตตินันท์.(2539). ตำรากุมารเวชศาสตร์ เล่ม 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร. _____ . (2542). ตำรากุมารเวชศาสตร์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร.
- สุจิตรา นิมมานนิตย์ และประมวญ สุนากร.(2540). ปัญหาโรคเด็กที่พบบ่อย. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : บริษัท ดีไซร์ จำกัด.

- สุทธิลักษณ์ ตั้งกุลบริบูรณ์. (2539). การพยาบาลเด็กโรคหัวใจ. ขอนแก่น : หจก.ขอนแก่นการพิมพ์.
- Berman, R.E. , Kliegman,R.M. and Nelson , W.E. (1996). *Nelson Textbook of Pediatrics*. 15thed. Philadelphia: W.B. Saunder company .
- Kenny, C.V. (1990). Burn injury. In Dossey, B.M., Guzzetta, C.E., & Kenner, C.V (Eds), *Essential of care nursing* (pp.502-512). Philadelphia: J.B. Lippincott Company.
- Kravitz, M. (2002). Thermal injury. In *Trauma nursing from resuscitation through rehabilitation*. Philadelphia : W.B. Saunders Company.
- Marvin, J. A. (1993). Burns and thermal injuries. In *Emergency nursing* (3rd ed). St. Louis : Mosby Year Book.
- Richard, R.L. & Staley, M.J. (1994). *Burn care and rehabilitation : principles and practice*. Philadelphia : F.A. Davis Company.
- Till, A.H. (1992). Nursing managements of adult with burns. In *Adult nursing*. Norwalk : Applenton Lange.
- Trofino, R. B. (1991). *Nursing care of the burn-injured patient*. Philadelphia : F.A. Davis Company.
- Wraa, C. (2003). Burns. In *Sheehy's Emergency nursing : Principles and practice*. (5th ed). St. Louis : Mosby.
- Wong ,D. L. and Whaley , F.(2004). *Nursing care of Infants and Children*. 7th ed. St. Louis : Mosby company.

ภาคผนวก

แบบทดสอบพัฒนาการ Denver II ฉบับภาษาไทย

ผู้ทดสอบ :
วันที่ :

ชื่อ :
วันเดือนปีเกิด :
เลขที่

เดือน อายุ 2 4 6 9 12 15 18 24 3 4 5 6

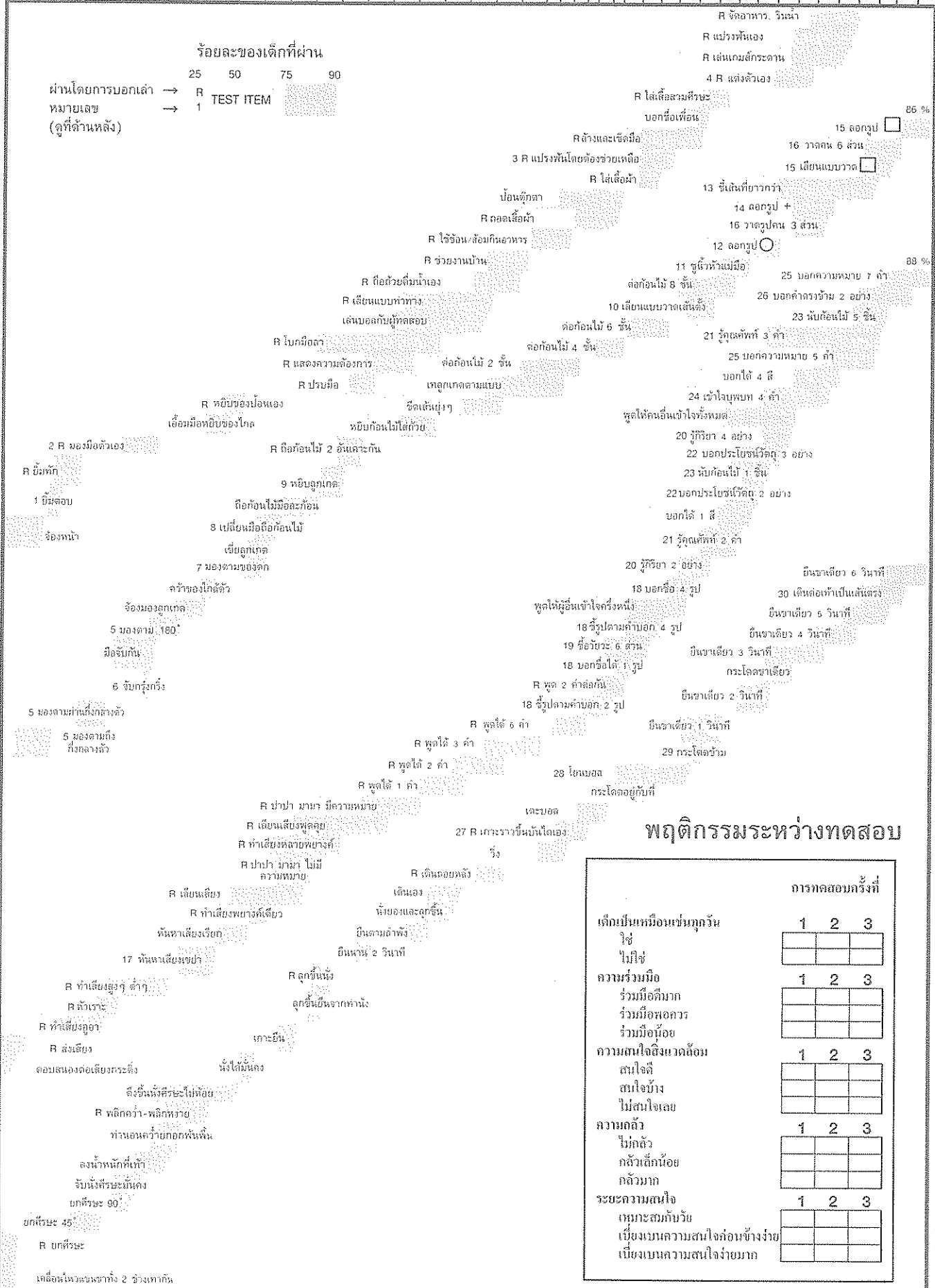
ร้อยละของเด็กที่ผ่าน
ผ่านโดยการบอกเล่า → 25 50 75 90
หมายเลข → 1 TEST ITEM
(ดูที่ด้านหลัง)

ด้านสังคมและการช่วยเหลือตัวเอง

ด้านกล่าส่างเพื่อเลือกและปรับตัว

ด้านภาษา

ด้านกล่าส่างเพื่อเชิญ



พฤติกรรมระหว่างทดสอบ

การทดสอบครั้งที่		1	2	3
เด็กเป็นเหมือนเข้มทุกตัว	ใจ			
	ไม่ใจ			
	ความร่วมมือ			
ความร่วมมือ	ร่วมมือคืบคืบ			
	ร่วมมือทอดถาวร			
	ร่วมมือปล่อย			
ความสนใจสิ่งแวดล้อม	สนใจดี			
	สนใจบ้าง			
	ไม่สนใจเลย			
วางยถลัว	ไม่ถลัว			
	ถลัวเล็กน้อย			
	ถลัวมาก			
ระยจะความสนใจ	เหมาะสกับวัย			
	เบียงเบนความสนใจก่อนข้างง้งย			
	เบียงเบนความสนใจง้งยมาก			

อ้างอิงโดยได้รับอนุญาตจาก W.K. Frankenburg and J.B. Dodds แปลและเรียบเรียงโดย พญ.เนติชา สมภักดิ์, อรพินท์ เลิศสวัสดิ์ ตัดกระดาษ และ ตัดกระดาษ

คำแนะนำการทดสอบพัฒนาการด้วย DENVER II (ฉบับภาษาไทย)

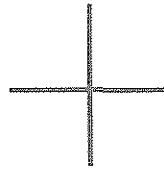
- พยายามทำให้เด็กยิ้มโดยยิ้มกับเด็ก พุดคุยหรือโบกมือเล่นกับเด็ก แต่ห้ามสัมผัสตัวเด็ก
- เด็กต้องจ้องมองที่มีมือของตนเองนานประมาณ 3-4 วินาที
- พ่อแม่ผู้เลี้ยงดูอาจช่วยแนะนำวิธีแปร่งฟัน และใส่ยาสีฟันให้บนแปรง
- เด็กไม่จำเป็นต้องผูกเชือกรองเท้า ตัดเล็บหรือกระดุมเสื้อด้านหลังได้ด้วยตนเอง
- ผู้ทดสอบจับไหมพรมแดงเคลื่อนจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งอย่างช้าๆ เป็นเส้นโค้งระยะห่างจากหน้าเด็กประมาณ 8 นิ้ว
- ผ่าน ถ้าเด็กจับกรังกริ่งเมื่อนำกรังกริ่งไปสัมผัสหลังมือหรือนิ้วของเด็ก
- ผ่าน ถ้าเด็กพยายามมองหากลุ่มไหมพรมที่ตกลงบนพื้น ผู้ทดสอบควรปล่อยกลุ่มไหมพรมอย่างรวดเร็วโดยไม่ยับแขนในขณะที่เด็กมอง
- เด็กต้องเปลี่ยนมือถือก่อนไม้จากมือข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่งโดยไม่ใช้ปาก ร่างกายส่วนอื่น หรือโต๊ะ
- ผ่าน ถ้าเด็กสามารถใช้นิ้วหัวแม่มือส่วนใดก็ได้และนิ้วอื่นเหยียบลูกเกด
- เส้นตรงที่วาดต้องทำมุมไม่เกิน 30 องศา จากเส้นตั้งอย่าง
- กำมือ ชูนิ้วหัวแม่มือขึ้นพร้อมกับขยับนิ้วหัวแม่มือขึ้นลง ผ่าน ถ้าเด็กเลียนแบบขยับนิ้วหัวแม่มือโดยไม่ขยับนิ้วอื่น



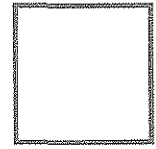
12. ผ่าน ถ้าวาดเส้นวงกลมครบถ้วน ไม่ผ่านถ้าวาดเส้นวนเลยไป



13. ถามเด็กว่า เส้นไหนยาวกว่ากัน (ไม่ใช่ใหญ่กว่า) หมุนกระดาษกลับหัวแล้วถามซ้ำ (ผ่านถ้าทำถูก 3 ใน 3 ครั้ง หรือ 5 ใน 6 ครั้ง)



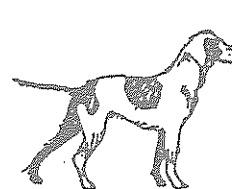
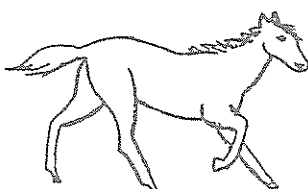
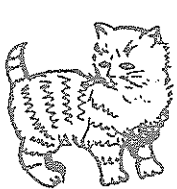
14. ผ่าน ถ้าเส้นตรง 2 เส้นตัดกันบริเวณตรงกลางหรือใกล้เคียง



15. ให้เด็กลอกแบบก่อน ถ้าเด็กทำไม่ได้ วาดรูปให้เด็กเลียนแบบวาดตาม

ข้อทดสอบย่อยที่ 12, 14 และ 15 ไม่ต้องบอกชื่อรูปทรง และไม่ต้องทำให้ดูในข้อ 12 และ 14

- การให้คะแนน อวัยวะที่เป็นคู่ให้นับเป็น 1 ส่วน เช่น แขน ขา เป็นต้น
- ใส่ก้อนไม้ 1 ชิ้นในถ้วย เขย่าเบาๆ โกลัหนูเด็กโดยไม่ให้เด็กเห็น ทำเช่นเดียวกันนี้กับหูอีกข้างหนึ่ง
- ชี้รูปภาพแล้วให้เด็กบอกชื่อ (ไม่ให้คะแนนถ้าเด็กทำแต่เสียง) ถ้าเด็กตอบถูกน้อยกว่า 4 ภาพ ให้เด็กชี้รูปภาพตามคำสั่งของผู้ทดสอบ



- ใช้ตุ๊กตาเป็นอุปกรณ์ แล้วบอกให้เด็กชี้ จมูก ตา หู ปาก มือ เท้า ท้อง ผم ผ่าน ถ้าตอบถูก 6 ใน 8 อย่าง
- ให้เด็กดูภาพ แล้วถามว่า รูปไหนบินได้ รูปไหนร้องเหมือนรูปไหนพุดคุยได้ รูปไหนเห่า รูปไหนวิ่งกอบๆ ผ่าน ถ้าตอบถูก 2 ใน 5 หรือ 4 ใน 5 รูป
- ถามเด็กว่า จะทำอะไรถ้าหนูหนาว จะทำอะไรถ้าหนูเหนื่อย จะทำอะไรถ้าหนูหิว ผ่านถ้าตอบถูก 2 ใน 3 อย่าง หรือ 3 ใน 3 อย่าง
- ถามเด็กว่า ถ้วยเอาไว้ทำอะไร แก้วเอาไว้ทำอะไร ดินสอเอาไว้ทำอะไร
- ผ่าน ถ้าเด็กวางจำนวนถูกต้องและบอกได้ว่ามีก้อนไม้กี่ก้อนบนกระดาษ (1, 5)
- บอกให้เด็ก วางก้อนไม้บนโต๊ะ, ใต้โต๊ะ, ข้างหน้าของฉัน, ข้างหลังของฉัน ผ่านถ้าทำถูก 4 ใน 4 อย่าง
- ถามเด็กว่า ลูกบอลคืออะไร? โต๊ะ.....บ้าน.....กล้วย.....รั้ว.....ทะเล/คลอง.....บ้าน/มุ้ง.....เพดาน/หลังคา ผ่านถ้าเด็กให้ความหมายในลักษณะการใช้งาน รูปร่าง ทำมาจากอะไร หรือบอกประเภท (เช่น กล้วยเป็นผลไม้ ไม่ใช่สีเหลือง) โดยคำที่ให้เลือกให้ถามคำแรกก่อน ถ้าตอบถูกให้ผ่านโดยไม่ต้องถามอีกคำ ถ้าตอบไม่ได้ให้ถามอีกคำ และถ้าตอบถูกให้ผ่าน 1 คำ
- ถามเด็กว่าถ้าม้าตัวใหญ่ หนูตัว..... ถ้าไฟร้อน น้ำแข็ง.....ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นเวลากลางวัน ดวงจันทร์ขึ้นเวลาผ่านถ้าตอบถูก 2 ใน 3
- เด็กอาจจะเกาะราวหรือเกาะกำแพงเพื่อช่วยเดินขึ้นบันได ไม่ใช่คนงู และไม่คลานขึ้น
- เด็กต้องขยับบอลออกไปไกล 3 ฟุต ให้ลูกบอลอยู่ในระยะที่ผู้ทดสอบเอื้อมแขนถึง (มองผู้ทดสอบ)
- เด็กต้องกระโดด 2 เท้า ข้ามกระดาษที่มีขนาดความกว้าง 8 1/2 นิ้ว
- บอกให้เด็กเดินต่อเท้าไปข้างหน้าโดยให้นิ้วเท้าและส้นเท้าห่างกันประมาณ 1 นิ้ว ผู้ทดสอบอาจสาธิตให้เด็กดูก่อน (เด็กต้องเดินติดต่อกัน 4 ก้าว)
- ในขวบปีที่ 2 เด็กปกติประมาณครึ่งหนึ่งอาจมีลักษณะไม่ค่อยร่วมมือ

ผลการสังเกตพฤติกรรมของเด็ก



ชลศาสตร์ (Hydraulics)

เรียบเรียงโดย

พศ.ดร.ปรีชาพร โทษา

ชลศาสตร์ (Hydraulics)

เรียบเรียงโดย
ผศ.ดร.ปริยาพร โกษา

คำนำ

ชลศาสตร์ (Hydraulics) เป็นความรู้เชิงวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติเชิงกลของของไหล หนังสือเล่มนี้ ผู้เขียนได้ศึกษา รวบรวม และเรียบเรียงมาจากหนังสือหลายเล่ม โดยประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญ 9 บท คือ บทนำ แรงเนื่องจากของไหลสถิต จลนศาสตร์และสมการของของไหล การวิเคราะห์มิติและความคล้ายคลึง ระบบท่อ เครื่องสูบน้ำ การไหลในทางน้ำเปิด การวัดการไหล แรงจากการเคลื่อนที่ของของไหล แรงยก และแรงหน่วง ทั้งนี้ได้เริ่มอธิบายจากบทที่เป็นความรู้พื้นฐานซึ่งผู้อ่านควรที่จะทราบและเข้าใจในเบื้องต้น ต่อจากนั้นจะกล่าวถึงการนำชลศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยคำอธิบายที่ละเอียด พร้อมทั้งตัวอย่างเชิงตัวเลข และแบบฝึกหัดท้ายบทที่ครอบคลุมเนื้อหาอย่างครบถ้วน ผู้อ่านจึงสามารถศึกษาเนื้อหาโดยส่วนใหญ่ได้ด้วยตนเอง

ท้ายสุดนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือชลศาสตร์เล่มนี้ จะเป็นhitประโยชน์ต่อผู้สอน นิสิต นักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่สนใจ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร โกษา

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ระบบหน่วย	1
1.2 คุณสมบัติของของไหล	4
1.3 ความดัน	6
1.4 การอัดตัวได้ของของไหล	8
1.5 ความหนืดของไหล	10
1.6 ความตึงผิว	11
1.7 การวัดความดันของไหล	12
1.8 มาโนมิเตอร์	15
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1	19
บทที่ 2 แรงเนื่องจากของไหลสถิต	23
2.1 แรงเนื่องจากของไหลสถิต	23
2.2 แรงลอยตัว	37
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2	45
บทที่ 3 จลนศาสตร์และสมการของของไหล	51
3.1 รูปแบบการไหล	52
3.2 สมการต่อเนื่อง	52
3.3 สมการพลังงานและสมการเบอร์นูลลี	55
3.4 สมการทั่วไปของสมการพลังงาน	68
3.5 กำลังงานที่ได้จากปั๊ม	71
3.6 สมการโมเมนตัมเชิงเส้น	74
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3	80
บทที่ 4 การวิเคราะห์มิติและความคล้ายคลึง	89
4.1 ความคล้ายคลึงเชิงเรขาคณิต	89
4.2 ความคล้ายคลึงเชิงจลน์	90
4.3 ความคล้ายคลึงเชิงพลวัต	90
4.4 มิติของปริมาณ	93
4.5 ทฤษฎี Buckingham π	94

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4	98
บทที่ 5 ระบบท่อ	100
5.1 ตัวเลขเรย์โนลด์	100
5.2 สมการดาร์ซี	102
5.3 การสูญเสียพลังงานในการไหลแบบราบเรียบ	103
5.4 การสูญเสียพลังงานในการไหลแบบปั่นป่วน	104
5.5 สมการสำหรับสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	108
5.6 การสูญเสียรอง	109
5.7 สมการของ Hazen-Williams	115
5.8 การต่อท่อแบบอนุกรม	117
5.9 การต่อท่อแบบขนาน	120
5.10 ระบบท่อเครือข่าย	123
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5	125
บทที่ 6 เครื่องสูบน้ำ	130
6.1 ปัจจัยในการเลือกปั๊ม	132
6.2 ชนิดของปั๊มน้ำ	132
6.3 กฎความคล้ายคลึงของปั๊มน้ำชนิดแรงเหวี่ยง	133
6.4 ข้อมูลสำหรับปั๊มน้ำชนิดแรงเหวี่ยง	136
6.5 ปฏิกิริยาการเกิดโพรงไอ และแรงดันไอ	139
6.6 เสถียรภาพด้านดูดสุทธิ	140
6.7 การเลือกปั๊มและความเร็วจำเพาะของปั๊ม	143
6.8 การต่อปั๊มแบบขนานและแบบอนุกรม	145
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6	146
บทที่ 7 การไหลในทางน้ำเปิด	148
7.1 การจำแนกประเภทของการไหล	148
7.2 การแบ่งประเภทของการไหลในทางน้ำเปิด	153
7.3 สมการแมนนิง	154
7.4 พลังงานจำเพาะ	159

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.5 ปราบปรามการรั่วน้ำกระโดด	163
7.6 การวัดอัตราการไหลในทางน้ำเปิด	166
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7	170
บทที่ 8 การวัดการไหล	174
8.1 เวนจูรี	174
8.2 หัวฉีด	178
8.3 ช่องเปิดขอบคม	179
8.4 หลอดปีโตร	180
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8	183
บทที่ 9 แรงจากการเคลื่อนที่ของของไหล แรงยก และแรงหน่วง	187
9.1 แรงกระทบของลำของไหลบนใบจักร	187
9.2 สมการแรงหน่วง	196
9.3 แรงยกและแรงหน่วงของปีเครื่องบิน	199
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9	201
รายการอ้างอิง	204
ภาคผนวก ก คุณสมบัติทางกายภาพของของไหล	206
ภาคผนวก ข การแปลงหน่วย	214
ภาคผนวก ค คำตอบแบบฝึกหัดท้ายบท	217
ภาคผนวก ง ดัชนี	223

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 หน่วยอนุพันธ์	2
ตารางที่ 1.2 อักษรนำหน้าหน่วย	2
ตารางที่ 1.3 ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นสำหรับของเหลวชนิดต่าง ๆ ที่ความดันบรรยากาศ และที่อุณหภูมิ 20 °C	9
ตารางที่ 2.1 โมเมนต์ความเฉื่อยสำหรับหน้าตัดแบบต่าง ๆ	30
ตารางที่ 4.1 มิติของปริมาณทางกายภาพและหน่วยในระบบ SI	93
ตารางที่ 5.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของ Hazen-William (C_H)	115
ตารางที่ 5.2 สมการของ Hazen-William ในรูปแบบต่าง ๆ	116
ตารางที่ 7.1 ลักษณะทางเรขาคณิตของทางน้ำ	149

สารบัญตารางภาคผนวก

		หน้า
ตารางภาคผนวก ก-1	คุณสมบัติเชิงกายภาพของน้ำที่ความดันสัมบูรณ์ 101 kPa (หน่วย SI)	206
ตารางภาคผนวก ก-2	คุณสมบัติเชิงกายภาพของน้ำที่ความดันสัมบูรณ์ 14.7 psi (หน่วยอังกฤษ)	207
ตารางภาคผนวก ก-3	คุณสมบัติเชิงกายภาพของของเหลวที่ความดันสัมบูรณ์ 101 kPa และ 25°C (หน่วย SI)	208
ตารางภาคผนวก ก-4	คุณสมบัติเชิงกายภาพของของเหลวที่ความดันสัมบูรณ์ 14.7 psi และ 77°F (หน่วย อังกฤษ)	209
ตารางภาคผนวก ก-5	คุณสมบัติเชิงกายภาพของ Petroleum Lubricating Oils	210
ตารางภาคผนวก ก-6	คุณสมบัติเชิงกายภาพของอากาศที่ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (หน่วย SI)	211
ตารางภาคผนวก ก-7	คุณสมบัติเชิงกายภาพของอากาศที่ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (หน่วย อังกฤษ)	212
ตารางภาคผนวก ก-8	คุณสมบัติเชิงกายภาพของบรรยากาศ	213

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1.1	การกระจายความดัน ณ รูปทรงวัตถุต่าง ๆ	7
ภาพที่ 1.2	การอัดตัวและโมดูลัสความยืดหยุ่น	8
ภาพที่ 1.3	หลักการของความหนืดพลวัต	10
ภาพที่ 1.4	หลอดคาพิลลารี	11
ภาพที่ 2.1	ความดันบนพื้นผิวและแรงที่กระทำต่อพื้นผิวเรียบ	25
ภาพที่ 2.2	แรงที่กระทำต่อพื้นผิวเรียบที่จมในของเหลว	28
ภาพที่ 2.3	หลักการของความสูงที่ไซมิเตอร์ สำหรับแรงที่กระทำต่อพื้นผิวเรียบที่จมในของไหล	31
ภาพที่ 2.4	การกระจายแรงดันบนพื้นผิวโค้ง	33
ภาพที่ 2.5	ความเสถียรของวัตถุลอยในของไหล	40
ภาพที่ 3.1	สมการการไหลต่อเนื่องในการไหลคงตัวมิติเดียว	53
ภาพที่ 3.2	สมการพลังงานในการไหลในท่อ	55
ภาพที่ 3.3	แรงที่กระทำต่อของไหลในท่อ	56
ภาพที่ 3.4	สมการพลังงานสำหรับการไหลในท่อ	56
ภาพที่ 3.5	สมการทั่วไปของสมการพลังงานของระบบท่อ	68
ภาพที่ 3.6	สมการโมเมนตัมของของไหล	75
ภาพที่ 5.1	ความขรุขระเฉลี่ยและเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ	104
ภาพที่ 5.2	การต่อท่อแบบอนุกรม	117
ภาพที่ 5.2	Moody Diagram	124
ภาพที่ 6.1	ปั้มน้ำติดตั้งไว้สูงกว่าระดับน้ำในถังเก็บกักน้ำ	130
ภาพที่ 6.2	ปั้มน้ำติดตั้งไว้ต่ำกว่าระดับน้ำในถังรับน้ำ	130
ภาพที่ 6.3	ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะกับความสูง สำหรับปั้มน้ำแรงเหวี่ยงขนาดต่าง ๆ	136
ภาพที่ 6.4	คุณสมบัติของปั้มน้ำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัดที่แตกต่างกัน สำหรับปั้มน้ำแรงเหวี่ยง ในที่นี้สำหรับ 2 x 3 – 10 ณ 3500 rpm	137
ภาพที่ 6.5	คุณสมบัติของปั้มน้ำแรงเหวี่ยง สำหรับ 2 x 3 – 10 ณ 1750 rpm	138
ภาพที่ 6.6	ความเร็วจำเพาะกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจำเพาะสำหรับปั้มน้ำแรงเหวี่ยง	144
ภาพที่ 7.1	หน้าตัดการไหลแบบต่าง ๆ	148
ภาพที่ 7.2	ตัวอย่างความลึกการไหลแบบการไหลคงตัว	149
ภาพที่ 7.3	ตัวอย่างความลึกการไหลแบบการไหลไม่คงตัว	150
ภาพที่ 7.4	ตัวอย่างความลึกการไหลแบบการไหลสม่ำเสมอ	150

สารบัญญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 7.5	ตัวอย่างความลึกการไหลแบบการไหลไม่สม่ำเสมอ	151
ภาพที่ 7.6	ตัวอย่างความลึกการไหลแบบการไหลคงตัว สม่ำเสมอ	152
ภาพที่ 7.7	ตัวอย่างความลึกการไหลแบบการไหลคงตัว ไม่สม่ำเสมอ	152
ภาพที่ 7.8	ตัวอย่างความลึกการไหลแบบการไหลไม่คงตัว สม่ำเสมอ	152
ภาพที่ 7.9	ตัวอย่างความลึกการไหลแบบการไหลไม่คงตัว ไม่สม่ำเสมอ	153
ภาพที่ 7.10	การไหลสม่ำเสมอการไหลในทางน้ำเปิดที่มีหน้าตัดคงที่	154
ภาพที่ 7.11	พลังงานจำเพาะ	159
ภาพที่ 7.12	กราฟพลังงานจำเพาะ ณ อัตราการไหลต่าง ๆ	159
ภาพที่ 7.13	ท้องคลองอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน	160
ภาพที่ 7.14	ท้องคลองถูกยกระดับขึ้น	160
ภาพที่ 7.15	ปรากฏการณ์น้ำกระโดด	163
ภาพที่ 7.16	ปรากฏการณ์น้ำกระโดดและแรงที่เกิดขึ้น	163
ภาพที่ 7.17	ฝายสันคมรูปสี่เหลี่ยม	166
ภาพที่ 7.18	ฝายสันคมรูปสี่เหลี่ยมที่มีสวนด้านข้างที่ขวางทางน้ำ	167
ภาพที่ 7.19	ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยม	168
ภาพที่ 7.20	ฝายสันคมรูปสี่เหลี่ยมคางหมู	168
ภาพที่ 8.1	เครื่องมือวัดการไหลแบบเวนจูรี	175
ภาพที่ 8.2	การไหลในท่อผ่านหัวฉีด	178
ภาพที่ 8.3	การไหลในท่อผ่านช่องเปิดขอบคม	179
ภาพที่ 8.4	เครื่องมือวัดการไหลแบบหลอดปิโตร	180
ภาพที่ 8.5	เครื่องมือวัดการไหลแบบหลอดปิโตรที่ต่อเข้ากับมานอมิเตอร์	181
ภาพที่ 9.1	การเปลี่ยนแปลงโมเมนต์จากรำน้ำไหลพุ่งกระทบใบจักร	187
ภาพที่ 9.2	ลำของไหลพุ่งเข้ากระทบกับใบจักรเคลื่อนที่	188
ภาพที่ 9.3	การแปลงความเร็วของลำของไหลกับความเร็วของใบจักรเป็นความเร็วสัมพัทธ์	189
ภาพที่ 9.4	แผนภาพเวกเตอร์ความเร็ว	189
ภาพที่ 9.5	รูปร่างของปีกเครื่องบิน	199

อักษรย่อและสัญลักษณ์

A	พื้นที่	P_{gage}	ความดันเกจ
a	ความเร่ง	P_{vac}	ความดันสุญญากาศ
E	พลังงาน	ΔP	ความดันที่เปลี่ยนไป
F	แรง	P_{avg}	ความดันเฉลี่ยกระทำที่จุดศูนย์กลางมวล
P_A	กำลังงาน	F_R	แรงลัพธ์ที่เกิดจากความดันของของไหล
P	ความดัน	L_p	ระยะจากผิวของของไหลจนถึงจุดศูนย์กลางความดันในแนวขนานกับพื้นเอียง
Q	อัตราการไหล	h_p	ระยะจากผิวของของไหลจนถึงจุดศูนย์กลางความดันในแนวตั้ง
T	อุณหภูมิ	L_c	ระยะจากผิวของของไหลจนถึงจุดศูนย์กลางมวลในแนวขนานกับพื้นเอียง
v	ความเร็ว	h_c	ระยะจากผิวของของไหลจนถึงจุดศูนย์กลางมวลในแนวตั้ง
V	ปริมาตร	h_a	ความสูงพีโซมิเตอร์
ρ	ความหนาแน่น	I	โมเมนต์ความเฉื่อย
μ	ความหนืด	F_b	แรงลอยตัว
ν	ความหนืดจลน์	mc	จุดศูนย์เสถียร
γ	น้ำหนักจำเพาะ	MG	ความสูงเมตาเซนตริก
$^{\circ}C$	องศาเซลเซียส	Q	อัตราการไหลเชิงปริมาตร
$^{\circ}F$	องศาฟาเรนไฮต์	Q_w	อัตราการไหลเชิงน้ำหนัก
$^{\circ}K$	องศาเคลวิน	Q_m	อัตราการไหลเชิงมวล
$^{\circ}R$	องศาโรเมอร์	PE	พลังงานศักย์
m	มวล	KE	พลังงานจลน์
W	น้ำหนัก	FE	พลังงานการไหล
g	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก	P	เฮดความดัน
kg	กิโลกรัม	γ	
m^2/s	ตารางเมตรต่อวินาที	z	เฮดระดับ
m^3/s	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	$\frac{v^2}{2g}$	เฮดความเร็ว
lb	ปอนด์	D	เส้นผ่าศูนย์กลาง
Slug	สลัก	h_A	พลังงานที่เพิ่มเข้าไป
N	นิวตัน	h_R	พลังงานที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานกล
V_s	ปริมาตรจำเพาะ	h_L	คือ พลังงานที่สูญเสียไปจากระบบ
S	ความถ่วงจำเพาะ		
Pa	พาสคัล		
E	โมดูลัสความยืดหยุ่น		
P_{abs}	ความดันสัมบูรณ์		
P_{atm}	ความดันบรรยากาศ		