

METEOROLOGY FOR PILOTS

ที่มา : <http://www.sfat.netfirms.com>

สภาพอากาศ เป็นส่วนที่สำคัญ ส่วนหนึ่ง ที่มีผลต่อการ ทำการบิน ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของ ความปลอดภัย หรือการทำให้เครื่องบินมี ประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นใน บทส่วนนี้ จะได้ กล่าวถึง สภาพอากาศ ที่มีผลกระทบต่อ การ ปฏิบัติการบิน ของเรา ในส่วนแรกนั้นจะได้กล่าวถึง พื้นฐานของอากาศ ที่ทำให้เกิด เป็นสภาพอากาศต่าง หรือการเกิดลม ต่อมาในส่วนที่สอง จะได้กล่าวถึง รูปแบบ การ พัฒนา ของสภาพอากาศ และการเคลื่อนที่ของอากาศ ในส่วนสุดท้าย จะได้กล่าวถึง สภาพอากาศที่เกี่ยวกับการ บินตลอดจน วิธีการหลีกเลี่ยง สภาพอากาศที่เป็น อันตราย ต่อการบิน ชนิดของเมฆ การเกิด พายุ เป็นต้น เมื่อ ได้ศึกษาจนกระจจบ ส่วนนี้แล้ว เราจะได้ทราบว่า สภาพอากาศ เช่น ไรที่สมควรทำการบิน

Basic weather theory

สภาพอากาศ เป็นสิ่งที่สำคัญ สำหรับเรา เมื่อเราต้องอยู่ บนโลกนี้ การที่เราต้องเรียนรู้เรื่องราวเกี่ยวกับ สภาพอากาศนั้น ก็เพื่อ เราจะได้เตรียมพร้อม เมื่อต้อง ออกจากบ้าน หรือ ใช้ในการตัดสินใจ ว่าเราจะทำการบินหรือไม่ เนื่อง จากเรานั้นเป็น ส่วนเล็กๆ ส่วนหนึ่งของ โลกนี้ เราจึงจำเป็นต้อง ทราบถึงสภาพอากาศ วันต่อวัน เพื่อให้ทราบว่า วันนี้ ลม , ฝน, เมฆ เป็นเช่นไร แล้วนำข้อมูลนี้มาตัดสินใจ อีกทีหนึ่ง ดังนั้นในส่วนนี้ เราจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ พื้นฐาน ของอากาศเพื่อ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับ สภาพอากาศ

บรรยากาศโลก

โลกเรา นั้นประกอบไปด้วย ไนโตรเจน (nitrogen) 78% , ออกซิเจน (oxygen) 21% และ ก๊าซอื่น 1% (Argon, Carbon Dioxide, Neon, Helium)

ชั้นบรรยากาศโลกเรานั้นมีการแบ่ง บรรยากาศออกเป็นชั้นๆ โดยในแต่ละชั้นก็มี คุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

ชั้น โทรโปสเฟีย (Troposphere) เป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่ใกล้ พื้นผิวโลกมากที่สุด โดยชั้นนี้ จะเริ่มจากพื้นผิวโลก ขึ้นไปจนถึงความสูง ประมาณ 6 หรือ 7 ไมล์

ชั้น โทรโปพาส (Tropopause) เป็นชั้นบรรยากาศ บางๆ อยู่เหนือ ชั้นบรรยากาศ โทรโปสเฟีย

การหมุนเวียน ของบรรยากาศ ขณะนี้ท่านจะได้ ทราบถึง หลักพื้นฐานของการ เกิดการเคลื่อนไหว ของบรรยากาศ และนี่ เป็นข้อมูลที่จะทำให้ เราทราบว่า ปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่เราเรียกว่า ลม นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไม จึงมีความเร็ว และทิศทางที่แตกต่างกัน **Convection** คือความร้อนที่ มีอุณหภูมิที่ไม่เท่ากัน บนพื้นผิวโลก เป็นพลังงานหลัก ที่ทำให้ บรรยากาศ เกิดการเคลื่อนไหว โดยบริเวณที่มีความร้อนกว่า ก็จะลอยขึ้น และบริเวณที่มี อุณหภูมิต่ำกว่าก็จะลอย เข้ามาแทนที่ จึงทำให้เกิดการหมุนเวียน (circulation) การหมุนเวียนของ อากาศนี้เอง ที่ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อน ไปยังที่ต่างๆ (convection) การเรียนรู้กระบวนการ ของ convection จะช่วยให้ เรา ได้ทราบว่าเกิดอะไรขึ้นบ้าง เมื่อ อากาศความร้อน ลอยขึ้น และ อากาศเย็น ลอยมาแทนที่ ก็คือเมื่ออากาศ มีความร้อน อณูของอากาศก็ จะกระจายออก ทำให้ความหนาแน่นของอากาศ เบาบางกว่าอากาศรอบๆ และอากาศที่มีความเย็น จะทำให้อณูรวมตัวกันมากขึ้น ทำให้มีความหนาแน่นมากกว่าอากาศที่ร้อน เป็นผลให้อากาศที่เย็น หนักและจะเข้าไปแทนที่อากาศที่ร้อน ซึ่งเบากว่า และลอยตัวขึ้น



สำหรับ โลกของเรา นั้นจะได้รับ ความร้อนที่มาจาก ดวงอาทิตย์ โดยที่บริเวณ เส้นศูนย์สูตร จะได้รับพลังงาน ความร้อนมากที่สุด ดังนั้นบริเวณนี้ จึงมี อุณหภูมิ สูงกว่า บริเวณ ขั้วโลก ดังนั้น ความหนาแน่นของอากาศ ในบริเวณนี้ จะเบาบาง และ ลอยตัวขึ้น ความหนาแน่นของอากาศ ในบริเวณขั้วโลก ซึ่งเย็นกว่า และหนาแน่นมาก กว่าก็จะลอย มาแทนที่

ความกด อากาศ เราได้ทราบ มาแล้วว่า ความร้อนที่ไม่เท่ากัน บนพื้นผิวต่างๆ บนโลก ทำให้เกิด ความหนาแน่นของ อากาศ และ การเคลื่อน ไหว ที่แตกต่างกันออกไป และด้วยเหตุผลเดียวกันนี้เอง ที่ทำให้เกิด ความแตกต่างของ ความกดอากาศ ด้วย จากการที่เราได้รับรายงาน จากสถานี ตรวจ อากาศ ในที่ต่างๆ ที่รายงานความ กกดอากาศ ที่มีความแตกต่างกัน ก็มาจากเหตุ นี้เช่นเดียวกัน ใน การรายงานความกดอากาศนั้น เราจะมีการ วาดเส้น ความกดอากาศลงบนแผนที่ อากาศ โดยที่เส้น นี้ จะบอกถึงความกดอากาศ ที่เส้นนี้ลากผ่านไป เราเรียกเส้นนี้ว่า "ไอโซบาร์" (isobars) โดยมี หน่วยวัดเป็น "มิลลิบาร์" (millibars) และตามปกติแล้ว การวาดเส้น isobars นี้จะวาดในช่วง 4 millibars ดังนั้นเมื่อเรา เห็น เส้น isobars นี้หากกัน แล้วแสดงว่า ความกดอากาศน้อย เมื่อเรา เห็น เส้น isobars นี้อยู่ชิดกัน มาก แสดงว่า มีความกดอากาศมาก Coriolis Force ถ้าหากโลก ไม่หมุน รูปแบบของ ความกดอากาศ และลมก็คงจะมีลักษณะ เคลื่อนจาก ความกดอากาศสูง มาต่ำ แต่เนื่องจากโลกมีการหมุน จึงทำให้เกิดแรงอื่น ที่มากระทำ ต่อการ เคลื่อนที่ของ อากาศ เราเรียก แรงนี้ว่า "Coriolis" แรง coriolis นี้เป็นผลมาจาก ความแตกต่างของ ความเร็วในการหมุนของ โลก ระหว่าง บริเวณ เส้นศูนย์สูตร กับ บริเวณขั้วโลก โดยที่บริเวณเส้นศูนย์สูตร จะมีความเร็ว มากกว่า บริเวณขั้วโลก ซึ่งในความจริงแล้วบริเวณ เส้นศูนย์สูตร จะมีความเร็ว ประมาณ 900 Knots, ในขณะที่บริเวณ เส้นศูนย์สูตร จะมีความเร็ว ใกล้เคียงกับขั้วโลก ก็จะถูกดูดเอาไว้ด้วยแรง ดึงดูดของโลก ดังนั้นเมื่อมีการ เคลื่อนที่ตามปกติ ของอากาศประกอบ กับแรง coriolis มากกระทำให้เกิด การเคลื่อน ที่ของอากาศ ไปทาง ขวาสำหรับบริเวณ ซีกโลกเหนือ และไป ในทิศทาง ซ้ายสำหรับบริเวณ ซีกโลกใต้

ลม และรูปแบบของลม แนวความกดอากาศ และ แรง Coriolis รวมกัน ทำให้เกิด ลมโดยแนว ความกดอากาศ จะทำให้เกิดแรง ในการเคลื่อนที่ จาก ความกดอากาศสูง มายัง บริเวณความกดอากาศ ต่ำ เมื่อ อากาศเริ่มเคลื่อนที่ แรง coriolis ก็จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ นี้หาก เป็นซีกโลกเหนือ ก็จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทาง ขวา ซึ่งเป็น ผลให้ เกิดการ หมุนตามเข็มนาฬิกา รอบๆบริเวณความกด อากาศสูง และจะหมุนอยู่เช่นนี้ จนกว่า แรงของแนวความกดอากาศ กับ แรง coriolis เท่ากันจึงจะ ทำให้ เกิดการ ไหลของลมขนาน ไปกับเส้น isobars , ในบริเวณที่มีความกดอากาศ ต่ำจะมีการ ไหลของลมรอบๆ บริเวณนี้ ในทิศทาง ทวนเข็มนาฬิกา นอกจากนี้ ถ้าลมที่อยู่ ต่ำกว่า 2,000 ฟุต เหนือพื้นดิน ความฝืดที่เกิด จากพื้นผิวของโลก ก็มีผลทำให้ ความเร็วของลมช้าลง และทำให้ลม เปลี่ยนทิศทางได้เช่นกัน

รูปแบบของลม (Wind patterns)

Global Wind Patterns มีลักษณะการพัด หรือการเคลื่อนที่ ดังที่กล่าวมาแล้ว คือเกิดจาก แรงสอง แรง คือ แรง Coriolis และ แนวความกดอากาศ รวมไปถึงอิทธิพลของ พื้นผิวของโลกด้วย

รูปแบบ ลมท้องถิ่น (Local wind patterns) ได้แก่ ลมบก ลมทะเลเป็นลมที่เกิดจาก การถ่ายเท ความร้อนบริเวณชายหาด ,ชายฝั่งที่มีการ ถ่ายเทความร้อน/เย็นได้เร็วกว่า ผิวน้ำ ดังนั้นในเวลา กลางวันผิวดินจะร้อนกว่าผิวน้ำ ก็จะทำให้ เกิด ลมทะเล (sea breeze) คือความร้อนที่พื้นดินจะ ลอยตัวสูงขึ้น และความเย็นจากผิวน้ำก็จะเคลื่อนเข้ามาแทนที่ จึงเกิดเป็นลมที่พัดเข้าหาฝั่ง , ในเวลา กลางคืน ผิวดินจะเย็นเร็วกว่าผิวน้ำ จะทำให้ ความร้อนที่ผิวน้ำลอยตัวขึ้น และความเย็นจากพื้นดิน จะลอยมาแทนที่ จึงเกิดเป็น ลมบก (Land breeze) คือลมที่พัดจากฝั่งออกไปในทะเล ลมภูเขา , ภูเขาเป็นลมที่เกิดจาก การถ่ายเทความร้อน ของอากาศที่อยู่ใกล้พื้นผิวของ ภูเขา ในเวลากลางวัน พื้นผิวของภูเขาจะได้รับความร้อน จากดวงอาทิตย์ และความเย็น ที่ปกคลุม อยู่บริเวณภูเขา จะไหล ขึ้น ไปแทนที่ อากาศที่ร้อน ซึ่งอยู่บนยอดเขา เราเรียกลมนี้ว่า valley wind ในเวลากลางคืน พื้นผิว ด้านบน ภูเขาจะเย็นเร็วกว่า ด้านล่าง จึงทำให้เกิดการไหล จากบนลงล่าง เราเรียก ลมนี้ว่า mountain wind ลมคาตาบาคิก (Katabatic winds)เป็นชื่อที่หมายถึงลม ชนิดอื่นๆ ที่มีทิศทางการพัดลง

ความชื้นสภาพอากาศนั้น จะเป็นอย่างไร ขึ้นอยู่กับจำนวนของความชื้นที่มีอยู่ในอากาศ เป็น สำคัญ ถ้าหากอากาศแห้ง ก็จะทำให้สภาพอากาศดี แต่ถ้า อากาศมีความชื้นสูง จะทำให้สภาพอากาศ ไม่ดีไปด้วย

Weather Patterns

ในส่วนที่ผ่านมา เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับพื้นฐาน ของอากาศกันแล้ว ในส่วนนี้เราจะได้ ทราบถึง คุณลักษณะของ สเกลียสภาพของอากาศ และ ไม่มีสเกลียสภาพของอากาศ หากเราได้ทราบในเรื่อง เหล่านี้แล้วจะทำให้เรา สามารถประมาณการณ ได้ว่าเมื่อไหร่ อากาศจะมีสเกลียสภาพ หรือ ไม่มีสเกลียสภาพ เพื่อการเตรียมตัวที่ดี ในการปฏิบัติการในการบิน

การมีสเกลียสภาพ ของอากาศคือ การที่ อากาศมีความเคลื่อนไหว ในแนวตั้งน้อย หมายถึงการที่ อากาศมีการเคลื่อนไหว ขึ้น หรือ ลง แบบสัมพันธ์กัน นี่คือสิ่งที่สำคัญ เนื่องจาก การที่อากาศมีสเกลียสภาพ คือมีการเคลื่อนไหวในแนวตั้ง น้อยแล้วยังทำให้ไม่เกิด เมฆในรูปแบบต่างๆ ด้วย อากาศ ที่ไม่มีสเกลียสภาพ (Unstable air) คืออากาศที่มีแนวโน้ม ที่จะเกิด การเคลื่อนไหวในแนว ตั้ง ซึ่ง ถือว่าเป็น การเริ่มที่สำคัญที่ทำให้เกิด เมฆ ที่สามารถพัฒนาไปเป็น อากาศปั่นป่วน, และอากาศที่ อันตรายได้ การที่จะทำให้เราทราบว่า อากาศจะมี สเกลียสภาพหรือไม่ เราจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ของ อุณหภูมิ และ ความชื้น

อุณหภูมิ และ ความชื้นอุณหภูมิ เป็น ตัวหลักที่มีผลต่อ สเกลียสภาพของอากาศ จากที่ได้กล่าว มาแล้วว่า เมื่อเกิดความร้อนขึ้นบนพื้นผิวโลก จะทำให้เกิด ความหนาแน่นของชั้นบรรยากาศ ที่แตกต่างกัน อันเนื่องมาจากความร้อนที่แตกต่างกันบน พื้นผิวโลกแล้วทำให้เกิดการเคลื่อนที่ขึ้นของ อากาศที่ร้อนกว่า และการเข้าแทนที่ของอากาศที่เย็นกว่า สเกลียสภาพของ อากาศ จะลดลง เนื่องจาก ความร้อนจากด้านล่าง ในช่วงที่ พระอาทิตย์ขึ้น

ความชื้นก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่ง ที่มีผลต่อการมีสเกลียสภาพ ของอากาศ เนื่องจากหยดน้ำในอากาศที่เบา กว่าอากาศ ซึ่งเป็นตัวทำให้ เกิดความชื้นในอากาศ เพิ่มขึ้น จึงทำให้ความหนาแน่นของ อากาศ ลดลง ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงพระอาทิตย์ขึ้น ในทางตรงกันข้าม หากความชื้นในอากาศ ลดลง ความ หนาแน่นของอากาศก็จะมากขึ้น ซึ่งจะเกิดในช่วงพระอาทิตย์ตก

ผลของ ทั้งอุณหภูมิ และความชื้นเป็นตัวแปรที่จะทำให้ สภาพอากาศมีสเกลียสภาพหรือไม่ ปกคลุม พื้นที่มากน้อยเพียงใด จน ไปถึงการเกิดชนิดของสภาพอากาศ เราสามารถจะเห็นได้จาก การที่ใน อากาศ ที่ร้อน และมีความชื้นสูง ในเขตอากาศของซีกโลกเขตร้อน ในวันที่เกิด พายุคะนอง เป็น

ตัวอย่างที่ดีอันหนึ่งของ สภาพอากาศที่ ไม่มีสเถียรภาพ และในวันที่ ที่อากาศมีความเย็น และแห้ง จะมีการเคลื่อนไหวของอากาศใน ทางแนวตั้งน้อย แสดงว่าสภาพอากาศนั้น มีสเถียรภาพ

คุณลักษณะ ของ อากาศที่ มีสเถียรภาพ กับ ไม่มีสเถียรภาพ

	อากาศ ที่มีสเถียรภาพ	อากาศ ที่ไม่มีสเถียรภาพ
เมฆ	กินพื้นที่กว้าง	มีการก่อตัวทางแนวตั้ง
ฝน	มีหยดน้ำ เล็กน้อยในหมอก และใน ระดับเมฆ	มีฝนตกหนัก ปกติจะมีลูกเห็บด้วย
การมองเห็น	คงที่เป็นระยะเวลานาน	แย่มาก ในขณะที่ฝนตก หรือในฝนฟ้าคะนอง จะดี บ้างในกรณีอื่น
อากาศปั่นป่วน	ปกติมีน้อย หรือไม่มีเลย	ปานกลางถึงหนักมาก
น้ำแข็ง	มีอยู่บ้างในระดับความสูงปานกลาง	มีพอสมควร ไปจนถึงมาก
อื่นๆ	หมอก น้ำค้าง	ลมกรรโชก ถึงสูงมาก มีลมโหนาดขนาดเบา

เมฆ และชนิดของ เมฆเมฆ เป็นตัวที่แสดงถึงสภาพอากาศ ว่าขณะนั้นมีสภาพอากาศเป็นเช่นไร เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าจะทำการบินได้หรือไม่ เมฆคือ ความชื้น มีความหนาแน่น มากจนการทั้งสามารถมองเห็นได้ โดยมีจุดใจกลาง (nuclei) ที่ประกอบไปด้วย ฝุ่นละออง, เกล็ด, และเศษละอองต่างๆ มารวมตัวกับ ไอ้ในอากาศ ความชื้น แล้วก่อตัวใหญ่ขึ้น จนกระทั่งเป็น รูปร่างต่างๆ

ประเภทของ เมฆ	ความสูง (ความสูงระดับกลาง)	ชนิดของ เมฆ
ชั้นต่ำ	ฐานเมฆ อยู่ที่พื้นผิว ไปจนกระทั่ง 6,500 ft. AGL	Cumulus, Stratocumulus, Stratus
ชั้นกลาง	ฐานเมฆ เริ่มที่ 6500 ft. AGL ถึง 23,000 ft. AGL	Alto cumulus, Altostratus, Nimbostratus
ชั้นสูง	ฐานเมฆ ปกติแล้วเริ่มที่ 16,500 ft. AGL ถึง 45,000 ft. AGL	Cirrus, Cirrocumulus, Cirrostratus
เมฆ ที่มีการ ก่อตัวทาง แนวตั้ง	ฐานเมฆ เริ่มจาก 1,000 ft. AGL หรือ น้อยกว่า 10,000 ft. AGL หรือ มากกว่า จนถึง 60,000 ft. MSL	Towering Cumulus, Cumulonimbus

สภาพอากาศอันตราย (Weather Hazards)

สภาพอากาศอันตรายนั้นมีอยู่หลายรูปแบบ ด้วยกัน ในส่วนนี้เราจะ เรียนรู้ วิธีการที่จะหลีกเลี่ยง สภาพอากาศ ที่เป็นอันตรายเหล่านี้

พายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorms) มีสาม เงื่อนไขที่ ทำให้เกิด พายุฝนฟ้าคะนอง ได้แก่ 1. สภาพอากาศ ที่ไม่มีสเถียรภาพ 2. มีแรงยกอากาศให้ลอยตัวสูงขึ้น 3. มีระดับความชื้นสูง

วงจรการเกิด พายุฝนฟ้าคะนองมีสถานะการเกิด อยู่ด้วยกัน สาม สถานะ คือ

1. พายัพนฟ้าคะนอง ก่อตัว (Cumulus) ในช่วงนี้ จะเริ่มเกิดมีแรงยก (updrafts) ของอากาศเกิดขึ้นและอากาศมีความเย็นมากขึ้นจนกระทั่งถึงจุดเยือกแข็ง หรือเกิดการอัดตัวของน้ำเป็นน้ำแข็ง หรือเป็นเก็ดน้ำแข็ง ในช่วงนี้จะยังไม่มึน้ำฟ้าตกลง มาเนื่องจากมีแรงยกสูงมี อัตราการโตของ ก้อนเมฆ จะอยู่ประมาณ 3,000 ฟุตต่อนาที (f.p.m)

2. พายัพนฟ้าคะนอง เต็มที่ (Mature) เมื่อการเจริญเติบโตของ เมฆเต็มที่แล้วอันเนื่องมาจาก แรงยก ฝนจะเริ่มตก การเคลื่อนที่ลงนี้เป็น สัญญาณให้เราทราบว่าเข้าสู่ สถานะ mature แล้วผลก็คือเกิดแรงเคลื่อนที่ลง (downdraft) ที่ความเร็ว ประมาณ 2,500 ฟุตต่อนาที เกิดลมกรรโชกที่พื้นผิว และลมกรรโชกที่บริเวณขอบ มีฟ้าคะนอง อากาศหมุนวน แปรปวน เมฆมีรูปร่างเป็นทรงกลม หลายลักษณะ มีแรงยกต่อเนื่อง มีความเร็วประมาณ 6,000 ฟุตต่อนาที

3. พายัพนฟ้าคะนอง สลายตัว (Dissipating) ส่วนปลายสุดของ เมฆจะมีลักษณะเป็นรูปทัง โดยมีปลายชี้ไปในทิศทางเดียวกับลม

อากาศปั่นป่วน (Turbulence) ชนิดต่างๆเราจะมาทำความรู้จัก อากาศปั่นป่วนชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นอากาศที่มีความเกี่ยวข้องกับ พายัพนฟ้าคะนอง อากาศที่จัดว่าเป็นอันตรายนั้น มีสาเหตุมาจากอากาศปั่นป่วนทั้งสิ้น โดยอากาศปั่นป่วนนี้ประกอบไปด้วย wind shear, convective currents, obstructions to wind flow, clear air turbulence, และ wake turbulence ผลจากอากาศปั่นป่วนเหล่านี้ มีหลากหลาย ตั้งแต่ การกระแทกเบาๆ (light bumps) ไปจนกระทั่ง รุนแรงถึงขั้น ทำให้เกิดความเสียหายกับโครงสร้างของเครื่องบิน เลยทีเดียว เราจะต้องเรียนรู้เพื่อที่จะหลีกเลี่ยง หรือทำให้เกิดผลของ อากาศปั่นป่วนนี้น้อยที่สุด ถ้าเราต้องเข้าไปอยู่ใน อากาศปั่นป่วนนี้ ให้ทำการบินตามข้อกำหนดในคู่มือ ของเครื่องบินนั้น รักษา การบินระดับ และความสูงไว้ หากเราพบลมกรรโชก ในขณะร่อนลงสนาม (approach to landing) ให้ทำการร่อนลงแบบ มีกำลังเครื่องยนต์ โดยใช้ความเร็วสูงกว่าความเร็ว ร่อนลงปกติ

WIND SHEAR เป็นลมที่มีการเปลี่ยนทิศทาง และความเร็วลมได้อย่างรวดเร็ว สามารถเกิดขึ้นได้ทุกความสูง เรามักจะพบ wind shaer ที่อยู่ใกล้กับพื้นผิวนี้ได้ ในบริเวณด้านหน้า ของ พายัพนฟ้าคะนอง

MICROBURSTS เป็นลมที่มีแรงในการเคลื่อนที่ลง เฉพาะท้องถิ่น เกิดขึ้น กินบริเวณเล็กๆ ประมาณ 2 ไมล์ ที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นผิว มีความเร็วลมสูงสุดประมาณ 150 Knots เวลาที่เกิดประมาณ 2 ถึง 5 นาทีเท่านั้นแต่ นับว่าเป็นอันตรายต่อ เครื่องบินมาก ไม่ว่าจะเป็นขณะวิ่งขึ้น หรือ ร่อนลงสนาม

DOWNBURSTS มีลักษณะคล้ายกับ microbursts แต่การเกิดจะกินเวลา และพื้นที่มากกว่า คือ กินพื้นที่มากกว่า 10 ไมล์ และมีระยะเวลาการเกิดยาวนาน มากกว่า 30 นาที

OBSTRUCTIONS TO WIND FLOW เมื่อสิ่งกีดขวาง เช่นตึก หรือ พื้นผิวที่ไม่ราบเรียบ ด้วยลมที่พัดมาปกติ เมื่อผ่าน สิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดกาศที่ปั่นป่วนได้ อากาศปั่นป่วนประเภทนี้ อาจจะเรียกว่า mechanical turbulence

CLEAR AIR TURBULENCE (CAT) ตามปกติเราจะ พบที่ความสูงมากๆ แต่ก็สามารถเกิดขึ้นได้ทุก ความสูงเช่นกัน และเนื่องจากเราไม่สามารถจะมองเห็น ได้ จึงทำให้ไม่สามารถเตือนได้ สาเหตุที่เกิดจะมาจาก wind shear , convective currents, หรือ obstructions to normal wind flow ปกติแล้วเราจะพบ ใน หรือใกล้กับ JET STREAM

WAKE TURBULENCE เมื่อเครื่องบิน สร้างแรงยก จะมีอากาศที่แยกออกมาบริเวณปลายปีก อันเกิดจากการที่ แรงยกจำนวนหนึ่งจากทางด้านล่าง ของปลายปีก ที่ดันขึ้นไป โดยมีแรงยกที่น้อยกว่า ซึ่งที่ด้านบนของปลายปีกมาปะทะกันจึงทำให้เกิด เป็นอากาศ ที่หมุนวนอยู่บริเวณปลายปีกของเครื่องบิน เราเรียกอากาศเช่นนี้ว่า wingtip vortices หรือ wake turbulence ซึ่งขนาดที่จะเกิดขึ้นนั้นก็ ขึ้นอยู่กับ น้ำหนัก, ความเร็ว ของเครื่องบินนั้นๆ หากเครื่องบิน หนักมาก ก็จะจำให้เกิด อากาศหมุนวน หรือปั่นป่วนที่มากตามไปด้วย การหลีกเลี่ยง เมื่อต้อง ร่อนลง ข้างหลังเครื่องบินใหญ่ ให้รักษา glide path ให้อยู่เหนือ เครื่องบินใหญ่นั้น และให้สัมผัสพื้น หลังจากจุดสัมผัสพื้นของเครื่องบินใหญ่ นั้น

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ(ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

