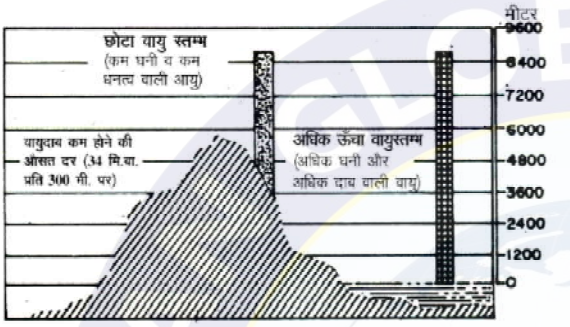
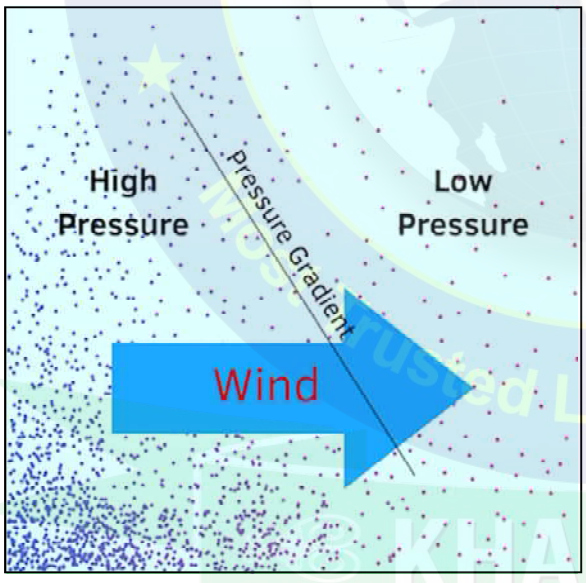
वायु-दाब

अन्य भौतिक पदार्थों की भाँति वायु में भी महत्वपूर्ण ढंग से भार होता है जिससे धरातल पर उसका दबाव पड़ता है। इसी को हम वायु दाब कहते हैं। किसी वायु स्तम्भ का दाब उसके भार के बराबर होता है। किसी स्थान का वायु दाव निरन्तर परिवर्तनशील होता है।



मौसम के अन्य सभी तत्व जैसे, मेघ, वर्षा, आँधी, तूफान तथा पवन आदि, जिनका प्रत्यक्ष रूप से अत्यधिक महत्व है, वास्तव में वायु दाब से ही नियन्त्रित होते हैं। वायु दाब तथा वायु संचार में अत्यन्त घनिष्ट सम्बन्ध है। वायुदाब का अन्तर ही पवनों की उत्पत्ति का कारण है। विभिन्न स्थानों के दाब में अन्तर के कारण वायुदाब प्रवणता (pressure gradient) उत्पन होती है।



वायु दाब : माप एवं उसके मात्रक

वायु के दाब को नापने के लिए जिस यन्त्र का प्रयोग होता है उसे वायुदाबमापी अथवा बैरोमीटर कहते हैं। बैरोमीटर अनेक प्रकार के होते है। सबसे पुराना पारे का दाबमापी (Mercurial Barometer) का आविष्कार टारिसेली ने सन् 1644 में किया था।

इसके पश्चात फोर्टिन का वायुदाबमापी यंत्र (Fortin's Barometer) तथा निर्द्रव वायुदाबमापी (Aneroid Barometer) भी पुराणी संरचना की खामियों को ध्यान रखते हुए बनाये गए ।

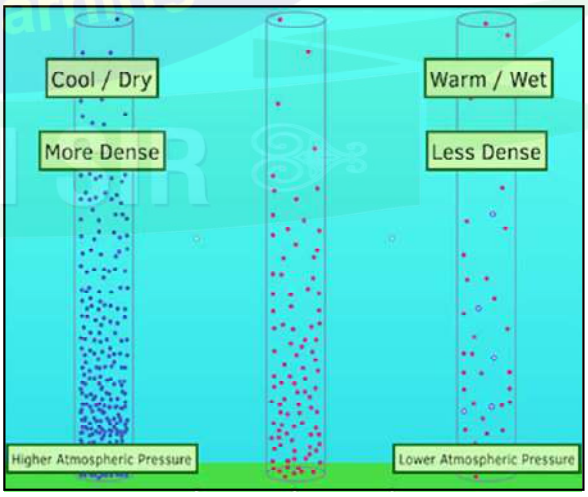
वायुदाब का मात्रक- वायु के द्वारा इकाई क्षेत्र पर लगने वाला बल वायुमण्डलीय दाब कहा जाता है। वायुमण्डलीय दाब को निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है:-

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{\text{संहति} \times \text{गुरुत्वजनित त्वरण}}{\text{क्षेत्रफल}}$$

यद्यपि वायुमण्डलीय दाब परिवर्तनशील होता है, फिर भी समुद्रतल पर औसत वायु-दाब 29.92 इंच या 76 सेन्टीमीटर अथवा 1013.2 मिलीबार माना जाता है। अब मौसम विज्ञान में सर्वत्र वायु दाब प्रदर्शित करने के लिए मिलीबार स्केल का प्रयोग किया जाता है।

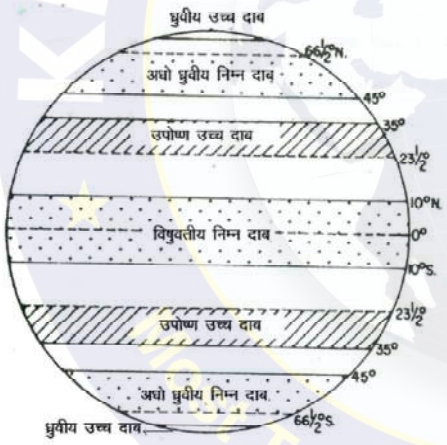
वायुदाब का क्षैतिज वितरण

भू-पटल पर तापमान के वितरण को भी प्रभावित करने वाले कारक वायुदाब वितरण को भी समान रूप से नियन्त्रित करते हैं। इसका एक मात्र कारण वायु दाब एवं तापमान में निकट का सम्बन्ध है।

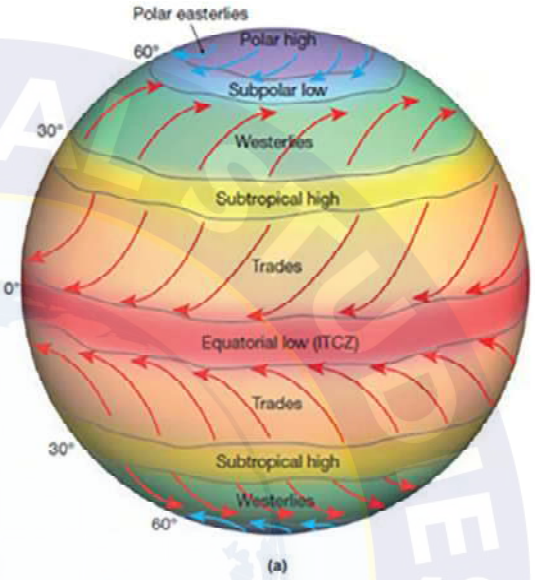


भू-पटल पर सूर्याभिताप की मात्रा सर्वत्र एक समान प्राप्त नहीं होती, अतः वायु के तापमान में भी विभिन्नता पायी जाती है। तापमान की इस विभिन्नता के कारण वायु के घनत्व में असमानता उत्पन्न हो जाती है। वायुदाब किसी भी परिवेश के तापमान के कारण प्रभावित होती है। यदि वायु का तापमान अधिक होता है तो वायु हल्की हो ऊपर की और उठ जाती है जिससे निम्न वायुदाब की स्थिति उत्पन्न होती है। इसके विपरीत यदि, वायु ठंडी हो तो उसके कण आपस में सटे होते है तथा भारीपन के कारण वायुदाब उच्च होता है।

वायु के भार को ही उसका दाब कहते हैं। समान वायु दाब वाले स्थानों को मिलाकर खींची जाने वाली रेखा को समदाब रेखा (isobar) कहते हैं। विषुवत् रेखा तथा उसके आस-पास के क्षेत्रों में, जहाँ तापमान वर्ष भर ऊँचा रहता है, न्यून वायुदाब पाया जाना स्वाभाविक है। इसके विपरीत, ध्रुवों की ओर वायु दाब में क्रमशः वृद्धि होनी चाहिए, विषुवत् रेखा और ध्रुवों के बीच कर्क और मकर रेखा के निकट उच्च वायुदाब क्षेत्र तथा आर्कटिक एवं अन्टार्कटिक ध्रुव वृत्तों के निकट न्यून वायुदाब क्षेत्र भी पाये जाते हैं।

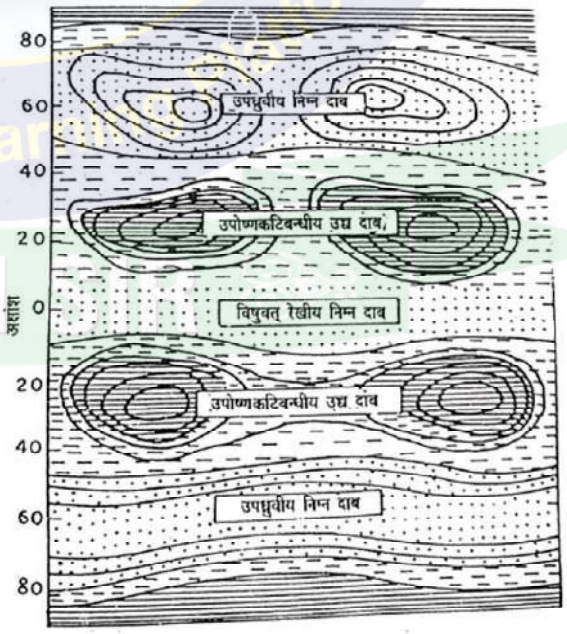


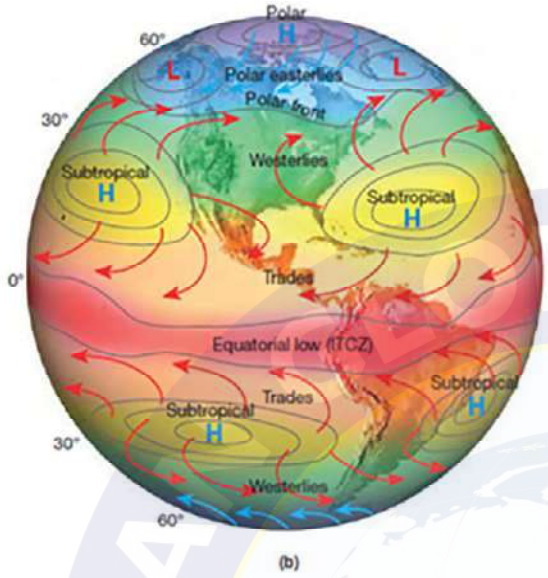
शीतोष्ण कटिबन्ध में 60^0 अक्षांश के आस-पास महासागरों पर वायु के ऐसे भँवर नियमित रूपं से पाये जाते हैं। यही कारण है कि यहाँ पर औसत वायु दाब उत्तर अथवा दक्षिण स्थित क्षेत्रों की अपेक्षा कम रहता है। आर्कटिक अथवा एन्टार्कटिक वृत्तों के समीप पाये जाने वाले इन अल्प वायुदाब क्षेत्रों को उपध्रुवीय निम्नदाब पेटी (sub-polar low pressure belt) कहा जाता है। इस उच्च अक्षांशीय निम्न दाब पेटी तथा विषुवत रेखीय निम्नदाब पेटी के मध्य में एक ऐसे क्षेत्र का पाया जाना स्वाभाविक है जहाँ से पृथ्वी तल पर वायु धाराओं का अपसरण (divergence) होता है। दोनों गोलार्द्धों में 30^0 से 35^0 अक्षांश के मध्य अपेक्षाकृत अधिक उच्च वायु दाब के क्षेत्र पाये जाते हैं, जिन्हें उपोष्ण कटिबन्धीय उच्च दाब पेटी (sub-tropical high pressure belt) की संज्ञा प्रदान की जाती है। पृथ्वी तल पर वायु दाब की निम्नांकित कुल सात पेटियाँ पायी जातीं जिनका प्रसार ग्लोब के चारों ओर होता है- विषुवतरेखीय निम्न वायु दाब पेटी, उत्तरी गोलार्द्ध में स्थित उपोष्ण कटिबन्धीय उच्च वायु दाब पेटी, उपध्रुवीय निम्न वायु दाब पेटी, ध्रुवीय उच्च वायु दाब पेटी, दक्षिण गोलार्द्ध स्थित उपोष्ण कटिबन्धीय उच्च वायु दाब पेटी, उपध्रुवीय निम्न वायुभार पेटी तथा ध्रुवीय उच्च वायु दाब पेटी।



वायुदाबीय पेटियों की आदर्श कटिबंधीय अवस्था

भू-तल पर स्थल तथा जल के असमान वितरण के कारण तापमान एवं वायुदाब के वितरण में जटिलता उत्पन्न हो जाती है। उत्तरी गोलार्द्ध में स्थल खण्ड की प्रधानता के कारण इन वायु दाब पेटियों की निरन्तरता भंग हो जाती है। वायु दाब की ये तथाकथित पेटियाँ वस्तुतः उच्च एवं निम्न दाब केन्द्रों अथवा कोशों के रूप में पायी जाती हैं।





(b)

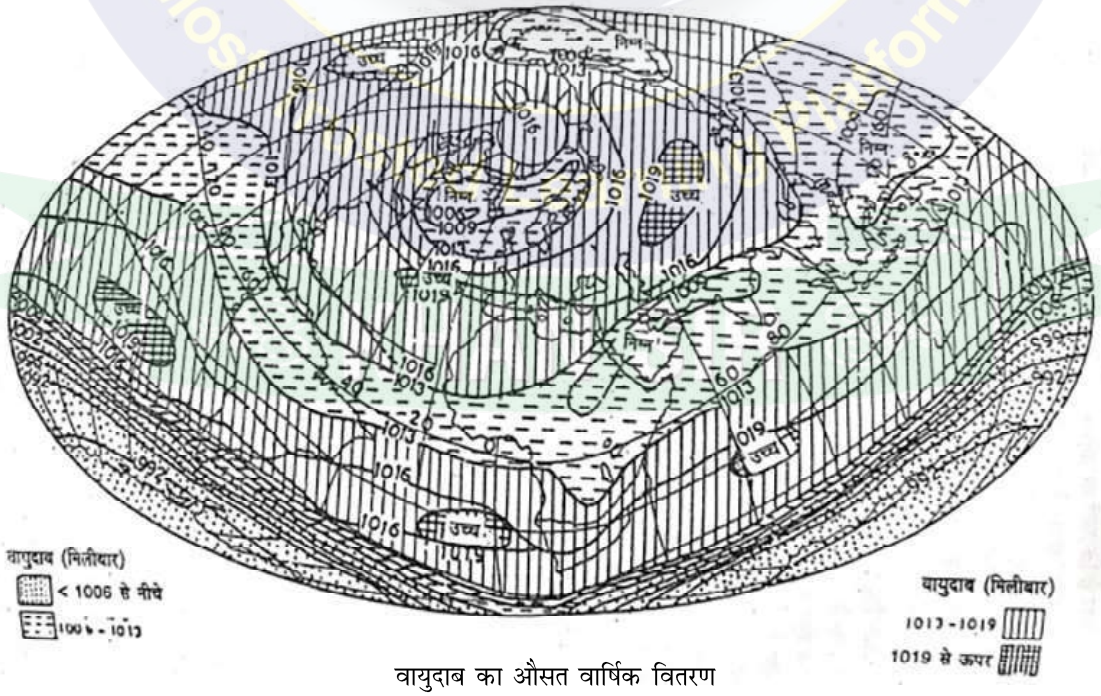
वायुदाब पेटियाँ

पृथ्वी के धरातल पर निम्नलिखित वायु दाब पेटियाँ (pressure belts) पायी जाती हैं जिनका संक्षिप्त विवरण आगे दिया जा रहा है-

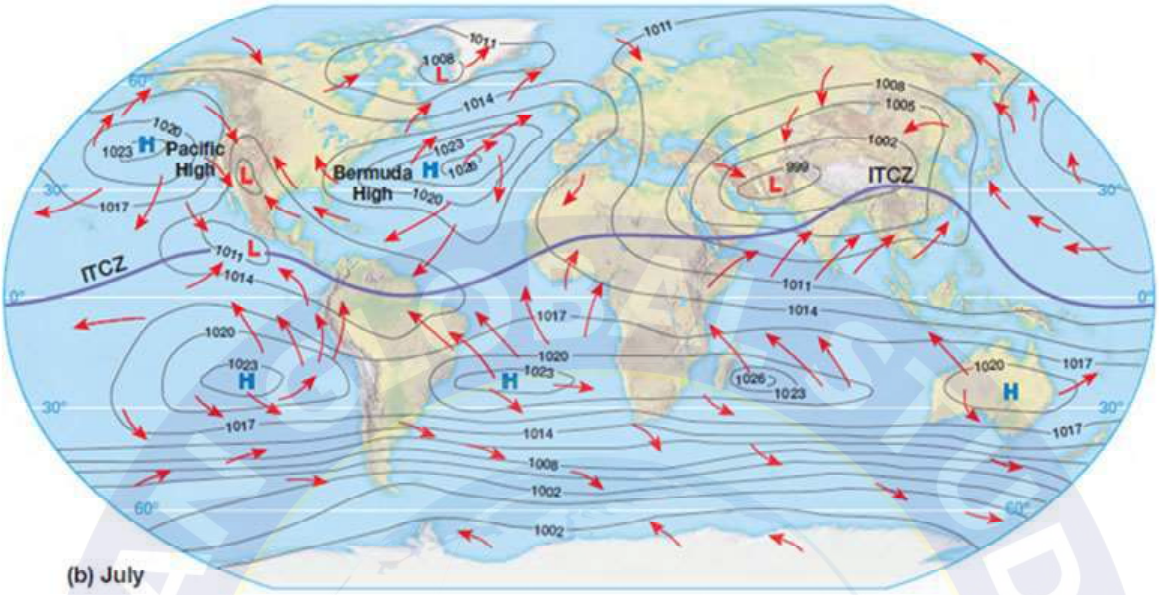
1. भू-मध्यरेखीय निम्न वायु दाब पेटी (Equatorial Low Pressure Belt)
2. उपोष्ण कटिबन्धीय उच्च दाब पेटी (Sub-tropical High Pressure Belt)
3. उपध्रुवीय निम्न दाब पेटी (Sub-polar Low Pressure Belt)
4. ध्रुवीय उच्च वायु दाब क्षेत्र (Polar Highs)

भू-मध्यरेखीय निम्न दाब पेटी- इस निम्न वायु दाब पेटी का विस्तार भू-मध्यरेखा के 5^0 उत्तर से 5^0 दक्षिण तक है। भूमध्यरेखीय पेटी में सूर्याभिताप की अधिकतम मात्रा उपलब्ध होने के कारण दिन में धरातल अत्यधिक गर्म हो जाता है जिससे उसके सम्पर्क में आने वाली वायु राशि भी गर्म हो जाती है। गर्म होकर हवायें फैल जाती हैं, जिससे हल्की हो जाती हैं तथा ऊपर उठती हैं। इस क्षेत्र में दोनों गोलाद्धों में स्थित उपोष्ण वायु दाब कटिबन्धों से भूमध्यरेखा की ओर चलने वाले व्यापारिक पवनों का अभिसरण होता है तथा धरातल पर वायु शान्त अथवा हल्की व अनिश्चित दिशा से चलती है। इसी कारण इसे डोलड्रम्स (doldrums) भी कहते हैं।

उपोष्ण कटिबन्धीय उच्च दाब पेटी- विषुवत् रेखा के दोनों ओर उत्तरी तथा दक्षिणी गलाद्धों में 25^0 से 35^0 अक्षांशों के मध्य उपोष्ण कटिबन्धीय उच्च दाब की पेटियाँ पायी जाती हैं। भू-तल पर यहाँ कई उच्च वायु दाव केन्द्रों अथवा कोशों की स्थापना हो जाती है। ये उच्च वायु दाब केन्द्र पृथ्वी तल पर वायु दाब वितरण के सर्वप्रमुख तत्व हैं, इनकी उत्पत्ति तापीय कारणों से नहीं, बल्कि गत्यात्मक कारणों से हुई है। उपोष्ण कटिबन्धीय उच्च वायुदाब पेटी की उत्पत्ति गत्यात्मक कारणों से होती है। भूमध्य रेखा के समीप धरातल से ऊपर उठी हुई वायु तरंगों के कारण वहाँ ऊपरी वायु स्तम्भों का दाब अधिक हो जाता है जिससे वहाँ एकत्रित वायुराशि ध्रुवों की ओर प्रवाहित होने लगती है। जब तक ये हवायें 20^0 से 30^0 उत्तरी तथा दक्षिणी अक्षांश तक पहुँचती हैं, इनकी दिशा पश्चिम से पूरब की ओर हो जाती है। इसके परिणामस्वरूप 20^0 से 30^0 उत्तरी तथा दक्षिणी अक्षांश रेखाओं के ऊपर वायु एकत्रित हो जाती है। फलतः इन अक्षांश रेखाओं के बीच धरातल पर वायु भार अथवा वायुदाब में वृद्धि पायी जाती है। इन उच्च दाब के क्षेत्रों को 'अश्व अक्षांश' (horse latitudes) भी जाता है



वायुदाब का औसत वार्षिक वितरण



उपध्रुवीय निम्नदाब पेटी– आर्कटिक तथा अन्टार्कटिक वृत्तों के समीप 60^0 से 70^0 उत्तरी तथा दक्षिणी अक्षांशों के बीच निम्न वायुदाब पेटियाँ पायी जाती हैं। उपध्रुवीय निम्न दाब क्षेत्र में निम्न दाब के अनेक केन्द्र अथवा कोश (cells) पाये जाते हैं। दक्षिणी गोलार्द्ध में वर्ष भर निम्न दाब की पेटी उपर्युक्त अक्षांशों में पृथ्वी के चारों ओर विस्तृत पायी जाती है, क्योंकि वहाँ पृथ्वी तल पर सर्वत्र महासागर फैले हुए हैं।

ध्रुवीय उच्च वायुदाब क्षेत्र– तापमान वर्ष पर नीचा रहने के कारण ध्रुवों अथवा उनके समीपवर्ती क्षेत्रों का धरातल सदैव हिमाच्छादित रहता है। धरातल के निकट की वायु अत्यधिक शीतल और भारी होती है। यद्यपि पृथ्वी के दैनिक आवर्तन के कारण ध्रुवों पर वायु की परतें पतली पड़ जाती हैं, यहाँ वर्ष भर उच्च वायुदाब पाया जाता है। यहाँ उच्च दाब की उत्पत्ति में गत्यात्मक कारणों की अपेक्षा तापीय कारण अधिक प्रभावशाली माने जाते हैं। उत्तरी गोलार्द्ध में ग्रीनलैण्ड तथा आर्कटिक महासागर पर तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में अन्टार्कटिक महाद्वीप पर ध्रुवीय वायुराशियों के कारण अत्यधिक उच्च वायुदाब अंकित किये जाते हैं। उच्च दाब वाले इन ध्रुवीय प्रदेशों से भूमध्य रेखा की ओर हवायें चलती हैं, जो कोरियालिस बल के कारण मुड़ जाती हैं तथा उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्धों में क्रमशः उत्तरी-पूर्वी तथा दक्षिणी-पूर्वी ध्रुवीय पवनों के नाम से पुकारी जाती हैं। संक्षेप, इन पवनों की ध्रुवीय पूरवी पवनें (polar easterlies) कहा जाता है।

वायुदाब की ऊर्ध्वाधर संरचना (Vertical Structure of Pressure)

वायुदाब की ऊर्ध्वाधर संरचना एक विशेष प्रकार का तंत्र है जो वायु प्रवाहन का मुख्य कारक है। वायुमंडल में अनेक निम्न तथा उच्च दाब की वायु सम्मिलित है। पहले स्तर पर है क्षोभमंडल, जो सतह से लगभग 8-15 किलोमीटर तक फैला होता है। इस स्तर में वायुदाब का तापमान कम होता है और यहां मौसम की प्रमुख प्रवृत्तियाँ होती हैं। यहां ही कई वायुमंडलीय प्रक्रियाएं घटित होती हैं जो हवा को चक्रवाती प्रवाहों में बदलती हैं।

दूसरे स्तर पर है समताप मंडल, जो लगभग 15 से 50 किलोमीटर की ऊचाई में स्थित है। इसमें वायुदाब थोड़ी कम तेजी से बढ़ता है और यहां ओजोन पर्यावरण को सुरक्षित करने की क्षमता होती है।

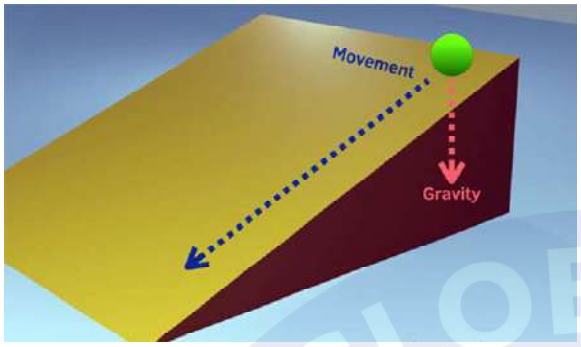
मध्य मंडल तीसरे स्तर का है जो लगभग 50 से 85 किलोमीटर की ऊचाई में स्थित है। इसमें वायुदाब फिर से घटता है और यहां सूर्य की किरणों का प्रभाव समाप्त होता है।

चौथे स्तर पर है थर्मोस्फियर, जो 85 किलोमीटर से ऊपर है। इसमें वायुदाब फिर से बढ़ता है, और यहां ऊचाई में तेज बिजली की चमक होती है। उर्ध्वाधर संरचना में वायुदाब पृथ्वी के जीवन को प्रभावित करने वाली प्रक्रियाओं में मदद करती है।

वायुदाब को प्रभावित करने वाले महत्वपूर्ण बल

वायुदाब-प्रवणता (Pressure Gradient)

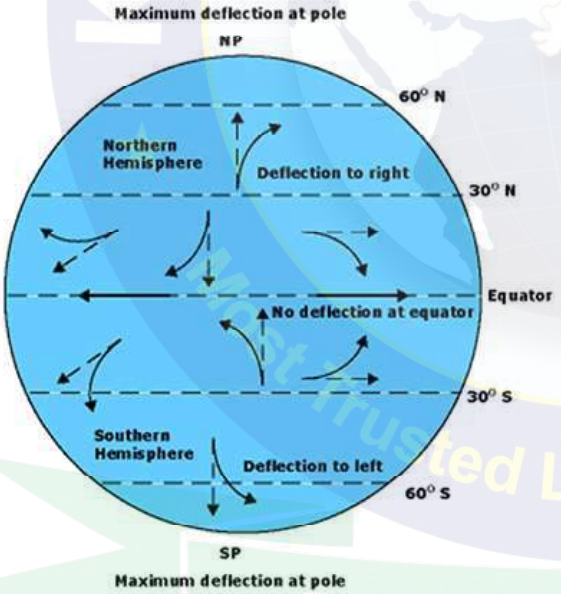
किन्ही भी दो स्थानों के है वायुदाब के अंतर अथवा वायु दाब में ह्रास की उस दर को, जो समदाब रेखाओं से समकोण की दिशा में नापी जाती है, वायुदाब-प्रवणता (pressure gradient) की संज्ञा प्रदान की जाती है। दूसरे शब्दों में, वायुदाब में परिवर्तन की दर एवं दिशा को वायुदाब-प्रवणता अथवा वायु-दाबमापी ढाल (barometric slope) कहते हैं।



विक्षेपक बल (Coriolis Force)

जब वायुदाब-प्रवणता बल के कारण कोई वायु-कण गतिमान होता है, तब उसमें एक सीधी रेखा में चलते रहने की सामान्य प्रवृत्ति विद्यमान रहती है। किन्तु पृथ्वी के आवर्तन के कारण अक्षांश और देशान्तर रेखायें अपनी स्थिति बदल देती हैं, जिससे पवन की दिशा में परिवर्तन हो जाता है।

विक्षेपक बल निम्नलिखित का समानुपाती होता है- (क) गतिमान वस्तु का वेग, (ख) गतिमान वस्तु की संहति, तथा (ग) अक्षांश का ज्या (sine of latitude)।

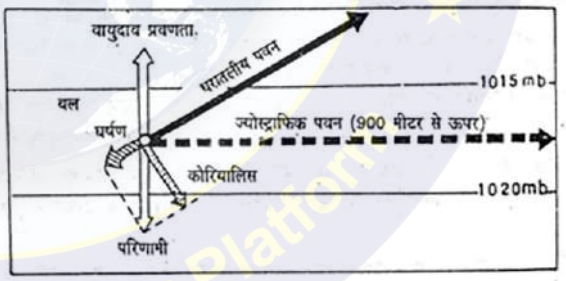


विषुवत् रेखा पर यह शून्य होता है तथा ध्रुवों के पास इसकी मात्रा अधिकतम होती है। गतिमान वस्तु से समकोण पर (लम्बवत्) कार्य करता है जिससे उस बल का प्रभाव उसकी दिशा पर पड़ता है, न कि उसके वेग पर। इसके अतिरिक्त, यह बल प्रत्येक दिशा में समान होता है।

घर्षण का प्रभाव (Friction)

इस बल की उत्पत्ति धरातल और उसके ऊपर चलने वाली वायु के संघर्ष से होती है। यह बल पवन प्रवाह की दिशा के विपरीत कार्य करता है। यह वायु के वेग के वर्ग का समानुपाती होता है। पृथ्वी-तल पर अथवा उसके निकट उच्चावचन तथा अन्य बाधाओं के कारण पवन प्रवाह में प्रतिरोध उत्पन्न होता है, यही कारण है कि हमें वायु के झोंकों (gusts) तथा पवन- विराम (lulls) का अनुभव होता है। जल की अपेक्षा स्थलीय धरातल के खुरदरा होने के कारण उस पर घर्षण बल अधिक होता है। घर्षण बल के कारण पवन का वेग कम हो जाता है जिससे कोरियालिस बल में कमी आ जाती है, और प्रवणता बल अधिक प्रभावकारी हो जाता है। हवायें समदाब रेखाओं के समानान्तर चलने के बजाय उन्हें न्यून कोण पर काटती हुई अधिक दबाव से कम दबाव की ओर तिरछे चलने लगती हैं

धरातल जितना ही खुरदरा होगा, घर्षण बल उसी अनुपात में अधिक होगा, तथा पवन और समदाब रेखाओं के बीच के कोण में भी सानुपातिक वृद्धि हो जाएगी।



धरातल से लगभग 1000-2500 मीटर तक की ऊँचाई वाले भाग को घर्षण स्तर कहा जाता है। इसके ऊपर वायुमण्डल में घर्षण बल का प्रभाव नगण्य हो जाता है।