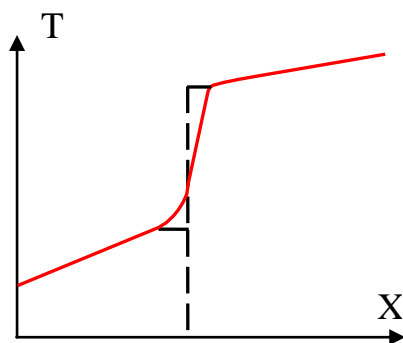


## ATMOSFERDƏ AYIRMA SƏTHLƏRİ (cəbhə səthləri)

Atmosferdə üfüqə nəzərən az meyillənmiş (qalınlığı bir neçə yüz metrə çatan) böyük qradiyentli meteoroloji kəmiyyətlərə malik olan qatlara rast gəlinir. Bu qatlar meteokəmiyyətləri səlist və az dəyişkən olan geniş regionlar arasında yerləşir (şəkil 1). Meteoroloji xəritələrdə bu qatlar sonsuz nazik xəttlərə bənzəyirlər. Bu təbəqələr eynicinsli hava kütlələrini ayıran, ayırma səthləri və ya frontal səthlər adlandırılır. Cəbhə səthlərinin horizontal müstəvilərlə kəsişmə xətləri cəbhə adlanır. Meteoroloji dəyişənlər və onların fəzadakı törəmələri, bu səthlərdə sıçrayışa məruz qalırlar.

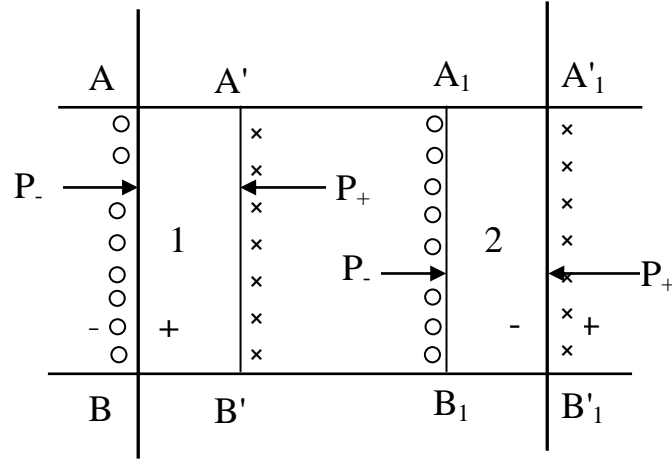


**Şəkil 1. Ayırma səthlərinin yaxınlığında temperaturun dəyişməsi.**

### **Cəbhə səthlərinin hərəkət sürəti.**

Oxu cəbhə şəthinə perpendikulyar olan silindirə baxaq (şəkil 2). Tutaq ki, bu səth  $v_f$  sürəti ilə onun hər iki tərəfində olan hava kütlələri ilə eyni istiqamətdə hərəkət edir. Təcrübələr göstərir ki, cəbhə səthinin sürəti, ondan əvvəlki ( $v_+$ ) və ya sonrakı ( $v_-$ ) havanın sürətinə bərabər və ya çox ola bilər. “+” və “-“ indeksləri cəbhə səthinin keçməsi ilə həyəcanlanmış və ya həyəcanlanmamış havaya uyğundur. Tutaq ki,  $dt$  zamanı ərzində cəbhə səthi  $AB$  vəziyyətindən  $A'_1 B'_1$  vəziyyətinə hərəkət etmişdir. Bu səth  $x$ -lə işarələnmiş həyəcanlanmamış hava hissəciklərinə yaxınlaşmışdır lakin başlanğıc anda  $A\tau B\tau$  en kəsiyində idi. Başqa tərəfdən isə başlanğıc anda həyəcanlanmış (dairələrlə işarələnmiş) hava

hissəcikləri indidə  $A_1B_1$  nöqtəsinə gəlmişdir. Bu en kəsikləri ilə məhdudlanmış 1 və 2 həcmələri hava kütlələridir və bu hava kütlələrinin sol sərhədləri dairəciklərlə, sağ sərhədləri isə x-lə işarə edilmişdir. Bu kütlə,  $dt$  zamanı ərzində cəbhə səthi keçən hava kütləsidir.



**Şəkil 2. Hava kütlələrinin və qat səthinin hərəkət sxemi.**

Fizikanın fundamental qanunları baxılan hava kütlələrinə tətbiq oluna bilər. İlk olaraq kütlənin saxlanması qanunu göstərmək olar. 1 və 2 həcmərində olan hava kütləsini təyin edək. Görürük ki, cəbhə səthinin və yuxarıda bəhs etdiyimiz iki tip hissəciyin keçdiyi yol bərabərdir:  $O$  zaman

$$AA_1 = v_f dt, \quad AA_1 = v_- dt, \quad A'A_1 = v_- dt. \quad (1)$$

Uyğun olaraq uzunluqlar:

$$AA' = AA_1 - A'A_1 = (v_f - v_+)dt, \quad A_1A_1' = AA_1 - AA_1 = (v_f - v_-)dt, \quad (2)$$

Hər iki həcm içərisindəki hava kütləsi bərabərdir:

$$m_1 = \rho_+ AA' dS = \rho_+ (v_f - v_+) dt dS, \quad m_2 = \rho_- A_1A_1' dS = \rho_- (v_f - v_-) dt dS, \quad (3)$$

Burada,  $dS$  – silindirin en kəsiyinin sahəsidir.

Kütlənin saxlanması qanununa görə:

$$m_1 = m_2 \rightarrow \rho_+ (v_f - v_+) = \rho_- (v_f - v_-). \quad (4)$$

(4) tənliyi kəsilməzlik tənliyinin analoqudur. İndi biz hər iki həcmnin hərəkət miqdarı momentlərini tapa bilərik:

$$M_1 = m_1 v_+ = \rho_+ v_+ (v_f - v_+) dt dS, \quad M_2 = m_2 v_- = \rho_- v_- (v_f - v_-) dt dS. \quad (5)$$

Nyutonun ikinci qanununa əsasən hərəkət miqdarının dəyişməsi təsir edən qüvvələrin impulsuna bərabərdir. Hər hansı bir nazik təbəqənin hərəkəti zamanı səthi qüvvələrin təsiri kütləvi qüvvələrdən daha çoxdur. Ona görə də kütləvi qüvvələri nəzərə almasaq da olar. Sərbəst atmosferdə ancaq təzyiqlik səthi qüvvədir.  $P_-$ - təzyiqlik  $dt$  zamanı ərzində baxılan kütlənin sol tərəfinə,  $P_+$ - təzyiqlik isə sağ tərəfinə təsir edir.  $P_-$  təzyiqlik hərəkət istiqamətinə yönəlir və müsbət təcil yaradır, təzyiqlik isə hava hissəciklərinin hərəkətini zəiflətməyə çalışır. Deməli eyni təsir göstərən təzyiqlik qüvvəsinin impulsu bərabərdir:

$$F_r dt = (\rho_- - \rho_+) dS dt. \quad (6)$$

(5) və (6) - ni nəzərə almaqla Nyutonun ikinci qanununu aşağıdakı şəkildə yazmaq bilərik:

$$M_2 - M_1 = \rho_- v_- (v_f - v_-) - \rho_+ v_+ (v_f - v_+) = p_- - p_+ \quad (7)$$

(7) tənliyi differensial hərəkət tənliyinin eynidir.

Bu yazdıqlarımızdan (4), (7) tənliyini və üç naməlum dəyişən  $v_f, v_+, v_-$  əldə etdik.

Hər iki həcmədə təzyiqlik və sıxlıq verilmiş sayılır. Ancaq iki naməlum funksiyalar:  $v_f - v_+$  və  $v_f - v_-$  fərqləri göstərilən iki tənlikdən alınır. Birinci addım kimi  $v_-$  kəmiyyətini nəzərə almayaq. Onda (4) tənliyi aşağıdakı şəkli alır:

$$\rho_- (v_f - v_-) = \rho_+ (v_f - v_+).$$

Bu ifadəni (7)-də yerinə yazsaq:

$$\rho_+ v_- (v_f - v_-) - \rho_+ v_+ (v_f - v_+) = p_- - p_+ \rightarrow \rho_+ (v_f - v_+) (v_- - v_+) = p_- - p_+. \quad (7a)$$

$(v_- - v_+)$  fərqlərini ifadə etmək üçün (4) tənliyini yenidən yazsaq

$$\frac{\rho_+}{\rho_-} (v_f - v_+) = v_f - v_- + v_+ - v_+ \rightarrow (v_f - v_+) \left( \frac{\rho_+}{\rho_-} - 1 \right) =$$

$$= -v_- + v_+ \rightarrow v_- - v_+ = -\frac{(\rho_+ - \rho_-)}{\rho_-}(v_f - v_+). \quad (4.a)$$

(4a) ifadəsini (7a)- dəyərində yazsaq alarıq:

$$-\rho_+(v_f - v_+) \frac{(\rho_+ - \rho_-)}{\rho_-}(v_f - v_+) = p_- - p_+ \rightarrow \frac{\rho_+}{\rho_-}(\rho_+ \rho_-)(v_f - v_+)^2 = p_+ - p_- \rightarrow$$

$$(v_f - v_+)^2 = \frac{\rho_- (\rho_+ - \rho_-)}{\rho_+ (\rho_+ \rho_-)}. \quad (8)$$

(8) tənliyinin  $p_- - p_+$  fərqiindən asılı olaraq bir neçə həlli vardır. Birinci halda hər iki təzyiq bərabərdir. Onda  $v_f - v_+ = 0$  və (4) tənliyinə əsasən  $v_f - v_+ = 0$ , uyğun olaraq  $p_+ = p_-$ ,  $v_+ = v_- = v_f$ . Bu meteoroloji ayırma səthidir. Cəbhə səthinə normal olan iki meteoroloji dəyişən, təzyiq və sürətin toplananı bu səthlərdə sıçrayışa məruz qala bilməz. Yəni cəbhə səthi hər iki hava kütləsi ilə eyni sürətlə hərəkət edir. Bəzi dəyişənlər isə - temperatur, sıxlıq, sürətin toxunan toplananları dağılmaya məruz qalırlar.

İkinci halda təzyiqin dəyişməsində sıçrayış baş verir. O zaman hər iki hava kütləsinin sürəti də sıçrayışa məruz qalar. Yəni

$$\frac{(\rho_+ - \rho_-)}{(\rho_+ + \rho_-)} = \frac{\delta p}{\delta \rho} \approx \frac{dp}{d\rho} \equiv C_0^2 \quad (9)$$

$C_0^2$  - işarəsi bu kəmiyyətin həmişə müsbət olacağını göstərir. Həqiqətən biz  $\frac{dp}{d\rho}$  nisbətini termodinamikanın birinci qanunundan və politropik prosesin fərziyyəindən istifadə edərək iki formada təyin edə bilərik. ( Politropik proses deyəndə - qazın termodinamik proses zamanı xüsusi istilik tutumunun dəyişməməsi nəzərdə tutulur)

Bir tərəfdən ,

$$dQ = c_v dT - \frac{RT}{\rho} d\rho. \quad (10)$$

digər tərəfdən , ( $C$  – istilik tutumu,  $c_v$   $c_p$  – eyni təzyiq və həcmdə həmin qazın istilik tutumu,

$$dQ = c_v dT + p d\alpha = c_v dT + p d\left(\frac{1}{\rho}\right) = c_v dT - \left(\frac{\rho RT}{\rho^2}\right) d\rho \rightarrow dQ = c_v dT - \frac{RT}{\rho} d\rho. \quad (11)$$

Politropik prosesdə  $dQ = c dT$  olur və (10), (11) tənlikləri aşağıdakıları yazmağa imkan verir:

$$(c_p - c) dT = -\frac{RT}{p} dp, \quad (c_v - c) dT = -\frac{RT}{\rho} d\rho. \quad (12)$$

(12) - nin birinci tənliyini ikinciyə bölsək alarıq:

$$\frac{(c_p - c)}{(c_v - c)} = \frac{\rho dp}{p d\rho} \rightarrow \frac{dp}{d\rho} = \frac{(c_p - c)}{(c_v - c)} RT. \quad (13)$$

$C$  politropik istilik tutumu və mənfi olmalıdır. Həqiqətən fərz edək ki, hava hissəciyi onu əhatə edən mühitdən istidir. İstilik keçiriciliyi nəticəsində, o istiliyini itirəcək, ona görə də  $dT > 0$  olanda  $dQ < 0$  və  $c = dQ/dT < 0$  olur. Əksinə, əgər  $dT < 0$  -sa onda  $dQ > 0$  və yenə də  $c < 0$  olar.

Cəbhə səthi həm hava kütləsi ilə eyni istiqamətdə, həm də əks istiqamətdə hərəkət edə bilər. Bu cür səthlər meteorologiya üçün heç bir əhəmiyyət kəsb etmir. Bunlar zərbə dalğalarıdır ki, çox sürətlə hərəkət edən təyyarə, meteoritlər və s. ətrafında və ya güclü partlayış zamanı əmələ gəlirlər. Bu dalğalarda təzyiq və temperatur çox böyük olur. Aydındır ki, həyəcanlanmış havadakı təzyiq  $p_-$ , həyəcanlanmamış havadakı  $p_+$ , təzyiqindən çoxdur. Onda uyğun olaraq  $c_- > c_+$  - dir.

(14) tənliyinə görə  $v_f - v_+ > C_0$ , başqa sözlə zərbə dalğaları həyəcanlanmamış atmosfərə səs sürətilə daxil olurlar Bu hal hava hissəciyinin vaxtından öncə hərəkətə gəlməsinə və səsdən sürətli hərəkət edən maddələrin önə keçməsinə mane olan səbəbdir. Məhz səs dalğaları hava hissəciklərini hərəkət etməyə məcbur edir və təzyiq qradientini səlisləşdirir. Zərbə dalğasının arxasında hissəciklər sıxılmış və təcillənmiş haldadır və onların nisbi sürəti  $v_f - v_+$ , səsin sürətindən  $C_0$  azdır.