

- ثرموداينمك الهواء الجاف:

يتكون الهواء الجاف من الغازات الرئيسية التالية وهي: الأوكسجين والنايتروجين والاركون وثاني اوكسيد الكربون وتخضع كلها لقانون الغازات المثالية تقريباً أي ان:

$$pv = nRT \dots (1)$$

حيث ان (p) هو ضغط كل غاز ($\frac{N}{m^2}$), (v) حجمه (m^3) و (n) عدد المولات و (R) ثابت الغاز للمول الواحد وقيمه ($\frac{J}{9m.mol.k} 8.313$) و (T) درجة الحرارة (K) وبما أن: $n = \frac{m}{M}$ حيث m هي كتلة الغاز و M وزنه الجزيئي (حيث ان قيمته للأوكسجين 32) فتصبح المعادلة (1): $Pv = \rho \frac{RT}{M} \dots (2)$

حيث (ρ) هي كثافة الغاز $\frac{M}{V}$

فإذا كانت النسبة المئوية الوزنية لخليط من الغازات في وحدة الحجم من الهواء هي $F_1, F_2, F_3 \dots$ الخ ووزنها الجزيئي $M_1, M_2, M_3 \dots$ على التوالي فان الضغط الكلي للهواء (قانون دالتون) يساوي:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \dots$$

$$= \frac{f_1 \rho}{M_1} RT + \frac{f_2 \rho}{M_2} RT + \frac{f_3 \rho}{M_3} RT + \dots$$

حيث (ρ) هي كثافة الخليط (M) الوزن الجزيئي المكافئ:

$$\begin{aligned} \frac{\rho RT}{M} &= \frac{f_1}{M_1} + \frac{f_2}{M_2} + \frac{f_3}{M_3} + \dots \rho RT \\ \frac{1}{M} &= \frac{f_1}{M_1} + \frac{f_2}{M_2} + \frac{f_3}{M_3} + \dots \\ \frac{1}{M} &= \sum_{i=1}^1 + \frac{f_i}{M_i} + \dots (3) \end{aligned}$$

لذلك فان قانون الغازات للهواء يصبح:

$$P = \rho \frac{RT}{M} = \rho rT \dots (5)$$

حيث (r) هو ثابت الغاز للهواء للكيلو غرام الواحد ويساوي $(287 \frac{J}{kg.k})$ و (v) حجمه وهو حجم وحدة الكتلة من الهواء (m^3) ويساوي $(\frac{1}{\rho})$.

- تغيير الضغط مع الارتفاع:

بما أن تغير الضغط (dp) للمائع الساكن مع الارتفاع يرتبط بالمعادلة

$$dp = -\rho g dz \dots (6)$$

وبالتعويض عن () في المعادلة (4) نحصل:

$$\frac{dp}{p} = -\frac{g}{rt} dz \dots (7)$$

وإذا فرضنا ثبوت درجة الحرارة مع الارتفاع (Z) فإن المعادلة تصبح بعد التكامل:

$$p = p_0 \exp - \left(\frac{g}{rT} \right) z \dots (8)$$

حيث (P_0) هو الضغط السطحي ($Z=0$) و P هو الضغط على ارتفاع (Z), (g) ثابت التعجيل الأرضي. وبصورة عامة فإن درجة الحرارة في التروبوسفير تنخفض مع الارتفاع ويسمى (بالانحدار الحراري الشاقولي) ويرمز له (α) حينئذ:

$$T = T_0 - \alpha z$$

$$p = P_0 \left(\frac{T_0 - \alpha z}{T_0} \right)^{g/r} \dots (9)$$

ويمكن تكامل المعادلة لتصبح:

T_0 = درجة حرارة الهواء قرب سطح الأرض بـ (K) (كلفن).

- القانون الأول للثرموداينمك:

إذا زودت كتلة من مادة بكمية (dQ) من الطاقة الحرارية فإن هذه الحرارة تتحول إلى شغل (dw) بسبب تمددها وإلى طاقة داخلية (du) تخزن في جزيئات المادة وطبقاً لقانون ضغط الطاقة فإن القانون الأول للثرموداينمك يعبر عنه بالمعادلة:

$$dQ = du + dw \dots \dots (10)$$

وبما أن $du = C_v dT$ للغاز المثالي و $dw = p dv$

فان المعادلة (10) تصبح: $dQ = C_v dT + P dv$

حيث (C_v) هي الحرارة النوعية لوحدة الكتل عند ثبوت الحجم كذلك فإن:

$P dv = r dT$, $dQ = C_p dT$ (عند ثبوت الضغط) بالتعويض نحصل:

$$C_p dT = C_v dT + r dT$$

$$C_p = C_v + r \dots \dots (11)$$

وكثيراً ما يفترض صعود الهواء إلى طبقات الجو العليا تحت ظروف اديباتيكية

لذلك فإن ($dQ=0$) وعليه فإن المعادلة (10) تصبح:

$$dQ = C_v dT + P dv = 0$$

وبتفاصيل المعادلة (5) نحصل: $P dv = -v dP$

وبالتعويض نحصل: $dQ = C_v dT - V dP$

أي أن: $= C_p dT - V dP$

$$= C_p dT - r \cdot T \cdot \frac{dp}{p} \dots \dots (12)$$

وعندما يكون $dQ=0$ فإن $C_p dT = V dp$ وبالقسمة على $P \cdot V = rT$ نحصل:

$$\frac{C_p dT}{r \cdot T} = \frac{dP}{P} \dots \dots (13)$$

ويتكامل المعادلة يكون: $\frac{C_p}{r} = \ln \frac{T}{T_0} = \ln \frac{P}{P_0}$

$$\left(\frac{T}{T_0}\right)^{Cp/r} = \left(\frac{P}{P_0}\right)$$

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^{r/Cp}$$

ولكنه $r = Cp - Cv$ ، $\frac{Cp}{Cv} = 1.4$ لا للهواء

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^K \dots (14)$$

$$K = \frac{r}{Cp} = 0.288$$

لذلك فان صعود الهواء اديباتيكياً من الأرض يصحبه انخفاض في درجة حرارته بسبب تمدده نظراً لانخفاض الضغط مع الارتفاع وغالباً ما نحتاج إلى خاصية ثابتة للهواء الجاف المتمد اديباتيكياً وهذه الخاصية تسمى (درجة الحرارة الاجهادية) ويرمز لها (θ) وهي تعرف بصورة اديباتيكية إلى مستوى مستوى الضغط (1000 ملي بار) وعليه فان (θ) تحسب من المعادلة:

$$\theta = T\left(\frac{1000}{p}\right)^K \dots (15)$$

وبالرغم من أن العمليات الحرارية في الجو لا تكون اديباتيكية بسبب عمليات المزج والاشعاع ومع ذلك فان استخدام (θ) مفيد لدراسة تاريخ حياة كتلة من الهواء الجاف اثناء انتقالها من مكان إلى آخر فوق سطح الأرض في فترات زمنية قصيرة (12 ساعة) لذلك فانها تعتبر كمية محافظة.