1. (a) **વાતાવરણમાં ઉપર જઈએ તેમ દબાણ ઘટે છે. જો હવાની ઘનતા ϱ હોય તો ઊંચાઈમાં dh ફેરફાર થતા દબાણમાં થતો ફેરફાર dP શોધો.**

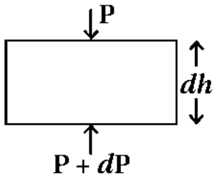
(b) **ધારો કે, દબાણ P ઘનતાના સમપ્રમાણમાં છે. જો પૃથ્વીની સપાટી પર દબાણ P_0 હોય તો h ઊંચાઈએ દબાણ P શોધો.**

(c) **$P_0 = 1.03 \times 10^5\ N/m^2$, $\varrho_0 = 129\ 10\ kg/m^3$ $g = 9.8\ m/s^2$ છે તો પૃથ્વીની સપાટીથી કેટલી ઊંચાઈએ દબાણ, પૃથ્વીની સપાટીના દબાણ કરતા $\frac{1}{10}$ ગણું ઘટશે ?**

(d) **વાતાવરણનું આ મૉડેલ પૃથ્વી, પ્રમાણમાં નાના અંતરો માટે કામ કરે છે. આ મૉડેલની મર્યાદા જણાવો.**

➠ વાતાવરણમાં ઉપર જતાં હવા પાતળી થતી જાય છે તેથી વાતાવરણનું દબાણ ઘટતું જાય છે.

(a) આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે હવાનો સમક્ષિતિજ ખંડ વિચારો તેના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ A અને ઊંચાઈ dh છે.



➠ આ ખંડની ઉપરની સપાટી પર દબાણ P અને નીચેની સપાટી પર P_1 dP દબાણ લાગે છે.

➠ આ ખંડ સમતોલનમાં હોય તો ઊર્ધ્વદિશામાં લાગતા બળો ખંડના વજનને સમતોલે.

$(P + dP)\ A - PA = -\ mg$ ($\because$ દળ = કદ $\times$ ઘનતા)

$\therefore\ (dP)\ A = -\ \varrho(A dh)g$

(ϱ = હવાની ઘનતા છે)

$\therefore\ dp = -\varrho g dh$ ....(1)

ઋણ ચિહ્ન દર્શાવે છે કે ઊંચાઈ વધતા દબાણ ઘટે છે.

(b) પૃથ્વીની સપાટી પર હવાની ઘનતા ϱ_0 ધારીશું. દબાણ P_0 ધારીશું.

પ્રશ્નમાં આપ્યા પ્રમાણે, દબાણ $\propto$ ઘનતા

$\therefore\ P \propto \varrho$ અને $P_0 \propto \varrho_0$

$$\therefore \frac{P}{P_0} = \frac{\varrho}{\varrho_0}$$

$$\therefore \varrho = \left(\frac{P}{P_0}\right)\varrho_0 \qquad ....(2)$$

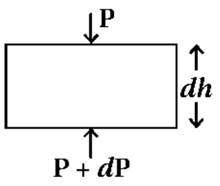
સમીકરણ (1) માં (2) ની કિંમત મુકતાં,

$$dP = -\left(\frac{P}{10}\right)\varrho_0\ g dh$$

$$\therefore \frac{dP}{P} = -\ \frac{\varrho_0 g}{P_0}\ dh$$

➠ વાતાવરણમાં ઉપર જતાં હવા પાતળી થતી જાય છે તેથી વાતાવરણનું દબાણ ઘટતું જાય છે.

(a) આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે હવાનો સમક્ષિતિજ ખંડ વિચારો તેના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ A અને ઊંચાઈ dh છે.



➠ આ ખંડની ઉપરની સપાટી પર દબાણ P અને નીચેની સપાટી પર P_1 dP દબાણ લાગે છે.

➠ આ ખંડ સમતોલનમાં હોય તો ઊર્ધ્વદિશામાં લાગતા બળો ખંડના વજનને સમતોલે.

$(P + dP) A - PA = - mg$ ($\because$ દળ = કદ $\times$ ઘનતા)

$\therefore (dP) A = - \varrho(A dh)g$

(ϱ = હવાની ઘનતા છે)

$\therefore dp = - \varrho g dh$ ....(1)

ઋણ ચિહ્ન દર્શાવે છે કે ઊંચાઈ વધતા દબાણ ઘટે છે.

(b) પૃથ્વીની સપાટી પર હવાની ઘનતા ϱ_0 ધારીશું. દબાણ P_0 ધારીશું.
પ્રશ્નમાં આપ્યા પ્રમાણે, દબાણ $\propto$ ઘનતા

$\therefore P \propto \varrho$ અને $P_0 \propto \varrho_0$

$$\therefore \frac{P}{P_0} = \frac{\varrho}{\varrho_0}$$

$$\therefore \varrho = \left(\frac{P}{P_0}\right) \varrho_0 \quad ....(2)$$

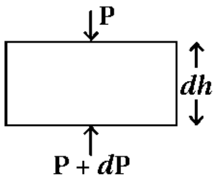
સમીકરણ (1) માં (2) ની કિંમત મુકતાં,

$$dP = -\left(\frac{P}{10}\right) \varrho_0 \, g dh$$

$$\therefore \frac{dP}{P} = -\frac{\varrho_0 g}{P_0} dh$$

➠ વાતાવરણમાં ઉપર જતાં હવા પાતળી થતી જાય છે તેથી વાતાવરણનું દબાણ ઘટતું જાય છે.

(a) આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે હવાનો સમક્ષિતિજ ખંડ વિચારો તેના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ A અને ઊંચાઈ dh છે.



➠ આ ખંડની ઉપરની સપાટી પર દબાણ P અને નીચેની સપાટી પર P_1 dP દબાણ લાગે છે.

➠ આ ખંડ સમતોલનમાં હોય તો ઊર્ધ્વદિશામાં લાગતા બળો ખંડના વજનને સમતોલે.

$(P + dP) A - PA = - mg$ ($\because$ દળ = કદ $\times$ ઘનતા)

$\therefore (dP) A = - \varrho(A dh)g$

(ϱ = હવાની ઘનતા છે)

$\therefore dp = - \varrho g dh$ ....(1)

ઋણ ચિહ્ન દર્શાવે છે કે ઊંચાઈ વધતા દબાણ ઘટે છે.

(b) પૃથ્વીની સપાટી પર હવાની ઘનતા ϱ_0 ધારીશું. દબાણ P_0 ધારીશું.
પ્રશ્નમાં આપ્યા પ્રમાણે, દબાણ $\propto$ ઘનતા

$\therefore P \propto \varrho$ અને $P_0 \propto \varrho_0$

$$\therefore \frac{P}{P_0} = \frac{\varrho}{\varrho_0}$$

$$\therefore \varrho = \left(\frac{P}{P_0}\right) \varrho_0 \quad ....(2)$$

સમીકરણ (1) માં (2) ની કિંમત મુકતાં,

$$dP = -\left(\frac{P}{10}\right) \rho_0 \ gdh$$

$$\therefore \frac{dP}{P} = -\frac{\rho_0 g}{P_0} \ dh$$

2. **પ્રવાહીમાં પૃષ્ઠતાણ, પ્રવાહીના અણુઓ વચ્ચેના આંતરઅણુબળના કારણે ઉદ્‌ભવે છે. તાપમાન વધતા પૃષ્ઠતાણ ઘટે છે અને ઉત્કલનબિંદુએ પૃષ્ઠતાણ જોવા મળતું નથી. પાણીની ઉત્કલન ગુપ્ત ઉષ્મા $L_V = 540 \ \frac{kcal}{kg}$, ઉષ્માનો યાંત્રિક તુલ્યાંક $J = 4.2 \ \frac{J}{cal}$ પાણીની ઘનતા $\rho_W = 10^3 \ kg \ l^{-1}$, એવોગેડ્રો અંક $N_A = 6.0 \times 10^{26}$ k mole^{-1} છે.**

પાણીનો અણુભાર M_A = 18 kg, 1 k mole પાણી માટે છે.

(a) પાણીના અણુને સંપૂર્ણ રીતે બાષ્પમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે જરૂરી ઊર્જા શોધો.

(b) પાણીના અણુ માટે આંતર અણુ અંતર $d = \left(\frac{M_A}{N_A} \times \frac{1}{\rho_W}\right)^{\frac{1}{3}}$ છે તેમ સાબિત કરો અને તેનું મૂલ્ય શોધો.

(c) 1 વાતાવરણ દબાણે 1 g પાણીની વરાળ 1601 cm^3 જગ્યા રોકે છે. તો ઉત્કલનબિંદુએ બાષ્પ માટે આંતર અણુ અંતર શોધો.

(d) પાણીના બાષ્પીભવન દરમિયાન અણુબળ F નું નિવારણ થાય છે, જે પાણીના અણુના બાષ્પીભવન દરમિયાન આંતર અણુ અંતર d માંથી d' થવા માટેનું જરૂરી બળ F છે. તો આ બળ F શોધો.

(e) $\frac{F}{d}$ શોધો જે પૃષ્ઠતાણ આપે છે.

➠ (a) $L_V = 540 \ kcal \ kg^{-1}$

$= 540 \times 10^3 \ cal \ kg^{-1}$

$= 540 \times 10^3 \times (4.2 \ J) \ kg^{-1}$

1 kg પાણીના બાષ્પીભવન માટે જરૂરી ઊર્જા L_V છે.

$\therefore$ M_A kg પાણીના બાષ્પીભવન માટે જરૂરી ઊર્જા $M_A L_V$ છે.

M_A kg, 1 mol પાણીનું દળ છે. તેમાં N_A અણુઓ છે.

N_A અણુઓના બાષ્પીભવન માટે જરૂરી ઊર્જા $M_A L_V$

$\therefore$ 1 અણુ માટે જરૂરી ઊર્જા U છે.

$$U = \frac{M_A L_V}{N_A} \text{ જૂલ}$$

$$= \frac{(18)(540)(4.2 \times 16^3)}{6 \times 10^{26}} \text{ જૂલ}$$

$= 6.8 \times 10^{-20}$ જૂલ જે પાણીના એક અણુનું બાષ્પીભવન કરવા જરૂરી ઊર્જા છે.

(b) પાણીના અણુઓ વચ્ચેનું અંતર d ધારીશું.

➠ પાણીના N_A અણુઓનું કદ $= \frac{M_A}{\rho_W}$

➠ એક અણુનું કદ $d^3 = \frac{M_A}{N_A \rho_W}$

➠ $$\therefore d = \left[\frac{M_A}{N_A \rho_W}\right]^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore d = \left[\frac{18}{6 \times 10^{26} \times 10^3}\right]^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore d = (30 \times 10^{-30})^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 3.1 \times 10^{-10} m$$

➠ (a) $L_V = 540 \text{ kcal kg}^{-1}$

$= 540 \times 10^3 \text{ cal kg}^{-1}$

$= 540 \times 10^3 \times (4.2 \text{ J}) \text{ kg}^{-1}$

1 kg પાણીના બાષ્પીભવન માટે જરૂરી ઊર્જા L_v છે.

$\therefore$ M_A kg પાણીના બાષ્પીભવન માટે જરૂરી ઊર્જા $M_A L_V$ છે.

M_A kg, 1 mol પાણીનું દળ છે. તેમાં N_A અણુઓ છે.

N_A અણુઓના બાષ્પીભવન માટે જરૂરી ઊર્જા $M_A L_v$

$\therefore$ 1 અણુ માટે જરૂરી ઊર્જા U છે.

$$U = \frac{M_A L_v}{N_A} \text{ જૂલ}$$

$$= \frac{(18)(540)(4.2 \times 16^3)}{6 \times 10^{26}} \text{ જૂલ}$$

$= 6.8 \times 10^{-20}$ જૂલ જે પાણીના એક અણુનું બાષ્પીભવન કરવા જરૂરી ઊર્જા છે.

(b) પાણીના અણુઓ વચ્ચેનું અંતર d ધારીશું.

➠ પાણીના N_A અણુઓનું કદ $= \dfrac{M_A}{\rho_W}$

➠ એક અણુનું કદ $d^3 = \dfrac{M_A}{N_A \rho_W}$

➠ $$\therefore d = \left[\frac{M_A}{N_A \rho_W}\right]^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore d = \left[\frac{18}{6 \times 10^{26} \times 10^3}\right]^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore d = (30 \times 10^{-30})^{\frac{1}{3}}$$

$d = 3.1 \times 10^{-10}$m

➠ (a) $L_V = 540 \text{ kcal kg}^{-1}$

$= 540 \times 10^3 \text{ cal kg}^{-1}$

$= 540 \times 10^3 \times (4.2 \text{ J}) \text{ kg}^{-1}$

1 kg પાણીના બાષ્પીભવન માટે જરૂરી ઊર્જા L_v છે.

$\therefore$ M_A kg પાણીના બાષ્પીભવન માટે જરૂરી ઊર્જા $M_A L_V$ છે.

M_A kg, 1 mol પાણીનું દળ છે. તેમાં N_A અણુઓ છે.

N_A અણુઓના બાષ્પીભવન માટે જરૂરી ઊર્જા $M_A L_v$

$\therefore$ 1 અણુ માટે જરૂરી ઊર્જા U છે.

$$U = \frac{M_A L_v}{N_A} \text{ જૂલ}$$

$$= \frac{(18)(540)(4.2 \times 16^3)}{6 \times 10^{26}} \text{ જૂલ}$$

$= 6.8 \times 10^{-20}$ જૂલ જે પાણીના એક અણુનું બાષ્પીભવન કરવા જરૂરી ઊર્જા છે.

(b) પાણીના અણુઓ વચ્ચેનું અંતર d ધારીશું.

➠ પાણીના N_A અણુઓનું કદ $= \dfrac{M_A}{\rho_W}$

➠ એક અણુનું કદ $d^3 = \dfrac{M_A}{N_A \rho_W}$

1

➠ $\therefore d = \left[\frac{M_A}{N_A \rho_W}\right]^{3}$

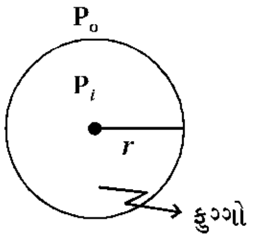
$$\therefore d = \left[\frac{18}{6 \times 10^{26} \times 10^{3}}\right]^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore d = (30 \times 10^{-30})^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 3.1 \times 10^{-10} m$$

3. **હવા ભરેલા ગોળાકાર બલુનની ત્રિજ્યા 8 m છે. તેમાં ભરાયેલી હવાનું તાપમાન 60° C છે. જો બહારનું તાપમાન 20° C હોય તો આ બલુન વધુમાં વધુ કેટલા દળને ઊંચકીને ઊડી શકે ? હવાને આદર્શવાયુ ધારો.**
R = 8.314 J $mole^{-1}K^{-1}$, 1atm = 1.013 × 10^5 P_a, બલુનના કાપડની સપાટીનું તણાવ = 5N/m છે.

➠ વક્ર સપાટી માટે બહારથી લાગતા દબાણ કરતા અંદરથી (અંતર્ગોળ સપાટી પર) લાગતું દબાણ વધુ હોય છે.



➠ ધારો કે, ફુગ્ગાના અંદરનું દબાણ P_i અને બહારનું દબાણ P_o છે. તેથી વધારાનું દબાણ

$$P_i - P_o = \frac{2s}{r}$$

જ્યાં s = પૃષ્ઠતાણ

r = ફુગ્ગાની ત્રિજ્યા

➠ હવાને આદર્શવાયુ લેતાં ફુગ્ગાની અંદરની હવા માટે

$P_iV = n_iRT_i$ ....(1)

(જ્યાં V = ફુગ્ગાની અંદરની હવાનું કદ છે)

n_i = અંદરની હવાના અણુઓની સંખ્યા છે.

T_i = અંદરની હવાનું તાપમાન છે.

➠ બલુનની બહારની હવા માટે

$P_oV = n_oRT_o$ ....(2)

જ્યાં V = બલુને તેના કદ જેટલી ખસેડેલી હવાનું કદ

P_o = બહારની હવાનું દબાણ

n_o = બલુને ખસેડેલી હવાના અણુઓની સંખ્યા.

T_o = બહારનું તાપમાન

➠ સમીકરણ (1) પરથી $n_i = \frac{P_iV}{RT_i} = \frac{M_i}{M_A}$ ....(3)

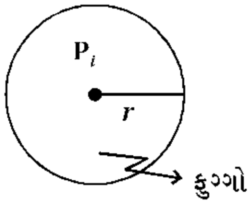
(જ્યાં M_i અંદરની હવાનું દળ અને M_A હવાનો અણુભાર છે.)

➠ સમીકરણ (2) પરથી $n_o = \frac{P_oV}{RT_o} = \frac{M_o}{M_A}$ ....(4)

(જ્યાં M_o = બહારના વિભાગમાં વિસ્થાપિત હવાનું દળ છે.)

➠ વક્ર સપાટી માટે બહારથી લાગતા દબાણ કરતા અંદરથી (અંતર્ગોળ સપાટી પર) લાગતું દબાણ વધુ હોય છે.

P_o



➠ ધારો કે, ફુગ્ગાના અંદરનું દબાણ P_i અને બહારનું દબાણ P_o છે. તેથી વધારાનું દબાણ

$$P_i - P_o = \frac{2s}{r}$$

જ્યાં s = પૃષ્ઠતાણ

r = ફુગ્ગાની ત્રિજ્યા

➠ હવાને આદર્શવાયુ લેતાં ફુગ્ગાની અંદરની હવા માટે

$P_iV = n_iRT_i$ ....(1)

(જ્યાં V = ફુગ્ગાની અંદરની હવાનું કદ છે)

n_i = અંદરની હવાના અણુઓની સંખ્યા છે.

T_i = અંદરની હવાનું તાપમાન છે.

➠ બલુનની બહારની હવા માટે

$P_oV = n_oRT_o$ ....(2)

જ્યાં V = બલુને તેના કદ જેટલી ખસેડેલી હવાનું કદ

P_o = બહારની હવાનું દબાણ

n_o = બલુને ખસેડેલી હવાના અણુઓની સંખ્યા.

T_o = બહારનું તાપમાન

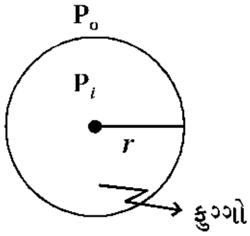
➠ સમીકરણ (1) પરથી $n_i = \frac{P_iV}{RT_i} = \frac{M_i}{M_A}$ ....(3)

(જ્યાં M_i અંદરની હવાનું દળ અને M_A હવાનો અણુભાર છે.)

➠ સમીકરણ (2) પરથી $n_o = \frac{P_oV}{RT_o} = \frac{M_o}{M_A}$ ....(4)

(જ્યાં M_o = બહારના વિભાગમાં વિસ્થાપિત હવાનું દળ છે.)

➠ વક્ર સપાટી માટે બહારથી લાગતા દબાણ કરતા અંદરથી (અંતર્ગોળ સપાટી પર) લાગતું દબાણ વધુ હોય છે.



➠ ધારો કે, ફુગ્ગાના અંદરનું દબાણ P_i અને બહારનું દબાણ P_o છે. તેથી વધારાનું દબાણ

$$P_i - P_o = \frac{2s}{r}$$

જ્યાં s = પૃષ્ઠતાણ

r = ફુગ્ગાની ત્રિજ્યા

➠ હવાને આદર્શવાયુ લેતાં ફુગ્ગાની અંદરની હવા માટે

$P_iV = n_iRT_i$ ....(1)

(જ્યાં V = ફુગ્ગાની અંદરની હવાનું કદ છે)

n_i = અંદરની હવાના અણુઓની સંખ્યા છે.

T_i = અંદરની હવાનું તાપમાન છે.

➠ બલુનની બહારની હવા માટે

$P_oV = n_oRT_o$ ....(2)

જ્યાં V = બલુને તેના કદ જેટલી ખસેડેલી હવાનું કદ

P_o = બહારની હવાનું દબાણ

n_o = બલુને ખસેડેલી હવાના અણુઓની સંખ્યા.

T_o = બહારનું તાપમાન

➠ સમીકરણ (1) પરથી $n_i = \frac{P_i V}{RT_i} = \frac{M_i}{M_A}$ ....(3)

(જ્યાં M_i અંદરની હવાનું દળ અને M_A હવાનો અણુભાર છે.)

➠ સમીકરણ (2) પરથી $n_o = \frac{P_o V}{RT_o} = \frac{M_o}{M_A}$ ....(4)

(જ્યાં M_o = બહારના વિભાગમાં વિસ્થાપિત હવાનું દળ છે.)