

ОСНОВЫ СТАТИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ АТМОСФЕРЫ

УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ГАЗОВ

- Уравнение, выражающее связь между переменными величинами (параметрами), определяющими физическое состояние газа.
- Для идеального газа – это уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$Pv = (R^*/\mu) T,$$

где P – давление газа, v – удельный объем, R^* – универсальная газовая постоянная, μ – молекулярный вес

ГАЗОВАЯ ПОСТОЯННАЯ

- Газовая постоянная (ГП) – постоянная величина, представляет собой работу расширения газа, нагревающегося на 1° при постоянном давлении.
- Универсальная ГП (R^*) относится к одному молю, т.е. универсальная ГП численно равна работе, которую может совершить 1 моль газа при нагревании на 1° при постоянном давлении

ГАЗОВАЯ ПОСТОЯННАЯ

- Универсальность R^* вытекает из закона Авогадро, согласно которому моли всех идеальных газов при одинаковых давлении и температуре занимают одинаковый объем, поэтому R^* одинакова для всех газов $R^* = 8,3 \cdot 10^3$ Дж/кмоль К
- Удельная (или характеристическая) ГП относится к 1 г или 1 кг газа, поэтому имеет разные значения для разных газов

УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СУХОГО ВОЗДУХА

$$Pv = R_c T \quad \text{или} \quad P = \rho R_c T, \quad \text{или} \quad \rho = P/R_c T,$$

- P – атмосферное давление
- v – удельный объем, $v = 1/\rho$
- $R_c = R^*/\mu$ - удельная газовая постоянная сухого воздуха, $R_c = 8,3 \cdot 10^3 / 28,966 = 287$ Дж/кг К
- T – температура воздуха
- ρ – плотность

УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА

$$Pv = R_c T_v \text{ или } P = \rho R_c T_v, \text{ или } \rho = P/R_c T_v,$$

- P – атмосферное давление
- v – удельный объем, $v = 1/\rho$
- $R_c = R^*/\mu$ - удельная газовая постоянная сухого воздуха, $R_c = 8,3 \cdot 10^3 / 28,966 = 287$ Дж/кг К
- T_v – виртуальная температура, $T_v = T (1 + 0,608q)$, где q – удельная влажность воздуха
- ρ – плотность

ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ СТАТИКИ АТМОСФЕРЫ

- Уравнение, описывающее изменение атмосферного давления с высотой в предположении статического равновесия, т.е. при равновесии силы тяжести и вертикальной составляющей барического градиента:

$$dP = - \rho g dz,$$

- где dP – приращение атмосферного давления, dz – приращение высоты, ρ – плотность, g – ускорение свободного падения
- Интегралы основного уравнения статики называются барометрическими формулами

ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ

- Первое начало термодинамики – количественное выражение закона сохранения энергии для термодинамической системы
- В метеорологии этот закон записывается в виде уравнения притока тепла:

$$dq = c_p dT_i - R_c T_i dP/P, \text{ где}$$

- dq – количество тепла, сообщенное воздушной частице
- c_p - удельная теплоемкость при постоянном давлении
- T_i - температура воздушной частицы
- R_c - удельная газовая постоянная сухого воздуха
- P – атмосферное давление

АДИАБАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

- Термодинамический процесс называется адиабатическим, если он протекает без теплообмена частицы с окружающей средой
- Сухоадиабатический процесс – адиабатическое изменение состояния сухого или ненасыщенного влажного воздуха, сухоадиабатический градиент температуры $\gamma_c = 0,98^\circ/100\text{м}$
- Влажноадиабатический процесс – адиабатический процесс во влажном насыщенном воздухе, влажноадиабатический градиент изменяется в зависимости от температуры и давления

Схематические примеры неустойчивой, устойчивой и безразличной стратификации в сухом воздухе

