

Φυλλάδιο Ασκήσεων 1

1. Μια χρονικά μεταβαλλόμενη μονοδιάστατη ροή περιγράφεται από το παρακάτω πεδίο ταχυτήτων

$$u(x, t) = \frac{2}{\gamma + 1} \left(\frac{x}{t} - \alpha_0 \right)$$

και κατανομή πυκνότητας

$$\rho(x, t) = \rho_0 \left(\frac{\gamma - 1}{\gamma + 1} \frac{x}{t} \frac{1}{\alpha_0} + \frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{2}{\gamma - 1}}.$$

Να υπολογίσετε την υλική παράγωγο της πυκνότητας και να επαληθεύσετε ότι ισχύει η εξίσωση διατήρησης μάζας:

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho \frac{\partial u}{\partial x} = 0.$$

2. Παρατηρήσεις κατά μήκος ενός ανατολικά-δυτικά εκτεινόμενου ψυχρού μετώπου δείχνουν βόρειους ανέμους 10m/s βορείως του μετώπου και νότιους ανέμους 5m/s νοτίως του μετώπου σε υψόμετρο 1km. Οι παρατηρήσεις αυτές έγιναν σε σταθμούς που απέχουν 100km. Αν υποθέσουμε ότι η κατακόρυφη ταχύτητα αέρα στην επιφάνεια είναι 0m/s, να υπολογιστεί η κατακόρυφη ταχύτητα του αέρα σε ύψος 1km. Υποθέστε ότι η πυκνότητα δεν μεταβάλλεται στο χώρο και στο χρόνο.
3. Να υπολογίσετε τη συχνότητα Brunt-Väisälä για το στρώμα της ατμόσφαιρας μεταξύ 843 και 500 hPa από τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα:

Table 3.3 Meteorological observations for calculations required in question 3.5

Pressure level	Height	Temperature	Mixing ratio
843 hPa	1625 m	5°C	6.2 g kg ⁻¹
500 hPa	5840 m	-9°C	0.8 g kg ⁻¹
300 hPa	9570 m	-38°C	0.3 g kg ⁻¹
100 hPa	16520 m	-64°C	0.01 g kg ⁻¹

4. Μια στοιχειώδης μάζα αέρα που βρίσκεται στα 850hPa έχει θερμοκρασία 17°C και ανυψώνεται αδιαβατικά μέχρι το επίπεδο των 500hPa. Ποιά είναι η δυναμική της θερμοκρασία, η θερμοκρασία και η πυκνότητα της στην καινούργια της θέση; Αν η θερμοκρασία περιβάλλοντος σε αυτό το επίπεδο είναι -20°C, ποιά θα είναι η κίνηση της αέριας μάζας στη συνέχεια;

5. Να υπολογίσετε την καθ' ύψος μεταβολή dT/dz της θερμοκρασίας για μια ξηρή αδιαβατική ανύψωση. Αν υποθέσουμε ότι το $-dT/dz = \gamma = \text{σταθερό}$ να δείξετε ότι ολοκληρώνοντας μεταξύ δύο επιπέδων πίεσης p_0 και p_1 που απέχουν κατακόρυφα κατά z , έχουμε

$$z = \frac{T_0}{\gamma} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p_1} \right) \right]^{-R_d/g}.$$

Να υπολογίσετε το πάχος της ατμόσφαιρας μεταξύ 1000hPa και 500hPa αν $\gamma = 6.5\text{K km}^{-1}$.

6. Μία αέρια μάζα θερμοκρασίας 17°C και σημείου δρόσου 3°C υψώνεται αδιαβατικά από τη στάθμη των 950hPa. α) Καθορίστε την πίεση και τη θερμοκρασία ισημερινικής συμπύκνωσης. β) Αν η αέρια μάζα συνεχίσει να ανέρχεται για 210hPa πάνω από το επίπεδο συμπύκνωσης, ποια θα είναι η τελική της θερμοκρασία και πόσο νερό του νέφους (σε g/kg) θα συμπυκνωθεί;
7. Μία αέρια μάζα στα 950hPa έχει θερμοκρασία $T = 14^\circ\text{C}$ και αναλογία μίγματος $r = 6\text{g/kg}$. Ποια είναι η σχετική της υγρασία και ποιο το σημείο δρόσου. (Απ., $RH = 45\%$, $T_d = 6^\circ\text{C}$).