

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Συνοπτική ανάπτυξη των σημαντικότερων ατμοσφαιρικών μηχανισμών απομάκρυνσης των ρύπων. *(μον. 1)*
β) Σημασία των ατμοσφαιρικών μηχανισμών απομάκρυνσης των ρύπων στα προβλήματα ρύπανσης. *(μον. 1)*

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

- α) Χωρικές κλίμακες της διασποράς. *(μον. 1)*
β) Παράμετροι επίδρασης στη διασπορά των ρύπων σε τοπική κλίμακα. *(μον. 1)*

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

- α) Είδη ανύψωσης του θυσάνου - Πότε κυριαρχεί το κάθε είδος; *(μον. 1,2)*
β) Ποιοι φυσικοί παράμετροι επιδρούν στην ανύψωση του θυσάνου; *(μον. 1,3)*
γ) Μετά από υπολογισμούς βρέθηκε ότι το τελικό ύψος θυσάνου σε συνθήκες ευστάθειας είναι $H_1=135$ m όταν το μέτρο της ταχύτητας του ανέμου είναι $u_1=2$ m/s, και $H_2=120$ m όταν το μέτρο της ταχύτητας του ανέμου είναι $u_2=0,5$ m/s. Εάν πραγματοποιούσατε μια μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τη χρήση μοντέλου θυσάνου του Gauss, ποια από τις δύο τιμές θα χρησιμοποιούσατε ως ενεργό ύψος και γιατί; *(μον. 0,5)*

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

- α) Αν σταθμός παραγωγής ενέργειας εκπέμπει SO_2 με ρυθμό $Q=30$ g/s και με ενεργό ύψος 50 m να βρεθεί η μέγιστη συγκέντρωση και η απόσταση που εμφανίζεται για τις κλάσεις ευστάθειας B, C, D, E. *(μον. 1,5)*
β) Σε ποιες περιπτώσεις οι συγκεντρώσεις είναι μεγαλύτερες από το όριο επιφυλακής για το SO_2 που είναι 135 ppb (μέσες ωριαίες τιμές); *(μον. 1,5)*
Δίνεται ότι η ταχύτητα ανέμου u στο ύψος της καμινάδας για τις κλάσεις ευστάθειας είναι **B: $u=2$ m/s, C: $u=3$ m/s, D: $u=5$ m/s, E: $u=4$ m/s**
Πίεση αέρα: **P=1013 mb**, Θερμοκρασία αέρα: **$\theta=25^\circ C$** , Μοριακό Βάρος SO_2 : **MB=64**

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Διαχείριση ποιότητας αέρα: Τι είναι και ποιες είναι οι συνιστώσες της; *(μον. 1)*
β) Περιβαλλοντικές Μελέτες: Γιατί πραγματοποιούνται και που στηρίζονται για να πραγματοποιηθούν; *(μον. 1)*

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

- α) Συνοπτική ανάπτυξη των θεωριών για τη μελέτη της διάχυσης σε τυρβώδη ροή. *(μον. 1)*
β) Βασικό πρότυπο βαθμωτής μεταφοράς και φυσική σημασία των όρων. *(μον. 1)*

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

- α) Γκαουσιανά μοντέλα ή μοντέλα θυσάνου του Gauss. *(μον. 1)*
β) Προϋποθέσεις για την εφαρμογή των μοντέλων θυσάνου του Gauss. *(μον. 1,5)*
γ) Γιατί, παρά τους περιορισμούς που υπάρχουν, τα γκαουσιανά μοντέλα χρησιμοποιούνται ευρύτατα; *(μον. 0,5)*

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Σταθμός παραγωγής ενέργειας σχεδιάζεται να εγκατασταθεί σε απόσταση 3 km από κατοικημένη περιοχή.

- α) Αν ο ρυθμός εκπομπής SO₂ από τη μονάδα είναι Q=60 g/s, για ποια ενεργά ύψη εκπομπής εμφανίζεται η μέγιστη ωριαία συγκέντρωση στην κατοικημένη περιοχή για τις διάφορες κλάσεις ευστάθειας; Ποιες είναι οι μέγιστες συγκεντρώσεις σε κάθε περίπτωση; *(μον. 2)*
β) Αν πραγματοποιούσατε την περιβαλλοντική μελέτη για την εγκατάσταση του σταθμού, θα προτεινάτε τελικά να γίνει η εγκατάσταση ή όχι και γιατί; *(μον. 1)*

Δίνεται ότι η ταχύτητα του ανέμου στο ενεργό ύψος εκπομπής της καμινάδας για τις διάφορες κλάσεις ευστάθειας είναι:

A: 1,5 m/s, B: 2,5 m/s, C: 4 m/s, D: 7 m/s, E= 8 m/s, F= 5 m/s

Όριο επιφυλακής (μέση ωριαία τιμή) για το SO₂: 350 μg/m³.

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Συνοπτική ανάπτυξη της δομής ενός απλού μοντέλου υπολογισμού της διασποράς ρύπων. *(μον. 1)*
- β) Σχολιάστε το γενικό κανόνα «Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων ενός μοντέλου είναι συνάρτηση της πολυπλοκότητάς του». *(μον. 1)*

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 3)

- α) Κατώρευμα: Τι είναι, πως δημιουργείται και ποιες οι επιπτώσεις του στις συγκεντρώσεις εδάφους. *(μον. 1,5)*
- β) Τι κατασκευαστικά μέτρα μπορούν να ληφθούν, ώστε να μειωθεί/εξαλειφθεί η πιθανότητα δημιουργίας κατωρέυματος σε ένα θύσανο. *(μον. 1,5)*

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

- α) Σημασία του μέτρου και της διεύθυνσης της ταχύτητας του ανέμου στον υπολογισμό της διασποράς των αέριων ρύπων από μοντέλο Gauss. *(μον. 1)*
- β) Παράμετροι που καθορίζουν τη μεταβολή του μέτρου και της διεύθυνσης της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος. *(μον. 1)*

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Σταθμός παραγωγής ενέργειας εκπέμπει SO₂ σε ενεργό ύψος 40 m.

- α) Να βρεθεί η απόσταση που εμφανίζεται η μέγιστη συγκέντρωση για όλες τις κλάσεις ευστάθειας. *(μον. 1,5)*
- β) Με δεδομένο ότι το όριο επιφυλακής για το SO₂ είναι 350 μg/m³ (μέσες ωριαίες τιμές), ποιος μπορεί να είναι ο μέγιστος ρυθμός εκπομπής Q σε g/s του SO₂ από το σταθμό σε κάθε κλάση ευστάθειας, έτσι ώστε να μην υπάρξει υπέρβαση του ορίου; *(μον. 1,5)*

Τυπικές ταχύτητες του ανέμου στο ενεργό ύψος εκπομπής της καμινάδας για τις διάφορες κλάσεις ευστάθειας είναι:

A: 2 m/s, B: 3 m/s, C: 4 m/s, D: 6 m/s, E: 5 m/s, F: 4 m/s

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

Συνοπτική ανάπτυξη των διαδικασιών μεταφοράς των αερίων ρύπων (*μον. 2*)

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

Προσεγγίσεις κατά Euler και κατά Lagrange για τον υπολογισμό της ατμοσφαιρικής διασποράς (*μον.2*)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

α) Η εξίσωση του Gauss στην περίπτωση ανυψωμένης σημειακής πηγής, σε επίπεδη περιοχή όταν δεν υπάρχει ανάκλαση ρύπων έχει τη μορφή:

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \exp\left[-\frac{(H-z)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

όπου $c(x, y, z)$ η συγκέντρωση σε ένα σημείο του χώρου.

Ποια είναι η εξάρτηση των συγκεντρώσεων σε κάποιο σημείο από το ρυθμό εκπομπής, την ταχύτητα του ανέμου, και τις τυπικές αποκλίσεις; (*μον. 2*)

β) Ποια είναι η επίδραση των μεταβολών του ενεργού ύψους εκπομπής H στις **απολύτως μέγιστες συγκεντρώσεις**; (*μον. 1*)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

α) Σταθμός παραγωγής ενέργειας που βρίσκεται σε ύψαιτρο εκπέμπει SO_2 με ρυθμό $Q=30$ g/s. Στη ίδια περιοχή είναι εγκατεστημένο ανεμόμετρο που μετρά την ταχύτητα του ανέμου σε ύψος $h_{ref}=10$ m. Αν η ατμοσφαιρική κλάση ευστάθειας είναι D και η ένδειξη του ανεμομέτρου είναι $u_{ref}=4$ m/s, να βρεθούν οι μέγιστες συγκεντρώσεις και οι αποστάσεις που εμφανίζονται για τα ενεργά ύψη 20 m, 40 m, 100 m και 200 m. (*μον. 2,5*)

β) Σε ποιες περιπτώσεις οι συγκεντρώσεις είναι μεγαλύτερες από το όριο επιφυλακής για το SO_2 που είναι $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (μέσες ωριαίες τιμές); (*μον.0,5*)

Δίνεται ότι η ταχύτητα ανέμου u σε ύψος h πάνω από το έδαφος δίνεται από τη σχέση

$$u = u_{ref} \left(\frac{h}{h_{ref}} \right)^{0,15}$$

$$2^{0,15} \cong 1,1 \quad \& \quad 10^{0,15} \cong 1,4$$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Διαχείριση ποιότητας αέρα: Τι είναι και ποιες είναι οι συνιστώσες της; (μον. 1)
β) Περιβαλλοντικές Μελέτες: Γιατί πραγματοποιούνται και που στηρίζονται για να πραγματοποιηθούν; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

- α) Συνοπτική ανάπτυξη της δομής ενός απλού μοντέλου υπολογισμού της διασποράς ρύπων. (μον. 1)
β) Σχολιάστε το γενικό κανόνα «Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων ενός μοντέλου είναι συνάρτηση της πολυπλοκότητάς του». (μον. 1)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

- α) Η εξίσωση του Gauss στην περίπτωση ανυψωμένης σημειακής πηγής, σε επίπεδη περιοχή όταν δεν υπάρχει ανάκλαση ρύπων έχει τη μορφή:

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \exp\left[-\frac{(H-z)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

όπου $c(x, y, z)$ η συγκέντρωση σε ένα σημείο του χώρου.

Ποια είναι η εξάρτηση των συγκεντρώσεων σε κάποιο σημείο από το ρυθμό εκπομπής, την ταχύτητα του ανέμου, και τις τοπικές αποκλίσεις; (μον. 2)

- β) Ποια είναι η επίδραση των μεταβολών του ενεργού ύψους εκπομπής H στις **απολύτως μέγιστες συγκεντρώσεις**; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

- α) Σταθμός παραγωγής ενέργειας που βρίσκεται σε ύψαιθρο εκπέμπει SO_2 με ρυθμό $Q=20$ g/s. Στη ίδια περιοχή είναι εγκατεστημένο ανεμόμετρο που μετρά την ταχύτητα του ανέμου σε ύψος $h_{ref}=5$ m. Αν η ατμοσφαιρική κλάση ευστάθειας είναι D και η ένδειξη του ανεμομέτρου είναι $u_{ref}=4$ m/s, να βρεθούν οι μέγιστες συγκεντρώσεις και οι αποστάσεις που εμφανίζονται για τα ενεργά ύψη 10 m, 20 m, 50 m και 100 m. (μον. 2,5)
β) Σε ποιες περιπτώσεις οι συγκεντρώσεις είναι μεγαλύτερες από το όριο επιφυλακής για το SO_2 που είναι $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (μέσες ωριαίες τιμές); (μον.0,5)

Δίνεται ότι η ταχύτητα ανέμου u σε ύψος h πάνω από το έδαφος δίνεται από τη σχέση

$$u = u_{ref} \left(\frac{h}{h_{ref}} \right)^{0,15} \quad 2^{0,15} \cong 1,1 \quad \& \quad 10^{0,15} \cong 1,4$$

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ

ΘΕΜΑ 1

α) Τι είναι αιωρούμενα σωματίδια και γιατί θεωρούνται από τους πιο επικίνδυνους ρύπους που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα; (μον. 1)

β) Ποιά είναι τα δύο σημαντικότερα χαρακτηριστικά των αιωρούμενων σωματιδίων; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 2

α) Σύμφωνα με το μοντέλο του θυσάνου του Gauss οι εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για να δώσουν τις συγκεντρώσεις των ρύπων στο έδαφος στη διεύθυνση της ταχύτητας του ανέμου στο έδαφος ($y=0, z=0$) μπορεί να έχουν μια από τις παρακάτω μορφές:

$$i) c(x,0,0) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

$$ii) c(x,0,0) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z} \left[2 \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$

iii)

$$c(x,0,0) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z} \left\{ \left[2 \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] + \sum_{N=1}^j \left(\exp\left[-\frac{(-H-2Nz_i)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(H-2Nz_i)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(-H+2Nz_i)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(H+2Nz_i)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right) \right\}$$

Σε ποια περίπτωση χρησιμοποιείται η κάθε μία από τις παραπάνω εξισώσεις; (μον. 1)

β) Γιατί οι μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος εμφανίζονται στην περίπτωση που επικρατούν ασταθείς συνθήκες στην ατμόσφαιρα; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 3

α) Ποιες είναι οι φυσικές παράμετροι που επιδρούν στην ανύψωση θυσάνου μιας καμινάδας; (μον.1)

β) Πως επιδρά η παράμετρος της καμινάδας στο τελικό ύψος του θυσάνου στις διάφορες συνθήκες ευστάθειας; Εάν θέλουμε να αυξήσουμε το ενεργό ύψος εκπομπής πως θα έπρεπε να μεταβληθεί η διάμετρος της καμινάδας και η ταχύτητα εξόδου των αερίων; (μον. 1,5)

γ) Γιατί πολλές ευρωπαϊκές πόλεις χρησιμοποιούν τη μέθοδο της τηλεθέρμανσης για τη θέρμανση των οικιών; (μον. 0,5)

ΘΕΜΑ 4

α) Αν σταθμός παραγωγής ενέργειας εκπέμπει SO₂ με ρυθμό Q=30g/s και με ενεργό ύψος 50 m να βρεθεί η μέγιστη συγκέντρωση και η απόσταση που εμφανίζεται για τις κλάσεις ευστάθειας A, C, D, F. (μον. 2)

β) Σε ποιες περιπτώσεις οι συγκεντρώσεις είναι μεγαλύτερες από το όριο επιφυλακής για το SO₂ που είναι 135 ppb (μέσες ωριαίες τιμές); (μον.1)

Δίνεται ότι η ταχύτητα ανέμου u στο ύψος της καμινάδας για τις κλάσεις ευστάθειας είναι

A: u=1 m/s, C: u=4 m/s, D: u=5 m/s, F: u= 2 m/s

Πίεση αέρα: P=1000 mb, Θερμοκρασία αέρα: θ=20 °C, Μοριακό Βάρος SO₂: MB=64

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2009

Εξετάσεις στο μάθημα

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Τι σημαίνουν οι όροι i) διασπορά, ii) τυρβώδης διάχυση, iii) μοριακή διάχυση, iv) θύσανος, v) αποδέκτης (μον. 1,5)
β) Ποιο είδος διάχυσης είναι πιο αποτελεσματικό στη διασπορά των ρύπων και γιατί; (μον.0,5)

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 3)

- α) Τι ονομάζουμε ατμοσφαιρικό μοντέλο και ποιο είναι το τελικό αποτέλεσμα που δίνει; Σε ποιες εφαρμογές θεωρείται ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα ενός ατμοσφαιρικού μοντέλου; (μον. 1,5)
β) Ποια παραδοχή εφαρμόζεται στη θεωρία βαθμωτής μεταφοράς; Στο βασικό πρότυπο μεταφοράς ποιοι όροι αντιπροσωπεύουν την τυρβώδη διάχυση; Από τι εξαρτώνται οι συντελεστές διάχυσης; Στην περίπτωση που οι συντελεστές διάχυσης θεωρηθούν σταθερά ανεξάρτητα των x, y, z τι είδους κατανομή προκύπτει για τους αέριους ρύπους; (μον. 1,5)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

- α) Τι είναι ενεργό ύψος καμινάδας; Που οφείλεται η ανύψωση του θυσάνου σε ύψος μεγαλύτερο από αυτό του φυσικού ύψους της καμινάδας; Σε ποιες περιπτώσεις μπορεί να παρατηρηθεί κάθοδος του θυσάνου; (μον. 1)
β) Σε ποιες περιπτώσεις πρέπει να λάβουμε υπόψη τη σταδιακή ανύψωση του θυσάνου; Ποια εξίσωση χρησιμοποιείται και μέχρι ποια απόσταση πρέπει να την εφαρμόσουμε; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

- Να βρεθούν οι μέγιστες συγκεντρώσεις και οι αποστάσεις που εμφανίζονται για ενεργά ύψη καμινάδας 10 m, 20 m, 50 m, 100 m & 150 m αν επικρατούν ουδέτερες συνθήκες ευστάθειας, ο ρυθμός εκπομπής είναι $Q=40 \text{ gs}^{-1}$ & η ταχύτητα του ανέμου είναι 5ms^{-1} σε ύψος 10 m.
Ποια είναι η επίδραση του ενεργού ύψους στις μέγιστες συγκεντρώσεις και στις αποστάσεις που εμφανίζονται;

Εκθέτης p για υπολογισμό ταχύτητας σε ύψος h_s και ουδέτερη ατμόσφαιρα $p=0.25$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

α) Τι είναι ατμοσφαιρικό μοντέλο; Ποιος είναι ο τελικός στόχος της χρήσης ενός ατμοσφαιρικού μοντέλου; Στην περίπτωση που έπρεπε να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις ενός χημικά δραστικού αερίου ρύπου θα κάνατε χρήση μοντέλου θυσάνου του Gauss και γιατί; (μον. 1)

β) Συνοπτική ανάλυση της αβεβαιότητας που εισάγεται στα μοντέλα θυσάνου του Gauss λόγω εσφαλμένου υπολογισμού των συντελεστών διασποράς (μον. 1)

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

α) Απόθεση ρύπων- Τύποι απόθεσης και περιληπτική περιγραφή τους. (μον. 1)

β) Σημασία της απόθεσης στη ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εδάφους. (μον. 1)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

α) Τι είναι ενεργό ύψος εκπομπής; (μον. 1)

β) Το ενεργό ύψος εκπομπής συνήθως είναι διαφορετικό από το ύψος της καμινάδας. Σε ποιους φυσικούς μηχανισμούς οφείλεται αυτό; (μον. 1)

γ) Η θερμοκρασία εξόδου των αερίων από μία καμινάδα είναι 25 °C . Σε περίπτωση ατμοσφαιρικής ευστάθειας ποια σχέση πρέπει να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι i) 2 °C και ii) 25 °C. Που οφείλεται η ανύψωση του θυσάνου σε κάθε περίπτωση; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

α) Καμινάδα ύψους $h_s=20$ m & διαμέτρου $d=2$ m εκπέμπει αδρανή αέριο ρύπο με ρυθμό $Q=0,5$ g/s. Τα εξερχόμενα αέρια έχουν ταχύτητα $v_s=5$ m/s και θερμοκρασία $T_s=400$ K. Αν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι $\theta=22$ °C και η ταχύτητα ανέμου $u_{ref}=5$ m/s σε ύψος $z_{ref}=10$ m να βρεθεί η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος και η απόσταση που εμφανίζεται για ουδέτερες ατμοσφαιρικές συνθήκες ευστάθειας (κλάση D). (μον. 2)

β) Αν ο ρύπος που εκπέμπει η καμινάδα είναι H_2S και η ατμοσφαιρική πίεση είναι $p=1020$ mbar να βρεθεί αν στην περίπτωση της μέγιστης συγκέντρωσης γίνεται αντιληπτή η οσμή του H_2S . (μον. 1)

Δίνονται:

$$g=9,81\text{m/s}^2$$

Εκθέτης p : 0,15 για $K.E.=D$

$$MB(H_2S)=34$$

Κατώφλι αντίληψης (οσμής) $H_2S=1$ ppb

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ

ΘΕΜΑ 1

- α) Ποια χαρακτηριστικά των πηγών εκπομπής είναι σημαντικά για τη διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα; Πως επιδρά ο ρυθμός εκπομπής στη διασπορά; *(μον. 1)*
- β) Δύο καμινάδες είναι τοποθετημένες σε κτίριο ύψους 20 m. Αν η μία καμινάδα έχει ύψος 20 m και η άλλη έχει ύψος 40 m θα υπάρχει διαφορά στη διασπορά των θυσάνων από τις δύο πηγές; Αν ναι, τι συμβαίνει σε κάθε περίπτωση; *(μον.1)*

ΘΕΜΑ 2

- α) Σε ποιο τμήμα της ατμόσφαιρας παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις τα αιωρούμενα σωματίδια και γιατί; *(μον.1)*
- β) Τα εισπνεύσιμα σωματίδια διαφοροποιούνται σύμφωνα με τη νομοθεσία σε PM10 και σε PM2.5. Με ποιο κριτήριο γίνεται αυτός ο διαχωρισμός και ποιο από τα δύο είδη θεωρείται πιο επικίνδυνο και γιατί; *(μον.1.5)*

ΘΕΜΑ 3

- α) Ποια μαθηματική σχέση δίνει τις συγκεντρώσεις σε κάθε σημείο του χώρου στην περίπτωση σημειακής πηγής σε επίπεδη περιοχή αν χρησιμοποιηθεί μοντέλο του θυσάνου του Gauss; Ποια μεγέθη πρέπει να γνωρίζουμε έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι συγκεντρώσεις; *(μον.1)*

**Να θεωρηθεί η περίπτωση που δεν υπάρχουν απώλειες των ρύπων και η ανάκλαση των ρύπων στο έδαφος και στη βάση υπερυψωμένης αναστροφής δεν λαμβάνεται υπόψη*

- β) Στην παραπάνω σχέση η εξάρτηση της συγκέντρωσης από την απόσταση από την πηγή δεν είναι άμεσα εμφανής. Ποιες από τις μεταβλητές της σχέσης την εισάγουν; *(μον.0.5)*
- γ) Με ποιους τρόπους προσδιορίζονται οι τυπικές αποκλίσεις της εγκάρσιας και κατακόρυφης κατανομής; Συνοπτική ανάλυση *(μον.1)*

ΘΕΜΑ 4

- α) Να βρεθεί η συγκέντρωση αδρανή αερίου ρύπου στο έδαφος σε απόσταση 3 km από καμινάδα ύψους 50 m και διαμέτρου 4 m. Ο ρύπος εξέρχεται από την καμινάδα με ταχύτητα 20 m/s και θερμοκρασία 120 °C και ο ρυθμός εκπομπής του είναι 100 g/s. Η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος 10 m είναι 8 m/s, η θερμοκρασία περιβάλλοντος 20 °C και η ατμόσφαιρα βρίσκεται σε ουδέτερη κατάσταση. *(μον.2)*

**Παράβλεψη των ανακλάσεων των ρύπων στο έδαφος και στη βάση υπερυψωμένης αναστροφής.*

- β) Σε ποια απόσταση από την πηγή εμφανίζεται η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος και πόση είναι αυτή; (χρήση νομογράμματος). *(μον.1)*

Δίνονται $g=10 \text{ m/s}^2$, εκθέτης $p=0.25$, $\sigma_y=325 \text{ m}$, $\sigma_z=305 \text{ m}$

Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Σημασία του μέτρου και της διεύθυνσης της ταχύτητας του ανέμου στον υπολογισμό της διασποράς των αέριων ρύπων από μοντέλο Gauss. (μον. 1)
β) Παράμετροι που καθορίζουν τη μεταβολή του μέτρου και της διεύθυνσης της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος. (μον. 1)

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

- α) Συνοπτική ανάπτυξη των θεωριών για τη μελέτη της διάχυσης σε τυρβώδη ροή. (μον. 1)
β) Βασικό πρότυπο βαθμωτής μεταφοράς και φυσική σημασία των όρων. (μον. 1)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

- α) Είδη ανύψωσης του θυσάνου - Πότε κυριαρχεί το κάθε είδος; (μον. 1,2)
β) Ποιοι φυσικοί παράμετροι επιδρούν στην ανύψωση του θυσάνου; (μον. 1,3)
γ) Μετά από υπολογισμούς βρέθηκε ότι το τελικό ύψος θυσάνου σε συνθήκες ευστάθειας είναι $H_1=135$ m όταν το μέτρο της ταχύτητας του ανέμου είναι $u_1=2$ m/s, και $H_2=120$ m όταν το μέτρο της ταχύτητας του ανέμου είναι $u_2=0,5$ m/s. Εάν πραγματοποιούσατε μια μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τη χρήση μοντέλου θυσάνου του Gauss, ποια από τις δύο τιμές θα χρησιμοποιούσατε ως ενεργό ύψος και γιατί; (μον. 0,5)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Σταθμός παραγωγής ενέργειας εκπέμπει SO_2 σε ενεργό ύψος 30 m.

- α) Να βρεθεί η απόσταση που εμφανίζεται η μέγιστη συγκέντρωση για όλες τις κλάσεις ευστάθειας. (μον. 1)
β) Με δεδομένο ότι το όριο επιφυλακής για το SO_2 είναι 135 ppb (μέσες ωριαίες τιμές), ποιος μπορεί να είναι ο μέγιστος ρυθμός εκπομπής Q σε g/s του SO_2 από το σταθμό σε κάθε κλάση ευστάθειας, έτσι ώστε να μην υπάρξει υπέρβαση του ορίου; (μον. 2)
 $MB(SO_2)=64$, $P=1013$ mbar, $\theta=25^\circ C$

Τυπικές ταχύτητες του ανέμου στο ενεργό ύψος εκπομπής της καμινάδας για τις διάφορες κλάσεις ευστάθειας είναι:

A: 2 m/s, B: 3 m/s, C: 4 m/s, D: 6 m/s, E: 5 m/s, F: 4 m/s

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Μηχανισμοί απομάκρυνσης ρύπων από την ατμόσφαιρα – Συνοπτική ανάλυση
β) Οι παραπάνω μηχανισμοί αποτελούν διαδικασίες της ατμοσφαιρικής διασποράς; Δικαιολογήστε την απάντησή σας

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

- α) Ποια είναι η δομή ενός μοντέλου διασποράς που υπολογίζει τη διασπορά από σημειακή πηγή σε τοπική κλίμακα; Συνοπτική ανάλυση των συνιστωσών ενός τέτοιου μοντέλου.
β) Θύσανος αερίων εκπέμπεται από καμινάδα 50 m με θερμοκρασία 400 K σε συνθήκες ευστάθειας. Αν η ταχύτητα του ανέμου είναι 0.6 m/s στα 10 m τι είδος θυσάνου μπορεί να είναι αν γνωρίζουμε ότι ο εκθέτης που δίνει την ταχύτητα του ανέμου σε διάφορα ύψη κυμαίνεται από 0,30 έως 0,60;

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

- α) Αν ληφθεί υπόψη η ανάκλαση των ρύπων στο έδαφος στο μοντέλο του θυσάνου του Gauss, να βρεθούν οι σχέσεις που δίνουν i) τις μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος, ii) τις απολύτως μέγιστες συγκεντρώσεις και iii) τις συγκεντρώσεις στο έδαφος.
β) Τι θα πρέπει να ισχύει έτσι ώστε οι μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος που υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη την ανάκλαση ρύπων από το έδαφος να είναι μεγαλύτερες από αυτές που υπολογίζονται από τις αντίστοιχες σχέσεις που δεν λαμβάνουν υπόψη ανάκλαση ρύπων;
γ) Είναι δυνατόν οι μέγιστες συγκεντρώσεις που υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη την ανάκλαση ρύπων από το έδαφος να είναι μικρότερες ή ίσες από αυτές που υπολογίζονται από τις αντίστοιχες σχέσεις που δεν λαμβάνουν υπόψη ανάκλαση ρύπων και γιατί;

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Αέριος ρύπος με παράγοντα απόπλυσης $3 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ εκπέμπεται από καμινάδα ύψους 50 m και διαμέτρου 2 m με ρυθμό 60 g/s και ταχύτητα 12 m/s. Η ατμόσφαιρα είναι σε ουδέτερη κατάσταση, ο καιρός είναι βροχερός και πνέει άνεμος ανατολικός με ταχύτητα 3 m/s σε ύψος 10 m. Η συγκέντρωση σε σημείο A που βρίσκεται στο διαμήκη άξονα και απέχει 300 m από την πηγή είναι $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Αν η διεύθυνση του ανέμου μεταβληθεί κατά 15 deg προς νότο, ποια θα είναι η νέα συγκέντρωση στο σημείο A; Πόσο % μεταβλήθηκε σε σχέση με την αρχική;

*Να θεωρηθεί ότι υπάρχει ανάκλαση ρύπων μόνο στο έδαφος κι ότι η ανύψωση του θυσάνου είναι θερμική

Παράμετρος καμινάδας: $F=35 \text{ m}^4 \cdot \text{s}^{-3}$, Συντελεστές τοπικής απόκλισης: $\sigma_y = 44 \text{ m}$, $\sigma_z = 39 \text{ m}$, Εκθέτης p : $0,25$, $\cos(15^\circ)=0,966$, $\sin(15^\circ)=0,259$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Τι είναι διαχείριση της ποιότητας του αέρα και ποιες οι συνιστώσες της σε αστικές περιοχές; (μον. 1)
- β) Ποια είναι η συμβολή των μοντέλων διασποράς στη διαχείριση της ποιότητας του αέρα; (μον. 1)
- γ) Πως μπορούμε να υπολογίσουμε τη διασπορά από γραμμικές, εμβαδικές και πηγές όγκου χρησιμοποιώντας το πρότυπο Gauss; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

- α) Πότε παρατηρείται το φαινόμενο του καπνισμού και από ποια σχέση υπολογίζονται σε αυτή την περίπτωση οι συγκεντρώσεις στο έδαφος; Αν υποθέσουμε ο ρυθμός εκπομπής και η ταχύτητα του ανέμου δεν μεταβάλλονται, πότε εμφανίζονται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στο έδαφος; (μον. 1)
- β) Δύο καμινάδες ύψους 30m και 60m και ίδιας διαμέτρου βρίσκονται σε περιοχή όπου επικρατούν ουδέτερες συνθήκες ευστάθειας και η ταχύτητα του ανέμου είναι $u=5$ m/s. Η ταχύτητα εξόδου των αερίων είναι $v_s=11$ m/s και για τις δύο καμινάδες. Να περιγραφεί η διαδικασία υπολογισμού του ενεργού ύψους της κάθε καμινάδας, αν γνωρίζουμε ότι η χαμηλότερη έχει $F>55$ και η ψηλότερη έχει $F<55$.
F: παράμετρος καμινάδας, $p=0.25$ (μον. 1)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

- α) Ξηρή απόθεση αερίων ρύπων και μικρών σωματιδίων: Τι είναι, σε ποια βήματα συντελείται και πως υπολογίζεται η ταχύτητα απόθεσης; Ποια αντίσταση αντιστοιχεί σε κάθε στάδιο της ξηρής απόθεσης; (μον. 1)
- β) Πως υπολογίζεται η ταχύτητα ξηρής απόθεσης μεγάλων σωματιδίων που έχουν μη αμελητέα βαρυτική καθίζηση; Ποια από τις αντιστάσεις είναι σχεδόν μηδενική σε αυτή την περίπτωση και γιατί; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Αέριος ρύπος εκπέμπεται από καμινάδα ύψους 60 m και διαμέτρου 3 m με ρυθμό 100 g/s και ταχύτητα 8 m/s. Η ανόψωση του θυσάνου είναι θερμική. Η ατμόσφαιρα χαρακτηρίζεται από ευστάθεια, η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 298 K και η ταχύτητα του ανέμου είναι 4 m/s σε ύψος 5 m.

Να βρεθεί η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος σε απόσταση 5 km από την πηγή, καθώς και η απολύτως μέγιστη συγκέντρωση για την ίδια απόσταση. Οι συγκεντρώσεις να υπολογιστούν υποθέτοντας ότι α) δεν υπάρχει ανάκλαση ρύπων και β) υπάρχει ανάκλαση ρύπων μόνο από το έδαφος. Να συγκριθούν οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις που υπολογίζονται από τις περιπτώσεις α & β. Σε ποια από τις συγκεντρώσεις (μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος ή απολύτως μέγιστη συγκέντρωση) συνεισφέρει περισσότερο η θεώρηση της ανάκλασης;

$$F=55 \text{ m}^4 \text{ s}^{-3}, \sigma_y = 245 \text{ m}, \sigma_z = 60 \text{ m}, p= 0.35, g=9.81 \text{ m s}^{-2}, \frac{\partial T}{\partial z} + \Gamma = 0.025 \text{ Km}^{-1}$$

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ

ΘΕΜΑ 1

α) Χωρικές κλίμακες διασποράς: Ποιες είναι, ποιες είναι οι χωρικές διαστάσεις τους και ποιος μηχανισμός είναι υπεύθυνος για τη διασπορά των ουσιών σε κάθε κλίμακα; (μον. 1.5)

β) Ένας ρύπος έχει χρόνο ζωής της τάξης των 100 ετών. Σε ποια ή ποιες κλίμακες θα μπορούσε να γίνει η μελέτη της διασποράς του; (μον 0.5)

ΘΕΜΑ 2

α) Σε ποια υπόθεση στηρίζονται τα μοντέλα Gauss; Αν ληφθεί υπόψη η ανάκλαση των ρύπων στο έδαφος ποια εξίσωση χρησιμοποιείται στο μοντέλο του Gauss; (Εξήγηση των όρων της εξίσωσης.). Για ποια χωρική κλίμακα διασποράς χρησιμοποιούνται τα μοντέλα Gauss και γιατί; (μον.1.5)

β) Με βάση την παραπάνω εξίσωση αν σε μια αστική και σε μια αγροτική περιοχή οι συνθήκες ευστάθειας κι οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι ίδιες, η συγκέντρωση σε ένα συγκεκριμένο σημείο του χώρου $\chi(x,y,z)$ θα είναι ίδια και γιατί; (μον .0.5)

γ) Είναι δυνατή η εφαρμογή ενός τέτοιου μοντέλου για τον υπολογισμό των μέσων συγκεντρώσεων ενός ρύπου σε ένα λεπτό και γιατί; Ποιο είναι το ασφαλές χρονικό διάστημα για τον υπολογισμό των μέσων συγκεντρώσεων με τη χρήση αυτών των μοντέλων; Στην πράξη οι συγκεντρώσεις για ποιο χρονικό διάστημα υπολογίζονται; (μον.1)

ΘΕΜΑ 3

α) Τι είναι κατώρευμα και ποιες οι αιτίες που μπορεί να δημιουργηθεί; Είναι δυνατόν ο θύσανος που εξέρχεται από μία καμινάδα κάποιες φορές να υποστεί αρνητική «ανύψωση» του κεντρικού του άξονα και κάποιες άλλες όχι και γιατί; (μον. 1)

β) Σταδιακή ανύψωση του θυσάνου: Πότε πρέπει να τη λάβουμε υπόψη και ποια εμπειρική εξίσωση χρησιμοποιείται σε αυτή την περίπτωση για τον υπολογισμό του ύψους; Μέχρι ποια απόσταση ισχύει η παραπάνω σχέση; (μον.1)

γ) Αν η ταχύτητα του ανέμου είναι 3 m/s οι ατμοσφαιρικές συνθήκες ευστάθειας μπορεί να είναι ασταθείς, ουδέτερες ή ευσταθείς. Αν θεωρήσουμε τη σταδιακή ανύψωση, το τελικό ύψος του θυσάνου θα είναι ίδιο για όλες τις περιπτώσεις; (μον. 0.5)

ΘΕΜΑ 4

Να βρεθεί η συγκέντρωση αδρανή αερίου ρύπου στο έδαφος σε απόσταση 2 km από καμινάδα ύψους 30 m και διαμέτρου 2 m. Ο ρύπος εξέρχεται από την καμινάδα με ταχύτητα 10 m/s και θερμοκρασία 150 °C και ο ρυθμός εκπομπής του είναι 80 g/s. Η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος 5 m είναι 5 m/s, η θερμοκρασία περιβάλλοντος 25 °C και η ατμόσφαιρα βρίσκεται σε ουδέτερη κατάσταση. (μον.2.5)

*Παράβλεψη των ανακλάσεων των ρύπων στο έδαφος και στη βάση υπερυψωμένης αναστροφής.

Δίνονται $g=10 \text{ m/s}^2$, εκθέτης $p=0.25$, $\sigma_y=325 \text{ m}$, $\sigma_z=300 \text{ m}$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

α) Θεωρία βαθμωτής μεταφοράς: Σε ποια υπόθεση στηρίζεται και πως γίνεται παραμετροποίηση των όρων που εκφράζουν την τυρβώδη διάχυση; Ποιοι όροι αντιπροσωπεύουν τη μεταφορά από το μέσο άνεμο και ποιοι τη διάχυση στο βασικό πρότυπο βαθμωτής μεταφοράς; Σε ποια περίπτωση είναι επιτυχής η προσέγγιση της βαθμωτής μεταφοράς;

β) Εξίσωση του Fick: Πως προκύπτει και ποιο είναι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της κατανομής των συγκεντρώσεων; Γιατί η προσέγγιση κατά Fick δε χρησιμοποιείται στις περισσότερες εφαρμογές;

γ) Παραμετροποίηση των συντελεστών τυρβώδους διάχυσης.

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

α) Μονάδες μέτρησης των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων. Ποια η σχέση που συνδέει τις συγκεντρώσεις κατά βάρος με τις συγκεντρώσεις κατ' όγκο και ποιες σχέσεις συνδέουν τις μονάδες κατ' όγκο; Η αντιστοιχία ανάμεσα συγκέντρωσης κατά βάρος και συγκέντρωσης κατ' όγκο είναι σταθερή για συγκεκριμένη συγκέντρωση αέριου ρύπου; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

β) Αν το όριο επιφυλακής για το SO₂ είναι 350 μg/m³, να βρεθεί αν συγκέντρωση 170 ppb SO₂ υπερβαίνει το όριο όταν P= 1000 mbar και θ=15°C (MB(SO₂)=64)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

α) Ποια είναι η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για να ληφθούν υπόψη οι μηχανισμοί απομάκρυνσης από την ατμόσφαιρα σε ένα μοντέλο Gauss;

β) Τι είναι υγρή απόθεση και ποια είναι τα στάδια που επιτελείται; Πόσοι και ποιοι τύποι υγρής απόθεσης υπάρχουν και σε ποια χωρική κλίμακα είναι σημαντικότερος ο κάθε τύπος;

γ) Ποια είναι η σχέση που δίνει τη μείωση της συγκέντρωσης D ως συνάρτηση της απόστασης σε τοπική κλίμακα στην περίπτωση υγρής απόθεσης όταν ο παράγοντας απόπλυσης είναι Λ; (συντελεστής μείωσης $\psi=0,693/T_{1/2}$)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Αδρανής αέριος ρύπος εκπέμπεται σε αστικό περιβάλλον από καμινάδα ύψους 80 m και διαμέτρου 3 m με ρυθμό 100 g/s, ταχύτητα 10 m/s και θερμοκρασία 298 K. Αν η ταχύτητα του ανέμου είναι 3 m/s σε ύψος 10 m να βρεθούν οι μέγιστες συγκεντρώσεις του ρύπου στο έδαφος για απόσταση 300 m από την πηγή όταν

i) η ατμόσφαιρα είναι ευσταθής και η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 2°C

$$\sigma_y = 30 \text{ m}, \sigma_z = 24 \text{ m}, F = 17 \text{ m}^4 \text{ s}^{-3}, s = 1,172 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-3}, p = 0.60$$

ii) η ατμόσφαιρα είναι ασταθής και η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 27°C

$$\sigma_y = 90 \text{ m}, \sigma_z = 65 \text{ m}, p = 0.15$$

Ποια είναι η μεταβολή των συγκεντρώσεων στο συγκεκριμένο σημείο για τις δύο περιπτώσεις;

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Τι είναι ατμοσφαιρικό μοντέλο; Ποιος είναι ο τελικός στόχος της χρήσης ενός ατμοσφαιρικού μοντέλου; *(μον. 1)*
- β) Στην περίπτωση που έπρεπε να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις ενός χημικά δραστικού αερίου ρύπου πως θα μπορούσατε να κάνετε χρήση ενός μοντέλου θυσάνου του Gauss και τι χαρακτηριστικό του ρύπου θα έπρεπε να γνωρίζετε για να κάνετε τον υπολογισμό; *(μον. 1)*

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

- α) Τι είναι αιωρούμενα σωματίδια; Πως διαφοροποιούνται σύμφωνα με τη διάμετρο, ποια είναι πιο επικίνδυνα και γιατί; Τι σημαίνει ο όρος ολικά αιωρούμενα σωματίδια; *(μον. 1.5)*
- β) Δύο είδη σωματιδίων Α και Β έχουν ίδια πυκνότητα, αλλά η διάμετρος των Α είναι διπλάσια από τη διάμετρο των Β. Ισχύει ότι η ταχύτητα καθίζησης των Α θα είναι τετραπλάσια απ' αυτή των Β; *(μον. 0.5)*

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

- α) Ποια μαθηματική σχέση δίνει τις συγκεντρώσεις σε κάθε σημείο του χώρου στην περίπτωση σημειακής πηγής σε επίπεδη περιοχή αν χρησιμοποιηθεί μοντέλο του θυσάνου του Gauss; Ποια μεγέθη πρέπει να γνωρίζουμε έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι συγκεντρώσεις; *(μον.1)*

**Να θεωρηθεί η περίπτωση που δεν υπάρχουν απώλειες των ρύπων και η ανάκλαση των ρύπων στο έδαφος και στη βάση υπερυψωμένης αναστροφής λαμβάνεται υπόψη*

- β) Ποια είναι η εξάρτηση των συγκεντρώσεων από την ταχύτητα του ανέμου; *(μον.1)*
- γ) Συνοπτική ανάλυση της αβεβαιότητας που εισάγεται στις συγκεντρώσεις που υπολογίζονται με τα μοντέλα θυσάνου του Gauss λόγω της αβεβαιότητας στον προσδιορισμό του ρυθμού εκπομπής των ρύπων και λόγω εσφαλμένου υπολογισμού της αρχικής ανύψωσης του θυσάνου. *(μον.1)*

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Εργατική πολυκατοικία είναι κτισμένη σε απόσταση 3 km από σταθμό παραγωγής ενέργειας που εκπέμπει SO₂ με ρυθμό εκπομπής Q=80 g/s και ενεργό ύψος εκπομπής H=60 m. Εάν το ύψος της πολυκατοικίας είναι 20 m, να βρεθεί η συγκέντρωση SO₂ στην κορυφή και στη βάση της πολυκατοικίας στην περίπτωση που η πολυκατοικία βρίσκεται στη διεύθυνση του ανέμου που έχει ταχύτητα 6 ms⁻¹ στο ύψος της καμινάδας και το ύψος του οριακού στρώματος είναι 200 m. Ποια είναι η μεταβολή των συγκεντρώσεων για τις δύο περιπτώσεις;

Να θεωρηθεί ανάκλαση τόσο από το έδαφος, όσο και από τη βάση υπερυψωμένης αναστροφής (1^{ης} τάξης)

$\sigma_y (3000 m)=210 m$, $\sigma_z (3000 m)=150 m$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

- α) Τι είναι διαχείριση ποιότητας αέρα και ποιες είναι οι πιο σημαντικές της συνιστώσες; (μον. 1)
β) Δομή ενός απλού μοντέλου για τον υπολογισμό της διασποράς. (μον. 1)

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

- α) Τι είναι η ροή ρύπου; Από ποιες συνιστώσες αποτελείται; Πότε μηδενίζεται η κάθε συνιστώσα; (μον. 0.5)
β) Σημασία της ταχύτητας του ανέμου στη διασπορά. Πως μεταβάλλεται η ταχύτητα του ανέμου με το ύψος, από ποιους παράγοντες εξαρτάται ο ρυθμός μεταβολής και ποια εμπειρική σχέση δίνει το μέτρο της ταχύτητας σε κάποιο ύψος; Για ποια ύψη πρέπει να χρησιμοποιηθεί η παραπάνω σχέση για να έχει σχετικά καλή ακρίβεια; (μον. 1.5)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

- α) Τι είναι ενεργό ύψος καμινάδας; Ποια η σημασία του στις μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος και ποια η σημασία του στις απολύτως μέγιστες συγκεντρώσεις*; Σε ποιο είδος ρύπανσης παίζει σημαντικότερο ρόλο η ανύψωση του θυσάνου και γιατί; Από ποια φυσικά μεγέθη των εκπεμπόμενων αερίων από καμινάδα εξαρτάται το ενεργό ύψος της καμινάδας; (μον. 1.5)

*Να θεωρηθεί η εξίσωση του Gauss που δεν περιλαμβάνει ανακλάσεις

- β) Πως υπολογίζεται η ανύψωση του θυσάνου κι η αντίστοιχη απόσταση στην οποία φτάνει στο τελικό ύψος ο κεντρικός άξονας του θυσάνου στην περίπτωση που οι ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι ευσταθείς; Να εξηγηθούν οι όροι των σχέσεων. (μον. 1.5)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Αέριος ρύπος εκπέμπεται από σημειακή πηγή με ρυθμό $Q=100 \text{ g/s}$, σε ενεργό ύψος $H=80 \text{ m}$. Η ταχύτητα του ανέμου είναι $u=5 \text{ ms}^{-1}$ στο ύψος της καμινάδας και το ύψος ανάμειξης στην περιοχή είναι $z_i=250 \text{ m}$. Να βρεθεί η συγκέντρωση του αέριου ρύπου στη διεύθυνση του ανέμου σε απόσταση 2 km από την πηγή και σε ύψος 30 m από το έδαφος, θεωρώντας:

- i) την εξίσωση του Gauss που δε λαμβάνει υπόψη τις ανακλάσεις.
- ii) την εξίσωση του Gauss που λαμβάνει υπόψη μόνο την ανάκλαση από το έδαφος.
- iii) την εξίσωση του Gauss που λαμβάνει υπόψη ανάκλαση τόσο από το έδαφος, όσο και από τη βάση της υπερυψωμένης αναστροφής που καθορίζει το ύψος ανάμειξης (1^{ης} τάξης)

Ποια είναι η μεταβολή των συγκεντρώσεων που υπολογίζονται στις περιπτώσεις ii) και iii) σε σχέση με αυτή που υπολογίζεται στην περίπτωση i);

$$\sigma_y (2000 \text{ m})=240 \text{ m}, \sigma_z (2000 \text{ m})=220 \text{ m}$$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

α) Τι είναι τυρβώδης διάχυση και πού οφείλεται; Σε ποια από τις τρεις διαστάσεις είναι σημαντικότερη για την εξάπλωση των ρύπων; Μέχρι ποιο ύψος συμβαίνει η διάχυση; Πως επιδρούν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες ευστάθειας στο μέγεθος και στην ένταση της τυρβής; (μον. 1)

β) Πως λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της τυρβώδους διάχυσης στη διασπορά των ρύπων στη θεωρία της βαθμωτής μεταφοράς και πως στις εξισώσεις του Gauss; (Συνοπτικά) (μον. 1)

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

α) Τύποι μοντέλων ατμοσφαιρικής ρύπανσης. (μον. 1)

β) Με ποιες προσεγγίσεις μπορεί να υπολογιστεί η ατμοσφαιρική διασπορά; Συνοπτική ανάπτυξη των προσεγγίσεων. Είναι δυνατόν να υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων των προσεγγίσεων και γιατί; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

α) Να αναφερθούν επιγραμματικά οι κυριότεροι μηχανισμοί απομάκρυνσης των ρύπων από την ατμόσφαιρα. Ανήκουν στις διεργασίες ατμοσφαιρικής διασποράς; Να αναπτύξετε συνοπτικά τη μεθοδολογία που εφαρμόζεται στα μοντέλα θυσάνου του Gauss για να ληφθεί υπόψη η επίδραση αυτών των μηχανισμών απομάκρυνσης στις συγκεντρώσεις των ρύπων. (μον. 1.5)

β) Με ποιους τρόπους θα μπορούσαν να μειωθούν οι πιθανότητες ύπαρξης κατωρεύματος λόγω της αεροδυναμικής της καμινάδας; (μον. 1)

γ) Τα αέρια που εκπέμπονται από μια καμινάδα έχουν σταθερή θερμοκρασία και ταχύτητα. Η παράμετρος της καμινάδας είναι σταθερή και γιατί; (μον. 0.5)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Καμινάδα ύψους 50 m & διαμέτρου 3 m εκπέμπει αδρανή αέριο ρύπο με ρυθμό 100 g/s. Τα εξερχόμενα αέρια έχουν ταχύτητα 9 m/s και θερμοκρασία 295 K, η ταχύτητα του ανέμου είναι 5 m/s σε ύψος 10 m, ενώ η ατμοσφαιρική ευστάθεια είναι ουδέτερη. Να βρεθούν οι μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος για απόσταση $x=200$ m από την πηγή αν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι α) 275 K και β) 300 K.

Ποια είναι η % μεταβολή των συγκεντρώσεων που υπολογίζονται στις περιπτώσεις α) και β); Για ποιο λόγο οι συγκεντρώσεις είναι διαφορετικές;

Δίνονται:

$$g \cong 10 \text{ m/s}^2, p = 0.25, \sigma_y(200 \text{ m}) = 30 \text{ m}, \sigma_z(200 \text{ m}) = 27 \text{ m}$$

*Να χρησιμοποιηθεί η εξίσωση του Gauss που λαμβάνει υπόψη μόνο την ανάκλαση από το έδαφος.

Υπενθύμιση: Όλες οι σχέσεις που αφορούν την ανύψωση του θυσάνου σε ασταθείς συνθήκες, ισχύουν και σ την περίπτωση ουδέτερων συνθηκών

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

Συνοπτική ανάπτυξη των παραμέτρων που επιδρούν στην ατμοσφαιρική διασπορά

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 3)

α) Πως ορίζονται τα όρια του θυσάνου? Ποια σχέση συνδέει τη συντεταγμένη y του εγκάρσιου πλευρικού ορίου του θυσάνου στο ύψος του κεντρικού άξονα με το συντελεστή διασποράς σ_y ; (μον. 1)

β) Πως εξηγείται η συμπεριφορά του θυσάνου σε συνθήκες μεγάλης αστάθειας; (μον. 1)

γ) Πως προκύπτει από την εξίσωση του Gauss, η σχέση που δίνει τις συγκεντρώσεις στο έδαφος από μια άπειρη γραμμική πηγή που βρίσκεται κοντά στο έδαφος κι είναι κάθετη στη διεύθυνση του ανέμου; Ποια είναι η σχέση αυτή ;(επεξήγηση όρων). Ποια ταχύτητα επιλέγουμε για την παραπάνω σχέση; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

α) Ποιες είναι οι μονάδες μέτρησης συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων και με ποιες σχέσεις συνδέονται; (μον. 0,5)

β) Επίδραση των κτιρίων και της καμινάδας στη διασπορά του θυσάνου. (μον. 1,5)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Καμινάδα ύψους $h=70$ m και με παράμετρο καμινάδας $F=40$ m^4s^{-3} εκπέμπει σωματίδια πολύ μικρής διαμέτρου (<0.2 μm) με ρυθμό $Q=80$ g/s. Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι ασταθείς, η ανύψωση του θυσάνου είναι θερμική, δεν υπάρχει κατώρευμα, ενώ η ταχύτητα ανέμου στο ύψος της καμινάδας είναι $u=4$ m/s.

α) Να βρεθεί η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος για απόσταση 500 m από την πηγή. (μον. 1,5)

β) Αν η διεύθυνση του ανέμου μεταβληθεί κατά 10° , πόσο θα μεταβληθεί η συγκέντρωση στο προηγούμενο σημείο; (μον. 1,5)

Δίνεται ότι για τις συγκεκριμένες συνθήκες ευστάθειας οι συντελεστές διασποράς δίνονται από τις σχέσεις: $\sigma_y = 0.22x (1+0.0004x)^{-1/2}$, $\sigma_z = 0.20x$

**Να χρησιμοποιηθεί η εξίσωση του Gauss που λαμβάνει υπόψη μόνο την ανάκλαση από το έδαφος.*

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

α) Τι εννοούμε με τους όρους PM10 και PM2.5; Ποιες είναι οι πηγές προέλευσης τους; Γιατί οι φυσικές και οι χημικές ιδιότητες των αιωρούμενων σωματιδίων δεν είναι ίδιες; Τι ρόλο παίζει η διάμετρος των αιωρούμενων σωματιδίων στη συμπεριφορά τους μέσα στην ατμόσφαιρα; (μον. 1)

β) Δύο διαφορετικά είδη σωματιδίων έχουν την ίδια διάμετρο. Θεωρώντας ότι η πυκνότητα και το ιξώδες του ατμοσφαιρικού αέρα είναι σταθερά, η ταχύτητα καθίζησης των σωματιδίων θα είναι ίδια και γιατί; (μον. 0.5)

γ) Σε ποια (ή ποιες) χωρική κλίμακα θα μπορούσε να μελετηθεί η διασπορά ενός ρύπου που έχει χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα

i. 1 ημέρα ii. 6 μήνες iii. 4 χρόνια (μον. 0.5)

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 3)

α) Τι είναι ατμοσφαιρικό μοντέλο και γιατί γίνεται χρήση του; Ποια είναι τα ελάχιστα απαραίτητα στοιχεία εισαγωγής σ' ένα ατμοσφαιρικό μοντέλο διασποράς; (μον. 1)

β) Συνοπτική ανάπτυξη των γκαουσιανών μοντέλων (υπόθεση που στηρίζονται, τελικό αποτέλεσμα, προϋποθέσεις για την εφαρμογή) (μον. 1)

γ) Οι συγκεντρώσεις ενός ρύπου από ανυψωμένη σημειακή πηγή υπολογίζονται σ' ένα μοντέλο Gauss από τη σχέση:

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \exp\left[-\frac{(H-z)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

Ποια στοιχεία θα πρέπει να γνωρίζουμε για να υπολογιστούν:

- η ταχύτητα του ανέμου στο ύψος της καμινάδας h , εάν είναι γνωστή η ταχύτητα σε ένα ύψος $z \neq h$;
- οι τυπικές αποκλίσεις της εγκάρσιας και της κατακόρυφης κατανομής των συγκεντρώσεων;
- το ενεργό ύψος H της καμινάδας; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

α) Τι είναι θύσανος και τι ενεργό ύψος καμινάδας. Για ποιους λόγους μπορεί να υπάρξει ανύψωση ενός θυσάνου και για ποιους λόγους κάθοδος; (μον. 1)

β) Γιατί οι κεντρικές θερμάνσεις επιβαρύνουν περιβαλλοντικά τις πόλεις σε σημαντικό βαθμό; Ποια λύση έχουν υιοθετήσει κάποιες πόλεις έτσι ώστε να μειωθούν οι αυξημένες συγκεντρώσεις λόγω θέρμανσης; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Καμινάδα διωλιστηρίου ύψους $h_s=40$ m & διαμέτρου $d=2$ m εκπέμπει αέριο ρύπο με ρυθμό $Q=60$ g/s. Τα εξερχόμενα αέρια έχουν ταχύτητα $v_s=10$ m/s και θερμοκρασία $T_s=350$ K. Αν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι $T=295$ K και η ταχύτητα ανέμου $u_{ref}=6$ m/s σε ύψος $z_{ref}=10$ m να βρεθεί η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος και η απόσταση που εμφανίζεται για την κλάση ευστάθειας D . (μον. 2)

Αν ο ρύπος που εκπέμπει η καμινάδα είναι NO_2 και η ατμοσφαιρική πίεση είναι $p=1013$ mbar να βρεθεί αν θα γίνει αντιληπτή η οσμή του ρύπου αν το κατώφλι αντίληψης είναι 80 ppb. (μον. 1)

Δίνονται: $g \approx 10 \text{ m/s}^2$, $MB(\text{NO}_2) = 46$, Εκθέτης $p=0.25$

Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές, ποιες λανθασμένες και γιατί;

- i. Οι επιπτώσεις των ρύπων με μικρό χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα μπορούν να μελετηθούν μόνο στην τοπική κλίμακα
- ii. Η εναπόθεση των σωματιδίων αποτελεί μηχανισμό της ατμοσφαιρικής διασποράς
- iii. Με τον όρο ολικά αιωρούμενα σωματίδια εννοούμε τα σωματίδια PM10 και PM2.5
- iv. Τα μοντέλα Gauss είναι απλά στη χρήση και έχουν περιορισμένες απαιτήσεις σε στοιχεία εισαγωγής
- v. Στην προσέγγιση κατά Lagrange η διασπορά των ρύπων περιγράφεται σε σχέση με ένα σταθερό σύστημα συντεταγμένων
- vi. Στη θεωρία βαθμωτής μεταφοράς οι τυρβώδεις ροές μάζας είναι αντιστρόφως ανάλογες της βαθμίδας μέσης συγκέντρωσης
- vii. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ρύπων που προέρχονται από ανυψωμένη πηγή παρουσιάζονται στο έδαφος στην περίπτωση ευσταθούς ατμόσφαιρας
- viii. Η τηλεθέρμανση έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των τοπικών συγκεντρώσεων
- ix. Η παράμετρος καμινάδας είναι πάντα σταθερή για την ίδια καμινάδα
- x. Δεν είναι δυνατόν να ληφθεί υπόψη η απομάκρυνση ενός ρύπου λόγω καθίζησης σε ένα μοντέλο Gauss

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

α) Τι ονομάζομαι καπνισμό και από ποια σχέση δίνεται η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος σε αυτή την περίπτωση; Να εξηγήσετε τους όρους της σχέσης (**μον. 1**)

β) Στην περίπτωση κανονικών συνθηκών (μη ύπαρξη καπνισμού) η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος δίνεται από τη σχέση $c_{\max} = \frac{2Q}{\pi H^2 e u} \frac{\sigma_z}{\sigma_y}$ και εμφανίζεται όταν ισχύει $H = \sqrt{2}\sigma_z$

Ποια σχέση πρέπει να ισχύει μεταξύ των z_i και H έτσι ώστε οι μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος εξ' αιτίας του καπνισμού στη θέση εμφάνισης της c_{\max} να είναι ίσες με τη c_{\max} ; (**μον. 1**)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 3)

α) Τι ονομάζουμε διαχείριση ποιότητας αέρα και τι μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων; Τι απαιτείται να χρησιμοποιηθεί για να πραγματοποιηθεί μια μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων; (**μον. 0.5**)

β) Μια μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων έδειξε ότι η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος ενός ρύπου από μια μελλοντική πηγή είναι 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αν το όριο επιφυλακής για το συγκεκριμένο ρύπο που έχει μοριακή μάζα 64, είναι 135 ppb για πίεση 1013 mb και θερμοκρασία αέρα 25°C, θα δίνατε άδεια λειτουργίας για τη νέα πηγή; Αν μια πηγή πρέπει να εγκατασταθεί οπωσδήποτε, αλλά υπάρχει υπέρβαση του ορίου επιφυλακής, τι λύση θα μπορούσατε να προτείνετε έτσι ώστε να μειωθούν οι συγκεντρώσεις; (**μον. 1**)

γ) Ανύψωση του θυσάνου σε συνθήκες αστάθειας: Ανάπτυξη του θέματος. (**μον. 1.5**)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Καμινάδα ύψους 40 m & διαμέτρου 4 m εκπέμπει αδρανή αέριο ρύπο με ρυθμό 80 g/s. Τα εξερχόμενα αέρια έχουν ταχύτητα 6 m/s και θερμοκρασία 302 K, η θερμοκρασία αέρα είναι 294 K, η ταχύτητα ανέμου 5 m/s σε ύψος 10 m και η ατμοσφαιρική ευστάθεια είναι ουδέτερη. Αν η κρίσιμη διαφορά θερμοκρασίας δίνεται από τη σχέση $\Delta T_c = 0.0297 \cdot T_s (v_s/d^2)^{1/3}$ να βρεθεί:

α) Η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος και η απόσταση που εμφανίζεται

β) Η απολύτως μέγιστη συγκέντρωση για την απόσταση που βρέθηκε στο ερώτημα α), αν θεωρηθεί η εξίσωση του Gauss που λαμβάνει υπόψη μόνο την ανάκλαση από το έδαφος.

Δίνονται: $F=6.3 \text{ m}^4/\text{s}^3$, $p=0.15$, $\sigma_y(x)=0.08x \cdot (1+0.0001x)^{-1/2}$, $\sigma_z(x)=0.06x \cdot (1+0.0015x)^{-1/2}$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές, ποιες λανθασμένες και γιατί;

- i.* Ο ρυθμός εκπομπής ενός ρύπου επιδρά στη διασπορά
- ii.* Η οριζόντια μεταφορά είναι ο σημαντικότερος μηχανισμός απομάκρυνσης και αραίωσης των ρύπων
- iii.* Το ενεργό ύψος της καμινάδας είναι πάντα μεγαλύτερο από το φυσικό ύψος
- iv.* Τα σωματίδια PM_{2.5} αποτελούν κίνδυνο κυρίως στην περιοχή που βρίσκεται η πηγή τους.
- v.* Οι επιπτώσεις των ρύπων με μεγάλο χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα μπορούν να μελετηθούν μόνο στην παγκόσμια κλίμακα
- vi.* Η παράμετρος καμινάδας μπορεί να έχει αρνητική τιμή
- vii.* Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων ενός μοντέλου είναι συνάρτηση της πολυπλοκότητάς του.
- viii.* Η συγκέντρωση 100 ppb ενός ρύπου είναι πάντα σταθερή σε συγκέντρωση κατά βάρος.
- ix.* Η απομάκρυνση ενός ρύπου λόγω απόπλυσης μπορεί να ληφθεί υπόψη σε ένα μοντέλο Gauss
- x.* Σύμφωνα με τη θεωρία της βαθμωτής μεταφοράς, όταν η βαθμίδα συγκέντρωσης ενός ρύπου είναι μηδενική η διάχυση δεν συμβάλλει στη διασπορά του.

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 3)

- α) Τι σημαίνουν οι όροι *i*) διασπορά, *ii*) τυρβώδης διάχυση, *iii*) θύσανος, *iv*) αποδέκτης (**μον. 1**)
- β) Εύρεση των σχέσεων που δίνουν *i*) τις συγκεντρώσεις στο έδαφος, *ii*) τις μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος και *iii*) τις απολύτως μέγιστες συγκεντρώσεις στην περίπτωση σημειακής πηγής σε επίπεδη περιοχή με τη χρήση της εξίσωσης του Gauss όταν δε λαμβάνονται υπόψη οι ανακλάσεις από το έδαφος και το οριακό στρώμα. Ποια μεγέθη πρέπει να γνωρίζουμε έτσι ώστε να προσδιοριστούν αυτές οι συγκεντρώσεις; (**μον. 1.5**)
- γ) Αν η αβεβαιότητα στο ρυθμό εκπομπής είναι 15% και στην ανύψωση του θυσάνου 10%, ποιες είναι οι αντίστοιχες αβεβαιότητες που εισέρχονται στον υπολογισμό των παραπάνω συγκεντρώσεων (περιπτώσεις *i*), *ii*) και *iii*)); (**μον. 0.5**)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

- α) Ποια προσέγγιση χρησιμοποιείται για τη στατιστική περιγραφή των τυρβώδων διακυμάνσεων; Ποιος όρος εκφράζει την τυρβώδη ροή; Σε ποιες ατμοσφαιρικές μεταβλητές χρησιμοποιούμε αυτή την προσέγγιση; (**μον. 1**)
- β) Ποια είδη μέσων τιμών μιας μεταβλητής μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη στατιστική περιγραφή της τύρβης και πώς ορίζεται το κάθε είδος; Ποιες συμμεταβλητότητες σχετίζονται με την τυρβώδη ροή μιας παραμέτρου, ποιες απ' αυτές έχουν τη μεγαλύτερη σημασία στο οριακό στρώμα και γιατί; (**μον. 1**)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Από καμινάδα ύψους 120 m & διαμέτρου 1 m εκπέμπεται αδρανής αέριος ρύπος με ρυθμό 120 g/s, ταχύτητα 18 m/s και θερμοκρασία 325 K. Στην ατμόσφαιρα επικρατούν ελαφρά ασταθείς συνθήκες (κλάση ευστάθειας C), η θερμοκρασία αέρα είναι 303 K και η ταχύτητα ανέμου 8 m/s σε ύψος 10 m. Αν η κρίσιμη διαφορά θερμοκρασίας δίνεται από τη σχέση $\Delta T_c = 0.0297 \cdot T_s (v_s/d^2)^{1/3}$ να βρεθεί:

- α) Η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος και το σημείο A που εμφανίζεται
- β) Αν η διεύθυνση του ανέμου μεταβληθεί κατά 10° πόση θα είναι η νέα συγκέντρωση στο σημείο A, αν θεωρηθεί η εξίσωση του Gauss που λαμβάνει υπόψη μόνο την ανάκλαση από το έδαφος.
- Δίνονται: $p = 0.2$, $\sigma_y(x) = 0.11x \cdot (1 + 0.0001x)^{-1/2}$, $\sigma_z(x) = 0.08x \cdot (1 + 0.0002x)^{-1/2}$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 2)

Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές, ποιες λανθασμένες και γιατί;

- i.* Η τυρβώδης διάχυση των ρύπων γίνεται μέχρι το ύψος της τροπόπαυσης.
- ii.* Οι χημικοί μετασχηματισμοί των ρύπων μέσα στην ατμόσφαιρα δίνουν αβλαβή προϊόντα.
- iii.* Η θερμοχωρητικότητα των εκπεμπόμενων αερίων επηρεάζει την ανύψωση του θυσάνου.
- iv.* Τα πρωτογενή ανθρωπογενή και δευτερογενή σωματίδια είναι λιγότερο επικίνδυνα από τα φυσικά σωματίδια.
- v.* Στα μοντέλα διασποράς μέσης κλίμακας απαιτείται ο υπολογισμός του τρισδιάστατου πεδίου του ανέμου.
- vi.* Ως όρια του θυσάνου ορίζονται τα σημεία όπου η συγκέντρωση είναι το 4.3% της αντίστοιχης του κεντρικού άξονα.
- vii.* Η οριζόντια τυρβώδης διάχυση ρύπων είναι συνήθως πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη μεταφορά λόγω ανέμου.
- viii.* Για την μη εμπλοκή του θυσάνου σε στρόβιλο στην υπήνεμη πλευρά της καμινάδας, πρέπει το συνολικό ύψος της καμινάδας πάνω από το έδαφος να είναι 1.5 φορές το ύψος του κτιρίου.
- ix.* Η διεύθυνση του ανέμου παίζει σημαντικό ρόλο στην τυρβώδη διάχυση.
- x.* Αν η αβεβαιότητα στην αρχική ανύψωση του θυσάνου είναι 20%, η αντίστοιχη αβεβαιότητα στις υπολογιζόμενες συγκεντρώσεις είναι περίπου 40%.

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 3)

α) Ποιοι από τους όρους της εξίσωσης του Gauss επηρεάζονται από την ατμοσφαιρική κλάση ευστάθειας (*μον. 1*)

β) Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μοντέλο του Gauss για να υπολογίσουμε μονόλεπτες συγκεντρώσεις και γιατί; (*μον. 0.5*)

γ) Εύρεση των σχέσεων που δίνουν τις μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος και τις απολύτως μέγιστες συγκεντρώσεις από σημειακή πηγή σε επίπεδη περιοχή με τη χρήση της εξίσωσης του Gauss *i)* όταν δε λαμβάνονται υπόψη οι ανακλάσεις από το έδαφος και το οριακό στρώμα και *ii)* όταν λαμβάνεται υπόψη μόνο η ανάκλαση από το έδαφος. Σε ποια από τις δύο περιπτώσεις (*i* ή *ii*) θα εμφανίζονται μεγαλύτερες τιμές συγκεντρώσεων και γιατί; (*μον. 1.5*)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

α) Τι είναι κατώρευμα και ποιες οι αιτίες που μπορεί να δημιουργηθεί; Με βάση τη σχέση

$$h' = h + 2d \left(\frac{v_s}{u} - 1.5 \right),$$

τι μέτρα θα μπορούσαν να ληφθούν ώστε να μειωθούν οι πιθανότητες

ύπαρξης κατωρεύματος; (*μον. 1*)

β) Πότε πρέπει να λάβουμε υπόψη τη σταδιακή ανύψωση του θυσάνου; Ποια εξίσωση χρησιμοποιείται (εξήγηση όρων), και μέχρι ποια απόσταση πρέπει να την εφαρμόσουμε; (*μον. 1*)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Σημειακή πηγή ύψους 150 m και διαμέτρου 3 m εκπέμπει αδρανή αέριο ρύπο με ρυθμό 100 g/s και ταχύτητα 8 m/s. Η παράμετρος καμινάδας είναι $40 \text{ m}^4 \text{ s}^{-3}$ και η ανύψωση του θυσάνου είναι θερμική. Στην ατμόσφαιρα επικρατούν ασταθείς συνθήκες (κλάση ευστάθειας B), και η ταχύτητα του ανέμου είναι 6 m/s σε ύψος 10 m. Να βρεθεί: **α)** Η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος και η απόσταση που εμφανίζεται **β)** Για την απόσταση του **α'** ερωτήματος, να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις με χρήση της εξίσωσης Gauss στην οποία *i)* δε λαμβάνεται υπόψη κάποια ανάκλαση και *ii)* όταν λαμβάνεται υπόψη μόνο η ανάκλαση από το έδαφος. Σε ποια από τις δύο εξισώσεις ανταποκρίνεται το αποτέλεσμα του νομογράμματος;

Δίνονται: $p = 0.1$, $\sigma_y(x) = 0.16x \cdot (1 + 0.0001x)^{-1/2}$, $\sigma_z(x) = 0.12x$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 3)

Εξηγήστε γιατί οι παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένες.

- i.* Οι όροι ατμοσφαιρική διασπορά και ατμοσφαιρική διάχυση των ρύπων είναι ταυτόσημοι.
- ii.* Η κατακόρυφη μεταφορά ρύπων λόγω του ανέμου είναι πολύ σημαντικότερη από την κατακόρυφη διάχυση των ρύπων.
- iii.* Στα μοντέλα διασποράς μέσης κλίμακας δεν απαιτείται ο υπολογισμός του τρισδιάστατου πεδίου του ανέμου.
- iv.* Οι προσεγγίσεις κατά Euler και κατά Lagrange για την ατμοσφαιρική διασπορά οδηγούν πάντα στα ίδια αποτελέσματα για τις συγκεντρώσεις των ρύπων.
- v.* Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ρύπων που προέρχονται από ανυψωμένη πηγή παρουσιάζονται στο έδαφος στην περίπτωση ευσταθούς ατμόσφαιρας
- vi.* Η συγκέντρωση 8 ppb ενός ρύπου είναι ίση με 800 ppm.
- vii.* Η διεύθυνση του ανέμου παίζει σημαντικό ρόλο στην τυρβώδη διάχυση.
- viii.* Η παράμετρος καμινάδας έχει πάντα θετική τιμή.
- ix.* Το μοντέλο του Gauss είναι το πιο κατάλληλο για τον υπολογισμό των συγκεντρώσεων στην περίπτωση που οι εκπομπές των ρύπων συμβαίνουν κοντά στο έδαφος.
- x.* Η απομάκρυνση ενός ρύπου λόγω χημικών μετασχηματισμών δεν μπορεί να ληφθεί υπόψη σε ένα μοντέλο Gauss.

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

Στο πλαίσιο μια περιβαλλοντικής μελέτης πρέπει να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις των ρύπων στο έδαφος που προέρχονται από έναν δρόμο πυκνής κυκλοφορίας, όταν ο άνεμος φυσά κάθετα στο δρόμο. Αν θεωρήσουμε ότι ο δρόμος είναι γραμμική πηγή απείρου μήκους

- α)** Ποιες δύο εξισώσεις μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για τον υπολογισμό των συγκεντρώσεων στο έδαφος; Να εξηγήσετε τους όρους των εξισώσεων.
- β)** Ποια είναι η βάση της κάθε εξίσωσης και ποια από τις δύο θεωρείται πιο αξιόπιστη και γιατί;
- γ)** Γιατί η συγκέντρωση στο σημείο $A(x, y)$ είναι ίση με τη συγκέντρωση στο σημείο $B(x, y')$ ακόμα κι όταν $y' \neq |y|$;

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

- α)** Τι ονομάζουμε ατμοσφαιρικό μοντέλο και ποιο είναι το τελικό αποτέλεσμα που δίνει; Σε ποιες εφαρμογές θεωρείται ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα ενός ατμοσφαιρικού μοντέλου;
- β)** Μονάδες μέτρησης των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων. Ποια σχέση συνδέει τις συγκεντρώσεις κατά βάρος με τις συγκεντρώσεις κατ' όγκο και ποιες σχέσεις συνδέουν τις μονάδες κατ' όγκο; Σε τι μονάδες εκφράζεται η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων;

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

α) Να βρεθούν οι μέγιστες συγκεντρώσεις ενός αερίου ρύπου και οι αποστάσεις που εμφανίζονται όταν εκπέμπεται από ενεργά ύψη καμινάδας 10 m, 50 m, 100 m & 150 m σε ελαφρά ασταθείς συνθήκες (Κλάση ευστάθειας: C). Ο ρυθμός εκπομπής του ρύπου είναι $Q=50 \text{ gs}^{-1}$ και η ταχύτητα του ανέμου είναι 4 ms^{-1} σε ύψος 10 m.

β) Αν το όριο επιφυλακής για τον αέριο ρύπο είναι 100 ppb, σε ποιες περιπτώσεις οι συγκεντρώσεις είναι μεγαλύτερες από το όριο επιφυλακής;

Πίεση αέρα: **P=990 mb**, Θερμοκρασία αέρα: **$\theta=10^\circ\text{C}$** , Μοριακό Βάρος ρύπου: **MB=50** Εκθέτης **p: p=0.25**

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 3)

Εξηγήστε γιατί οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές.

- a. Δεν μπορούν όλοι οι αέριοι ρύποι να μελετηθούν σε παγκόσμια κλίμακα.
- b. Η επίδραση της απόθεσης δεν είναι ευεργετική στο πρόβλημα της ρύπανσης.
- c. Σε συνθήκες ευστάθειας η κατακόρυφη διάχυση γίνεται αργά.
- d. Το μεγαλύτερο μέρος της μάζας των αερολυμάτων βρίσκεται στην κατώτερη τροπόσφαιρα.
- e. Στην περιφερειακή κλίμακα η μεταφορά των ρύπων λαμβάνει χώρα και στην ελεύθερη τροπόσφαιρα.
- f. Ο βαθμός πολυπλοκότητας των μοντέλων του Gauss είναι μικρός.
- g. Οι σημαντικότερες μεταβλητότητες στη μελέτη της ατμοσφαιρικής διάχυσης είναι αυτές που προκύπτουν από το προϊόν της κατακόρυφης ταχύτητας w' με τις άλλες μεταβλητές του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος.
- h. Η προσέγγιση κατά Fick δεν είναι αντιπροσωπευτική της διάχυσης η οποία επιτελείται από την ατμοσφαιρική τύρβη.
- i. Οι δύο τύποι υγρής απόθεσης έχουν διαφορετική βαρύτητα ανάλογα με την χωρική κλίμακα της διασποράς.
- j. Αν το σφάλμα στον υπολογισμό του ρυθμού εκπομπής είναι 30%, τότε και το σφάλμα στις υπολογιζόμενες συγκεντρώσεις είναι 30%.

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

Δίνεται η σχέση

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left\{ \exp\left[-\frac{(H-z)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(H+z)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$

- a) Τι υπολογίζει και σε ποια περίπτωση χρησιμοποιείται; Ποιες μεταβλητές της εξαρτώνται από την κλάση ευστάθειας; Πώς εισάγετε η εξάρτηση από την απόσταση από την πηγή;
- β) Πώς τροποποιείται η παραπάνω σχέση στην περίπτωση υπολογισμού:
 - i. Των απολύτως μέγιστων συγκεντρώσεων
 - ii. Των μέγιστων συγκεντρώσεων στο έδαφος
 - iii. Των συγκεντρώσεων στο έδαφος

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

- a) Στοιχεία των πηγών εκπομπής που είναι σημαντικά για την ατμοσφαιρική διασπορά. Υπάρχει επίδραση στη διασπορά από το ρυθμό εκπομπής; Να δικαιολογηθεί η απάντηση. (μον. 1)
- β) Σε μια εργοστασιακή μονάδα πρόκειται να χτιστεί καμινάδα σε κτίριο ύψους 12 m. Ποιο είναι το ελάχιστο ύψος που πρέπει να έχει η καμινάδα και γιατί; (μον. 0.5)
- γ) Δύο καμινάδες A & B έχουν το ίδιο ύψος, αλλά η διάμετρος της A είναι διπλάσια της διαμέτρου της B. Αν ο λόγος v/u είναι ίδιος για τις δύο καμινάδες και ισχύει $v/u < 1.5$, ποια από τις δύο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη κάθοδο του θυσάνου; (μον. 0.5)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Καμινάδα ύψους 70m και διαμέτρου 4m εκπέμπει αδρανή αέριο ρύπο με ρυθμό 100g/s, με ταχύτητα 10m/s και με θερμοκρασία 305K. Η ατμόσφαιρα είναι *μέτρια ασταθής*, η ταχύτητα ανέμου στο ύψος της καμινάδας είναι 8m/s και η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 295K. Αν η κρίσιμη διαφορά θερμοκρασίας δίνεται από τη σχέση $(\Delta T)_c = 0.0297v_s^{1/3}T/d^{2/3}$ να βρεθεί:

- a) Η μέγιστη συγκέντρωση στο έδαφος και η απόσταση που εμφανίζεται (μον. 2)
- β) Η απολύτως μέγιστη συγκέντρωση για την απόσταση που βρέθηκε στο ερώτημα α) (μον. 1)

Όπου χρειαστεί η εξίσωση του Gauss να θεωρηθεί αυτή που λαμβάνει υπόψη μόνο την ανάκλαση από το έδαφος.

Δίνονται: $F = 13 \text{ m}^4/\text{s}^3$, $\sigma_y = 0.16x(1+0.0001x)^{-1/2}$, $\sigma_z = 0.12x$

**Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ**

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 3)

Εξηγήστε γιατί οι παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένες.

- a. Η συγκέντρωση 10 ppb ενός ρύπου είναι ίση με 1000 ppm.
- b. Τα σωματίδια PM10 αποτελούν κίνδυνο για περιοχές που βρίσκονται μακριά από την πηγή προέλευσής τους.
- c. Το ενεργό ύψος της καμινάδας είναι πάντα μεγαλύτερο από το φυσικό ύψος.
- d. Σύμφωνα με τη θεωρία της βαθμωτής μεταφοράς, όταν η βαθμίδα συγκέντρωσης ενός ρύπου είναι μηδενική, τότε δε συμβαίνει μεταφορά του ρύπου από το μέσο άνεμο.
- e. Η προσέγγιση κατά Fick είναι αντιπροσωπευτική της διάχυσης η οποία επιτελείται από την ατμοσφαιρική τύρβη.
- f. Μπορούν όλοι οι αέριοι ρύποι να μελετηθούν σε παγκόσμια κλίμακα.
- g. Ο ρυθμός εκπομπής ενός ρύπου επιδρά στη διασπορά.
- h. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ρύπων που προέρχονται από ανυψωμένη πηγή παρουσιάζονται στο έδαφος στην περίπτωση ευσταθούς ατμόσφαιρας.
- i. Η παράμετρος καμινάδας είναι πάντα σταθερή για την ίδια καμινάδα.
- j. Η απομάκρυνση ενός ρύπου λόγω μηχανισμών απομάκρυνσης από την ατμόσφαιρα δεν μπορεί να ληφθεί υπόψη σε ένα μοντέλο Gauss

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

α) Μονάδες μέτρησης των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων. Ποια η σχέση που συνδέει τις συγκεντρώσεις κατά βάρος με τις συγκεντρώσεις κατ' όγκο και ποιες σχέσεις συνδέουν τις μονάδες κατ' όγκο; Η αντιστοιχία ανάμεσα συγκέντρωσης κατά βάρος και συγκέντρωσης κατ' όγκο είναι σταθερή για συγκεκριμένη συγκέντρωση αερίου ρύπου; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

β) Αν το όριο επιφυλακής για το SO₂ είναι 350 μg/m³, να βρεθεί αν συγκέντρωση 200 ppb SO₂ υπερβαίνει το όριο όταν P= 1020 mbar και θ=25°C (MB(SO₂)=64)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

Έχοντας ως γνωστά όλα τα απαραίτητα μετεωρολογικά δεδομένα, περιγράψτε ποια είναι τα στάδια υπολογισμού του ενεργού ύψους εκπομπής.

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Αέριος ρύπος με χρόνο ημιζωής 600 s εκπέμπεται από καμινάδα ύψους 50 m και διαμέτρου 2 m με ρυθμό 100 g/s και ταχύτητα 10 m/s. Η ατμόσφαιρα είναι ελαφρώς ασταθής και πνέει άνεμος ανατολικός με ταχύτητα 5 m/s στο ύψος της καμινάδας.

- α) Ποια είναι η συγκέντρωση σε σημείο A που βρίσκεται στο έδαφος κατά μήκος του διαμήκους άξονα και απέχει 1000 m από την πηγή;
- β) Αν η διεύθυνση του ανέμου μεταβληθεί κατά 10 deg, ποια θα είναι η νέα συγκέντρωση στο σημείο A;

**Να θεωρηθεί η εξίσωση Gauss που δε λαμβάνει υπόψη ανάκλαση ρύπων και ότι η ανύψωση του θοσάνου είναι θερμική*

Παράμετρος καμινάδας: $F=50 \text{ m}^4 \cdot \text{s}^{-3}$,

Συντελεστές τοπικής απόκλισης: $\sigma_y = 0.22 \cdot x \cdot (1 + 0.0004 \cdot x)^{-1/2}$, $\sigma_z = 0.12 \cdot x$, $\cos(10^\circ)=0.985$, $\sin(10^\circ)=0.174$

Εξετάσεις στο μάθημα
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΧΥΣΗ & ΔΙΑΣΠΟΡΑ

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 3)

α) Χωρικές κλίμακες ατμοσφαιρικής διασποράς: Συνοπτική ανάπτυξη

β) Με κλίμακα από 1-3 (3 μέγιστη), δώστε το βαθμό επίδρασης κάθε διεργασίας στις 3 χωρικές κλίμακες ατμοσφαιρικής διασποράς:

Διεργασία \ Κλίμακα	Τυρβώδης Διάχυση	Βαρυτική Καθίζηση	Χημικοί Μετασχηματισμοί	Απόθεση
Τοπική				
Μέση				
Περιφερειακή				

γ) Το CO₂ έχει χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα 2-10 έτη. Σε ποιες περιοχές της ατμόσφαιρας μπορεί να υπάρχουν συγκεντρώσεις της ένωσης και γιατί;

ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 2)

α) Ποια μαθηματική σχέση δίνει τις συγκεντρώσεις ενός ρύπου σε κάθε σημείο του χώρου στην περίπτωση σημειακής πηγής σε επίπεδη περιοχή όταν χρησιμοποιηθεί μοντέλο του θυσάνου του Gauss που λαμβάνει υπόψη την ανάκλασή του στο έδαφος; Ποια είναι τα απαραίτητα στοιχεία εισαγωγής στο μοντέλο για να είναι εφικτή η εκτίμηση της συγκέντρωσης του ρύπου με χρήση της παραπάνω σχέσης; (μον. 1)

β) Εύρεση των σχέσεων που δίνουν *i*) τις συγκεντρώσεις στο έδαφος, *ii*) τις μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος και *iii*) τις απολύτως μέγιστες συγκεντρώσεις από σημειακή πηγή σε επίπεδη περιοχή με τη χρήση της εξίσωσης του Gauss όταν λαμβάνεται υπόψη μόνο η ανάκλαση από το έδαφος (μον. 1)

ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 2)

α) Πώς ορίζεται η ροή ενός ρύπου στην ατμόσφαιρα, από ποιες συνιστώσες αποτελείται και πότε μηδενίζεται η καθεμία από τις παραπάνω συνιστώσες; Αν η ταχύτητα του ανέμου είναι ίση με μηδέν, μπορεί να συμβεί διασπορά ενός ρύπου; (μον. 1)

β) Ποια μέθοδος χρησιμοποιείται για την ποσοτική επεξεργασία των τυρβωδών ροών και σε ποια γενική εξίσωση στηρίζεται; Ποια στατιστική παράμετρος εκφράζει την τυρβώδη ροή των ατμοσφαιρικών μεταβλητών; Γιατί οι κατακόρυφες ροές στο ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα κυριαρχούνται από την τυρβώδη συνιστώσα τους; (μον. 1)

ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 3)

Να βρεθούν οι μέγιστες συγκεντρώσεις και οι αποστάσεις που εμφανίζονται σε αστική περιοχή, για ενεργά ύψη καμινάδας 5 m, 40 m, 100 m & 200 m αν επικρατούν μέτριες συνθήκες αστάθειας, ο ρυθμός εκπομπής είναι $Q=100 \text{ g s}^{-1}$ & η ταχύτητα του ανέμου είναι 3 m s^{-1} σε ύψος 5 m.

Ποια είναι η επίδραση του ενεργού ύψους στις μέγιστες συγκεντρώσεις και στις αποστάσεις που εμφανίζονται; Δικαιολογήστε την απάντησή σας, κάνοντας τα σχετικά διαγράμματα.

Εκθέτης $p=0.15$ για μέτρια ασταθή ατμόσφαιρα

Για τον υπολογισμό της ταχύτητας, θεωρήστε ότι το ύψος της καμινάδας συμπίπτει με το ενεργό ύψος.