



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα **ΠΠ**

ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

ΕΝΟΤΗΤΑ: **ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ –
ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΑ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ**

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ: ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και
Φυσικών Πόρων

ΑΓΡΙΝΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

Λέκτορας

του Τμήματος Διαχείρισης
Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων

 2641074156

 afotiadi@upatras.gr

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΑ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

▪ Φωτοχημικά Οξειδωτικά (Φ.Ο.)

ο Φωτοχημικά Οξειδωτικά: αποτέλεσμα μιας σειράς πολύπλοκων αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα όταν ενεργές **οργανικές ουσίες** & **NOx** συσσωρεύονται στην ατμόσφαιρα και εκτίθενται στο **ηλιακό φως**

ο Αυτές οι αντιδράσεις (φωτοχημικές) οδηγούν στο σχηματισμό **φωτοχημική καπνομίχλη** ή **φωτοχημικού νέφους**

ο **Σύσταση φωτοχημικού νέφους**: πρωτογενείς & δευτερογενείς ενώσεις

- O_3
- NO_2
- Νιτρικά υπεροξυακύλια (PAN)
- Αλδεύλες
- H_2O_2

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΑ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

■ Φωτοχημικά Οξειδωτικά (Φ.Ο.)

ο Οι φωτοχημικές αντιδράσεις είναι αποτέλεσμα της απορρόφησης ενέργειας (ηλιακή ακτινοβολία) από ορισμένες ουσίες με αποτέλεσμα τη μεταβολή της ενεργειακής τους κατάστασης

⇒ ηλεκτρονική υπερδιέγερση που με τη σειρά του

⇒ οδηγεί στη δημιουργία δραστικών ουσιών, όπως:

ελεύθερες ρίζες & ιόντα ικανά για αλυσωτές αντιδράσεις και δημιουργία **δευτερογενών ρύπων**

ο Οι βασικές φωτοχημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται είναι αποτέλεσμα

1. της ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας (**UV**)

2. δραστικών πτητικών υδρογονανθράκων (**VOCs**, π.χ. αλδεΐδες)

3. μονοξειδίου του άνθρακα (**CO**)

4. οξειδίων του αζώτου (**NO_x**)

ο Η ηλιακή (**UV**) ακτινοβολία ως φωτοχημικός καταλύτης συμβάλλει στη διάσπαση μερικών δεσμών των **NO_x** & **VOCs** ⇒ παράγοντας **O** το οποίο με τη σειρά του παράγει ⇒ **O₃** & **ελεύθερες ρίζες**



ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΑ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

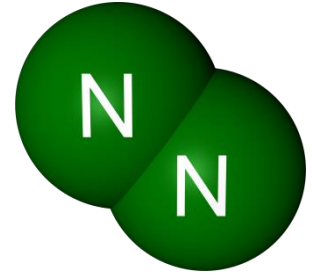
▪ Φωτοχημικά Οξειδωτικά (Φ.Ο.)

- Η αναγκαία ύπαρξη της ηλιακής ακτινοβολίας για την επιτέλεση των μετατροπών (αντιδράσεων) έχει σαν αποτέλεσμα:
 - η συγκέντρωση των **φωτοχημικών οξειδωτικών** (προϊόντων) να μεταβάλλεται διαρκών κατά τη διάρκεια της ημέρας
 - η μέγιστη τιμή της συγκέντρωσης του **O₃** να παρατηρείται κατά τις μεσημβρινές ώρες
- Η συγκέντρωση του **O₃** ποικίλει ανάλογα με τη συγκέντρωση των **NO_x** & των **VOC**

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

- Ενώσεις του Αζώτου (N_2)
 - ✓ Υποξείδιο του Αζώτου **(N_2O)**
 - ✓ Οξείδια του Αζώτου **(NO_x)**
 - Μονοξείδιο του Αζώτου **(NO)**
 - Διοξείδιο του Αζώτου **(NO_2)**
 - ✓ Αμμωνία **(NH_3)**

▪ Μοριακό Άζωτο (N₂)

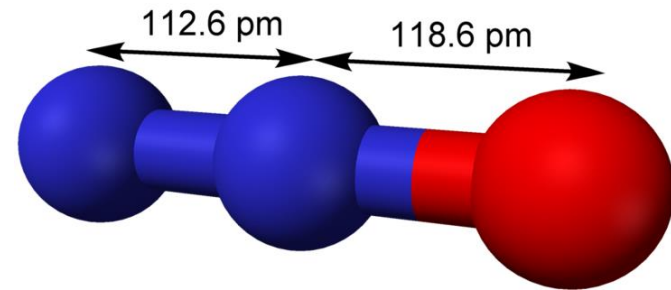
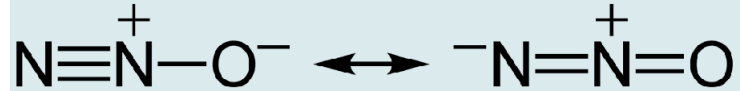


- Το πιο άφθονο συστατικό της ατμόσφαιρας (~ 78%)
- Είναι χημικά αδρανές
- Δεσμεύεται από μικροοργανισμούς οι οποίες το μετατρέπουν σε οργανικές ενώσεις ενώ βακτηρίδια ανάγουν τις νιτρικές (NO₃⁻) και νιτρώδεις ενώσεις (NO₂⁻) σε N₂
- Η βιολογική δέσμευση είναι δύο φορές μεγαλύτερη από την ανθρωπογενή
- Το μεγαλύτερο μέρος της δέσμευσης του αζώτου επιτελείται από βακτήρια του χώματος, τόσο ελευθέρων όσο και αυτών που ζουν στις ρίζες των φυτών (όσπρια, τριφύλλι κ.ά.)

- Ο Κύκλος του Αζώτου

ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ – ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ N₂O

■ Το υποξείδιο ή πρωτοξείδιο του αζώτου (N₂O) παίζει σημαντικό ρόλο στην φυσικο-χημεία της ατμόσφαιρας καθώς είναι **ρύπος** αλλά και **αέριο του θερμοκηπίου**. Επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην χημεία της στρατόσφαιρας καθώς αντιδρά με το O₃



- Το N₂O συνεισφέρει **~6%** στην παγκόσμια θέρμανση λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Είναι γνωστό ως ιλαρυντικό αέριο ή αέριο γέλωτος λόγω της ευφορίας που προκαλεί εισπνεόμενο
- Χρησιμοποιείται στη χειρουργική & οδοντιατρική λόγω των αναισθητικών & αναλγητικών ιδιοτήτων του

Μοριακό βάρος:

44

Σημείο τήξης:

-90.86 °C

Σημείο βρασμού:

-88.48 °C

Άχρωμο, άφλεκτο αέριο με ευχάριστη & ελαφρώς γλυκιά οσμή & γεύση

Διαλυτότητα στο νερό:

0.15 g/100 ml (15 °C), είναι διαλυτό σε αλκοόλη, αιθέρα &

θειϊκό οξύ

Χρόνος ζωής:

120 ± 30 έτη

Απορροφή ακτινοβολία:

3-5 μm & 7.5-9 μm

ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ – ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ N_2O

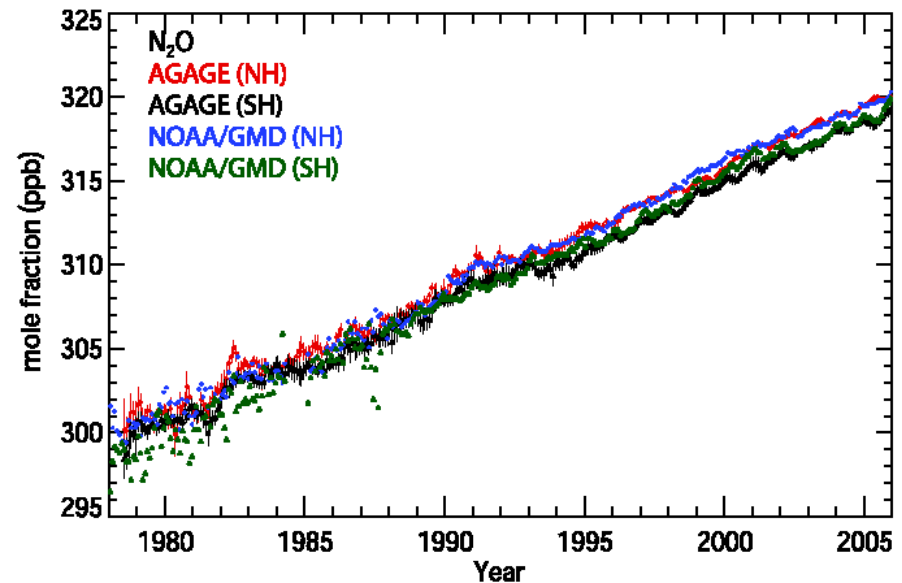
- Το N_2O έχει την τέταρτη μεγαλύτερη επίδραση στο ενεργειακό ισοζύγιο (radiative forcing) σε σχέση με τα υπόλοιπα αέρια θερμοκηπίου **$+0.16 \pm 0.02 Wm^{-2}$**
- Το N_2O απορροφά περίπου 270 φορές περισσότερο ακτινοβολία ανά μόριο σε σχέση με το CO_2 . Θεωρείται όμως λιγότερο σημαντικό αέριο θερμοκηπίου διότι υπάρχει στην ατμόσφαιρα σε μικρότερη συγκέντρωση
- Πριν τη βιομηχανική επανάσταση η συγκέντρωση του N_2O κυμαινόταν περίπου στα **270 ± 7 ppb**.
- Σήμερα η συγκέντρωση του στην ατμόσφαιρα είναι:
 319 ± 0.12 ppb

αυξήθηκε κατά **18%** σε σχέση με την προ-βιομηχανική εποχή

ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ – ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ N₂O

Species ^a	Concentrations ^b and their changes ^c		Radiative Forcing ^d	
	2005	Change since 1998	2005 (W m ⁻²)	Change since 1998 (%)
N ₂ O	319 ± 0.12 ppb	+5 ppb	0.16	+11

- Τις τελευταίες δεκαετίες η συγκέντρωση του N₂O στην ατμόσφαιρα αυξάνει γραμμικά με ένα ρυθμό ~0.8 ppb yr⁻¹ ή 0.26% yr⁻¹



ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ – ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ N_2O

▪ Πηγές & Καταβόθρες ($Tg (N) yr^{-1}$)

▪ Πηγές

ο Φυσικές

- ✓ Ωκεανοί
- ✓ Τροπικά εδάφη
 - ο Βροχοφόρα δάση
 - ο Σαβάνα
- ✓ Εύκρατα εδάφη
 - ο Δάση
 - ο Λιβάδια

ο Ανθρωπογενείς

- ✓ Καλλιεργήσιμα εδάφη
- ✓ Καύση βιομάζας
- ✓ Βιομηχανικές πηγές
- ✓ Κτηνοτροφία

~40% ΤΟΥ
συνόλου των
πηγών με
κυριότερη τις
καλλιέργειες

ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ – ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ N_2O

- Η μεγαλύτερη πηγή του N_2O είναι το έδαφος με την μεγαλύτερη ένταση να παρατηρείται στα τροπικά γεωγραφικά πλάτη βόρεια του Ισημερινού
- Οι μέσες ετήσιες εκπομπές του N_2O από την επιφάνεια του εδάφους έχουν αυξηθεί κατά 40 – 50% σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή

ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ – ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ N₂O

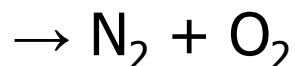
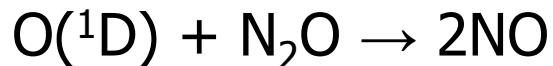
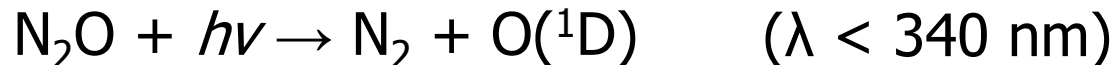
▪ Πηγές & Καταβόθρες (Tg (N) yr⁻¹)

▪ **Καταβόθρες**

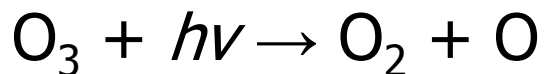
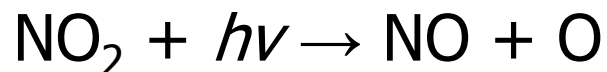
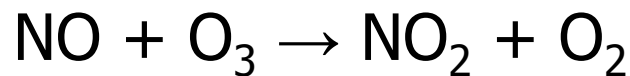
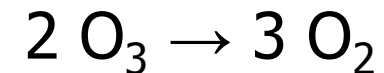
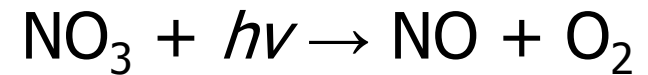
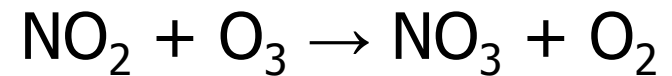
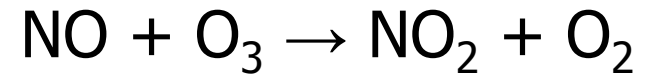
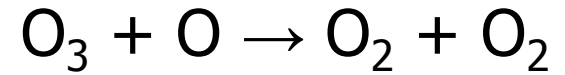
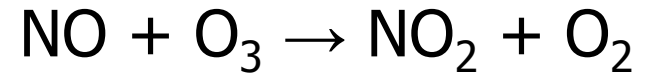
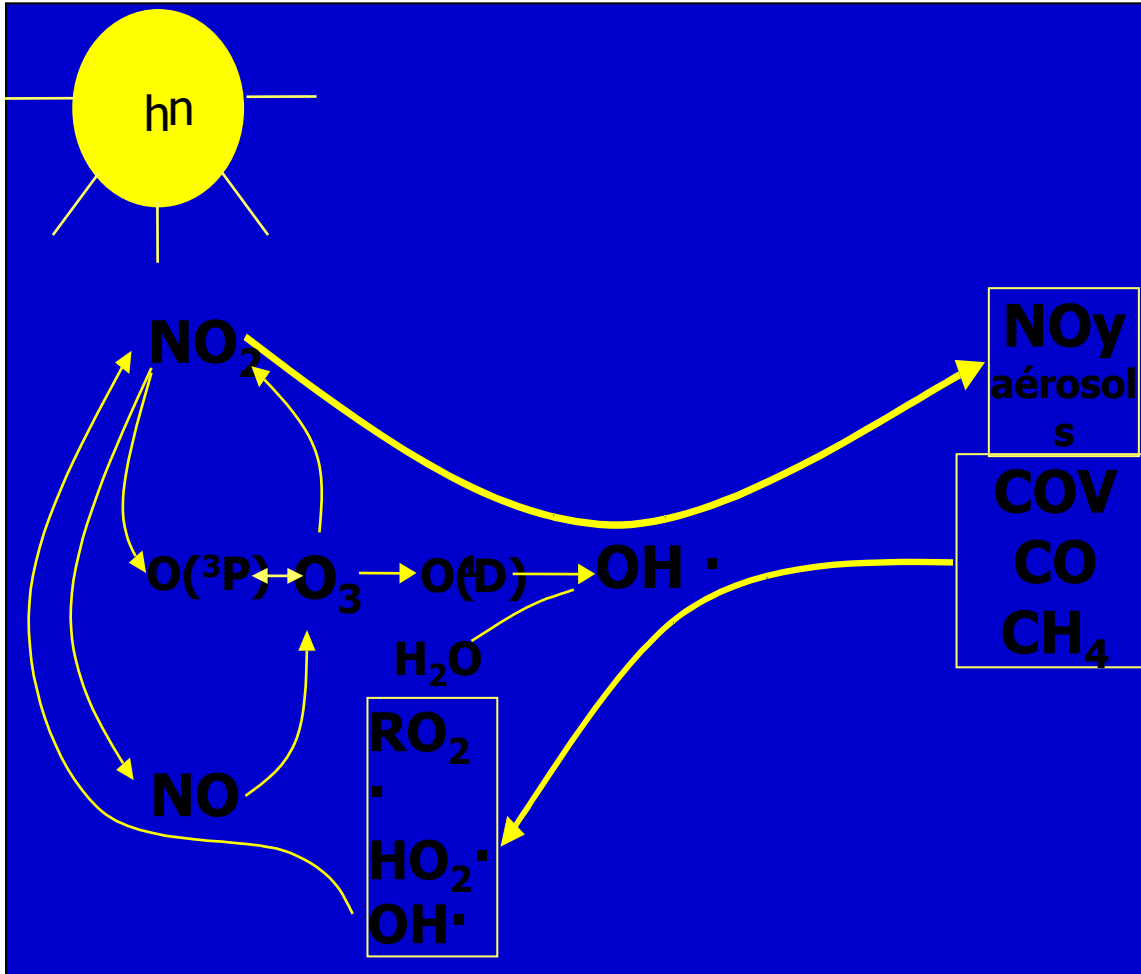
- ο Στρατόσφαιρα (~12.3 Tg(N) yr⁻¹)
- ο Δέσμευση από το έδαφος

▪ Το N₂O είναι ανενεργό (χημικά αδρανές) στην τροπόσφαιρα

▪ Η μεγαλύτερη καταβόθρα του N₂O είναι η φωτοδιάσπαση του στη στρατόσφαιρα (~90%) και η αντίδραση του με διεγερμένο ατομικό οξυγόνο O(¹D) (~10%). Η οξείδωση του N₂O από οδηγεί στην παραγωγή NO και είναι η κυριότερη πηγή O₃ στη στρατόσφαιρα



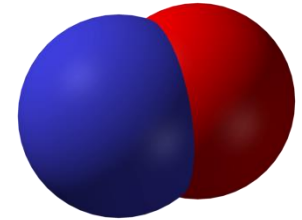
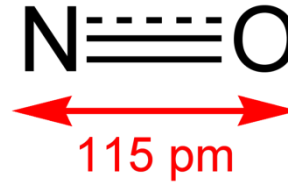
ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ – ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ N₂O



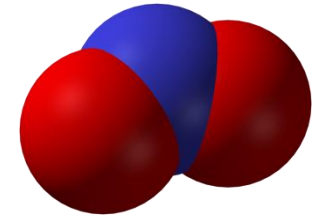
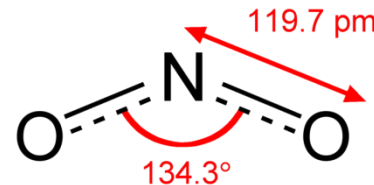
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

- Τα οξειδία του Αζώτου ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)

- Μονοξείδιο του Αζώτου (NO)



- Διοξείδιο του Αζώτου (NO_2)



ο Τα οξειδία του αζώτου ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) είναι μεταξύ των πιο σημαντικών ενώσεων στην χημεία της ατμόσφαιρας δεδομένου ότι μετέχουν στις φωτοχημικές αντιδράσεις της ατμόσφαιρας και κατά συνέπεια τη σύσταση της με τη δημιουργία νέων δευτερογενών ρύπων

ο Συνεισφέρουν στην δημιουργία του O_3 στην τροπόσφαιρα, διαφόρων τοξικών ενώσεων (π.χ. PANs), και στη δημιουργία όξινης βροχής

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

- Τα οξειδία του Αζώτου ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)

- *Φυσικές & χημικές ιδιότητες:*

- ο **NO**: Άχρωμο, άγευστο και άοσμο

Πρόδρομος του τροποσφαιρικού O_3 , του NO_2 και του HNO_3

Δεν είναι επικίνδυνο σε επίπεδα που συναντώνται στον περιβάλλοντα αέρα

- **NO₂**: κοκκινο-καφέ χρώμα (σε συνδυασμό με τα αιωρούμενα σωματίδια), ερεθιστική οσμή, εξαιρετικά τοξικό

Οξειδωτικό μέσο: βιολογικά επιβλαβές, καταλύτης για την παραγωγή O_3 από VOCs

Οδηγεί στην παραγωγή HNO_3 & άλλων ενώσεων (όξινων) καθώς και **νιτρικών αερολυμάτων**

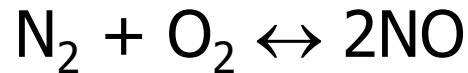
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

▪ Τα οξειδία του Αζώτου ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)

• Πηγές:

ο NO , οι κύριες πηγές του είναι:

- παραγωγή από βιολογικές (μικρόβια) διαδικασίες στο χώμα και τα φυτά
- παράγεται από καύση σε υψηλές θερμοκρασίες (όπως π.χ. μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων, σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και γενικότερα οι βιομηχανίες)



• Στον αέρα το NO οξειδώνεται σχετικά γρήγορα και παράγει NO_2

ο NO_2 , οι κύριες πηγές του είναι:

- οξείδωση του NO
- καύσεις ορυκτών καυσίμων και βιομάζας, συσκευές λειτουργούν με αέριο, θερμάστρες κηροζίνης, ξυλόσομπες, τσιγάρα

• Το NO_2 απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα κυρίως μέσω **φωτόλυσης** & **χημικών αντιδράσεων** αλλά και μέσω **διάλυσης στο νερό των ωκεανών**

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

▪ Τα οξειδία του Αζώτου ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)

• Πηγές:

Πηγές	Tg (N) yr ⁻¹
Καύση καυσίμων υλικών	24
Απελευθέρωση από το έδαφος (φυσική & ανθρωπογενής)	12
Καύση βιομάζας	8
Κεραυνοί	5
Οξειδωση NH ₃	3
Αεροσκάφη	0.5
Μεταφορά από στρατόσφαιρα	0.1 (0.6 για NO _y)

Από τα συνολικά **NO_x** που εκπέμπονται από μία μηχανή εσωτερικής καύσης το **90%** είναι με την μορφή **NO** & μόνο το **10%** με την μορφή του **NO₂**

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

▪ Τα οξειδία του Αζώτου ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)

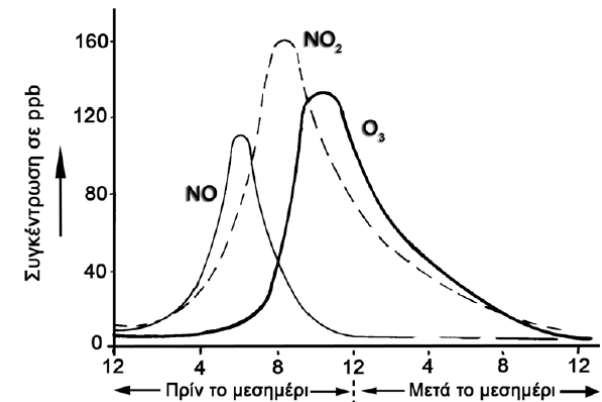
• *Επίπεδα συγκέντρωσης - Έκθεση*

ο Μέγιστα επίπεδα συγκέντρωσης των NO_x σε αστικές περιοχές εκατοντάδες φορές μεγαλύτερα σε σχέση με εξοχικές περιοχές

Αναλογία μίγματος NO_x σε διάφορες περιοχές

Τοποθεσία	Συγκέντρωση NO_x (ppm)
Απόμερη περιοχή	0.001
Κατοικημένη απόκεντρη περιοχή	0.01
Ετήσιος μέσος όρος (Αστικές περιοχές)	0.029
Ωριαίες Τιμές (Αστικές περιοχές)	0.06-0.5

1.0



ο Μέγιστη έκθεση σε εξωτερικό χώρο: ~ 6:00-9:00 π.μ. (τοπική ώρα)

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

- Τα οξειδία του Αζώτου ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)
 - ο Επίδραση NO_x στην Υγεία:
 - ο **NO**: Δεν είναι επικίνδυνο σε επίπεδα που συναντώνται στον περιβάλλοντα αέρα
 - ο Τα 'Κριτήρια Ποιότητας του Αέρα' υπογραμμίζουν τις σοβαρές αρνητικές συνέπειες των NO_x (εννοώντας κυρίως το NO_2) στην υγεία
 - Αποτίμηση υποβάθρου
 - ο Φυσικές μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις υποβάθρου $\text{NO}_2 = 0.4 - 9.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - ο Σε αστικές περιοχές οι μέσες ετήσιες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του $\text{NO}_2 = 20-90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ με
 - ο Μέγιστες ωριαίες τιμές = $75 - 1.015 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - ο Στους εσωτερικούς χώρους όταν δεν υπάρχει εξαερισμός παρουσία συσκευής καύσης φυσικού αερίου, τα επίπεδα του NO_2 ανέρχονται σε $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - ο Η μέγιστη τιμή NO_2 για την περίοδο μιας ώρας μπορεί να φτάσει τα $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

▪ Τα οξειδία του Αζώτου ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)

• *Επικινδυνότητα*

- Επιπτώσεις στη λειτουργία των πνευμόνων & στην αναπνοή σε ανθρώπους που πάσχουν από άσθμα & χρόνια πνευμονολογικά προβλήματα
- Βλάβη στα ευαίσθητα κύτταρα που περιβάλλουν τους πνεύμονες \Rightarrow πρόκληση φλεγμονής \Rightarrow πνευμονικό οίδημα ή και θάνατος
- Σοβαρές βλάβες στη λειτουργία του πνεύμονα & αλλαγές στη δομή του παρουσιάστηκαν σε ζώα
- Αύξηση αναπνευστικών προβλημάτων σε **παιδιά** ηλικίας **5-12 ετών** που εκτέθηκαν σε συγκεντρώσεις **$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$** σε εσωτερικό χώρο (**2 εβδομάδες**)
- Εμφάνιση οξείας βρογχίτιδας σε **νήπια & παιδιά** προσχολικής ηλικίας όταν τα επίπεδα του NO_2 κυμαίνονταν σε 24-ωρη βάση μεταξύ **118-156 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** για περίοδο έκθεσης **> 6 μηνών**

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

- Τα οξειδία του Αζώτου ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)

- *Όρια ασφαλείας*

- Ευρωπαϊκό όριο προστασίας της ανθρώπινης υγείας είναι:
40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 ως μέση ετήσια τιμή



1996-2004: **22-45%** του αστικού πληθυσμού είναι εκτεθειμένο σε συγκεντρώσεις υψηλότερες του Ευρωπαϊκού ορίου

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

▪ Αντιδρών Άζωτο (**NO_y**)

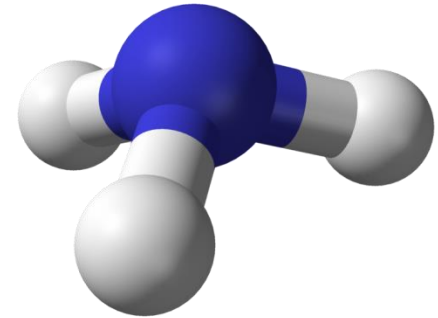
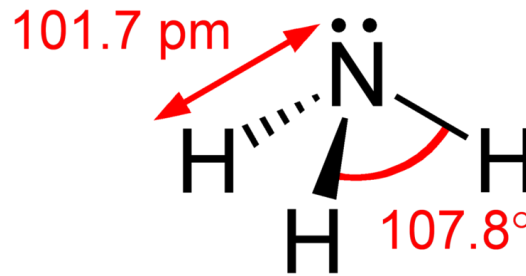
▪ Με τον όρο αντιδρών άζωτο (**NO_y**) ονομάζουμε το άθροισμα των οξειδίων του αζώτου (**NO_x**) καθώς και όλα τα προϊόντα της οξείδωσης τους

- ✓ Νιτρικό οξύ (**HNO₃**)
- ✓ Νιτρώδες οξύ (**HNO₂**)
- ✓ Πεντοξείδιο του αζώτου (**N₂O₅**)
- ✓ Υπεροξυνιτρικό οξύ (**HNO₄**)
- ✓ Νιτρικό υπεροξυακετύλιο ή PAN (**RC(O)OONO₂**)
- ✓ Νιτρικά αλκύλια (**RONO₂**)
- ✓ **Νιτρικά υπεροξυαλκύλια** (**ROONO₂**)

• Κύριο χαρακτηριστικό των **NO_x** και των παραγώγων ρύπων τους (**NO_y**) είναι ότι μεταφέρονται ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις ακολουθώντας την πορεία των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή ⇒ οι δυσμενείς επιπτώσεις τους μπορεί να εμφανίζονται σε ευρύτερες περιοχές από την εστία παραγωγής τους

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

■ Αμμωνία (NH_3)



NH_3 : Άχρωμο αέριο με οξεία, ερεθιστική οσμή

Με φυσικό τρόπο η αμμωνία παράγεται από την αναερόβια αποσύνθεση οργανικού υλικού

Τεράστιες ποσότητες αμμωνίας παράγονται σε όλο τον κόσμο για βιομηχανική χρήση (70% για λιπάσματα)

Η αμμωνία είναι το μοναδικό βασικό αέριο στην ατμόσφαιρα

Είναι εξαιρετικά διαλυτή στο νερό και έχει σχετικά μικρό χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΑ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

■ Φωτοχημικά Οξειδωτικά (Φ.Ο.)

ο Επίδραση Φωτοχημικών Οξειδωτικών στην Υγεία:

- Μέσες ωριαίες συγκεντρώσεις Φ.Ο.:

130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppm) \Rightarrow ελαττωμένη απόδοση

200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.10 ppm) έστω και στιγμιαία \Rightarrow ερεθισμοί ματιών

300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.15 ppm) ή μέρες όπου η συγκέντρωση των Φ.Ο.

Ξεπερνάει τα 490 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.25 ppm) \Rightarrow άσθμα

- Συγκεντρώσεις των Φ.Ο. > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm) & διάρκειας > 4 ωρών \Rightarrow επιδράσεις στη βλάστηση

■ Άλλες επιδράσεις:

- Αναπνευστική δυσχέρεια
- Αυξημένη ευαισθησία σε οξείες αναπνευστικές μολύνσεις
- Αλλοιώσεις σε πνευμονικές λειτουργίες
- Δυσχέρεια αναπνοής
- Μακροχρόνια δε προκαλούν καρκίνο του δέρματος ή και άλλες μορφές καρκίνου

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ – ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΑ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

▪ Φωτοχημικά Οξειδωτικά (Φ.Ο.) – Το όζον O_3

• *Αποτίμηση υποβάθρου*

ο Συγκεντρώσεις υποβάθρου = **40 - 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** κυρίως ανθρωπογενούς προέλευσης. Μπορεί να ανέλθουν σε επίπεδα **120-140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** για μία ώρα

ο Στην Ευρώπη η μέση ωριαία συγκέντρωση του O_3 μπορεί να υπερβεί τα:

300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ σε αγροτικές περιοχές

350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ σε αστικές περιοχές

• *Επικινδυνότητα*

ο Βραχυχρόνια οξεία έκθεση επιφέρει:

-αναπνευστικά προβλήματα

-μεταβολή της πνευμονικής λειτουργίας

-αυξημένο ερεθισμό & αναπνευστικά συμπτώματα

ο Αυτά τα συμπτώματα είναι σημαντικά σε υγιείς ενήλικες σε συγκεντρώσεις **160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** για χρόνο έκθεσης **6.6 ωρών**

ο Ένα ποσοστό **10%** παρουσιάζει ευαισθησία & αναπνευστικά προβλήματα για χρόνο έκθεσης **4-5 ωρών**

▪ Φωτοχημικά Οξειδωτικά (Φ.Ο.) – Το όζον O_3

• *Όρια ασφαλείας*

○ Η επιλογή και κατ' επέκταση η πρόταση ενός ορίου ασφαλείας για τη συγκεντρώσεις του O_3 είναι πολύπλοκη δεδομένου ότι οι αναφερόμενες επιδράσεις παρουσιάζονται για συγκεντρώσεις ίσες ή λίγο μεγαλύτερες των συγκεντρώσεων υποβάθρου

○ Η πρώτη έκδοση των ορίων ποιότητας του αέρα για την Ευρώπη αναφέρει το όριο των:

150 - 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για έκθεση μίας ώρας

«Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις της καθηγήτριας Α. Φωτιάδη».

