

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Εισαγωγή

Το **άζωτο**, **N** ονομάσθηκε το 1775 έτσι από τον Lavoisier (α + ζωή).

Ενώσεις του αζώτου είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Το χλωριούχο αμμώνιο αναφέρεται από τον Ηρόδοτο (5^{ος} π.χ.).

Ο **φωσφόρος**, **P** ανακαλύφθηκε το 1669 από γερμανό αλχημιστή και προκάλεσε το ενδιαφέρον λόγω του **φωσφορισμού** (φως + φέρω)

Το **αρσενικό**, **As**, γνωστό στους αρχαίους Έλληνες (άρσεν + νικώ), επειδή οι ενώσεις του είναι θανατηφόρες (αναφέρεται από τον Αριστοτέλη **η σανδαράχη**, ορυκτό του αρσενικού).

Το **αντιμόνιο**, **Sb** γνωστό από τα πολύ παλιά χρόνια (βρέθηκαν σκεύη στη Μεσοποταμία και Αίγυπτο). Οι ενώσεις του είναι ισχυρά δηλητήρια.

Το **βισμούθιο**, **Bi** είναι γνωστό ως μέταλλο από το 1480. Αναφέρεται από τους αλχημιστές.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Εισαγωγή

Το **άζωτο**, αποτελεί το 78% της ατμόσφαιρας. Είναι συστατικό των πρωτεϊνών και απαραίτητο σε όλους τους οργανισμούς. Στην επιφάνεια της γης βρίσκεται υπό μορφή αλάτων, στα ορυκτά π.χ. **νίτρο της Χιλής** (NaNO_3), **νίτρο της Ινδίας** (KNO_3) και διαλυμένα στο νερό των λιμνών και θαλασσών.

Ο **φωσφόρος**, συμμετέχει στα νουκλεϊνικά οξέα (DNA και RNA). Τα κυριότερα ορυκτά του είναι οι απατίτες $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaX}_2$ ($\text{X}=\text{F}, \text{Cl}, \text{OH}$)

Τα στοιχεία **As**, **Sb** και **Bi**, δεν είναι πολύ άφθονα. Απαντούν κυρίως σε θειούχα ορυκτά, π.χ. Σανδαράχη ερυθρά As_4S_4 και κίτρινη As_2S_3 , αντιμονίτης Sb_2S_3 , αρσενοπυρίτης FeAsS , βαλεντινίτης Sb_2O_3 , βισμούθινίτης Bi_2S_3 και βισμίτης Bi_2O_3 .



Κίτρινη Σανδαράχη, Αντιμονίτης, Ερυθρά Σανδαράχη

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Γενικά χαρακτηριστικά

ΠΙΝΑΚΑΣ 8Z.1 Τα στοιχεία της ομάδας 15

Διαμόρφωση σθένους: ns^2np^3

Z	Όνομα	Σύμβολο	Γραμμομοριακή μάζα ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	Σημείο τήξης/ $^{\circ}\text{C}$	Σημείο ζέσης/ $^{\circ}\text{C}$	Πυκνότητα [†] / ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	Φυσιολογική μορφή*
7	άζωτο	N	14,01	-210	-196	1,04 [†]	άχρωμο αέριο
15	φωσφόρος	P	30,97	44	280	1,82	λευκό ή ερυθρό αμέταλλο γκρι
33	αρσενικό	As	74,92	613 [‡]	—	5,78	μεταλλοειδές
51	αντιμόνιο	Sb	121,76	631	1750	6,69	μπλε-λευκό στιλπνό μεταλλοειδές
83	βισμούθιο	Bi	208,98	271	1650	8,90	λευκό-ροδόχρουν μέταλλο

* Φυσιολογική μορφή σημαίνει την φυσική εμφάνιση του στοιχείου στους 25 °C και 1 atm.

[†] Για το υγρό στο σημείο ζέσης του.

[‡] Το γράμμα s δηλώνει ότι το στοιχείο εξαχνώνεται.

Στην ομάδα αυτή, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των στοιχείων **μεταβάλλονται απότομα**.

Πρώτο είναι το ηλεκτραρνητικό αμέταλλο άζωτο και τελευταίο το ηλεκτροθετικό Bi με μεταλλικό χαρακτήρα.

Το N₂ είναι αδρανές στον αέρα, ο P₄ αναφλέγεται στον αέρα.

Τα As, Sb, και Bi χρησιμοποιούνται στους ημιαγωγούς.

Το άζωτο σχηματίζει ισχυρό τριπλό δεσμό N≡N, (αδρανές), ενώ τα P, As, και Sb τετρα-ατομικά τετραεδρικά μόρια (P₄, As₄, Sb₄)

Οι οξειδωτικές καταστάσεις κυμαίνονται από -3 έως +5.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Παραγωγή

Το **άζωτο** σε βιομηχανική κλίμακα, λαμβάνεται από τον αέρα με υγροποίηση και στη συνέχεια κλασματική απόσταξη.

Εργαστηριακά λαμβάνεται με θερμική διάσπαση διαφόρων αλάτων,



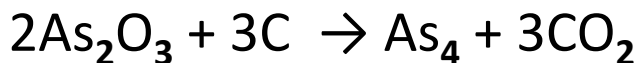
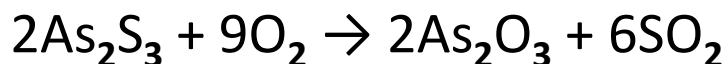
ή με οξείδωση της αμμωνίας,



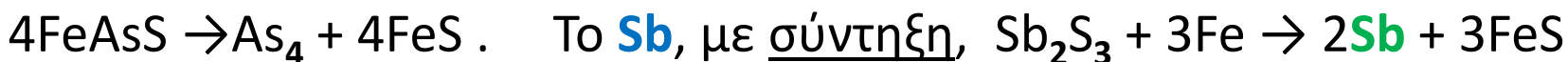
Ο λευκός **φωσφόρος** λαμβάνεται από το ορυκτό απατίτη με αναγωγή του φωσφορικού ασβεστίου, σε ηλεκτρικούς φούρνους.



Τα **As**, **Sb**, και **Bi** λαμβάνονται από τα θειούχα ορυκτά τους με φρύξη και μετά αναγωγή των οξειδίων τους με άνθρακα :



Το **As** λαμβάνεται και με **πύρωση του αρσеноπυρίτη, FeAsS** στους 700 °C:



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Χρήσεις

- Το **άζωτο** χρησιμοποιείται κυρίως για τη παρασκευή NH_3 και HNO_3 (*διεργασίες Haber-Bosch*), στη δημιουργία αδρανούς ατμόσφαιρας, στη μεταλλουργία και στη φαρμακευτική βιομηχανία. Το υγρό άζωτο ως ψυκτικό για τη μεταφορά τροφίμων και ανθρωπίνων οργάνων.
- Ο **φωσφόρος** χρησιμοποιείται στη πυροτεχνουργία (πυροτεχνήματα, σπέρτα), και στη παραγωγή κραμάτων (φωσφορούχοι μπρούντζοι). Ορυκτά του χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία λιπασμάτων, θειούχες ενώσεις του στη παραγωγή εντομοκτόνων και τα φωσφορικά άλατα του Ca στη βιομηχανία τροφίμων, baking powder και οδοντόπαστων.
- Οι ενώσεις του **As** χρησιμοποιούνται ως παρασιτοκτόνα για τη καταπολέμηση τρωκτικών, εντόμων και αγριόχορτων.
- Οι ενώσεις των **As**, **Sb**, και **Bi** με μέταλλα της ομάδας 13, συνθέτουν τους ημιαγωγούς III-V. Το **Sb** και **Bi** χρησιμοποιούνται στη παραγωγή κραμάτων, ενώ το **Bi** και στη φαρμακευτική.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Χημική συμπεριφορά

Το **ατομικό άζωτο** σχηματίζεται από το αέριο άζωτο με εφαρμογή ηλεκτρικών εκκενώσεων σε χαμηλή πίεση.

Είναι πολύ δραστικό και γνωστό ως **ενεργό άζωτο**.

Η οκτάδα των ηλεκτρονίων στο άτομο N μπορεί να γίνει με:

- 1. πρόσληψη ηλεκτρονίων** από πιο ηλεκτροθετικά στοιχεία, Li, Na, όπου σχηματίζονται τα ιοντικά νιτρίδια, π.χ. Li_3N , Na_3N .
- 2. σχηματισμό τριών ομοιοπολικών δεσμών** (με 3 απλούς ή πολλαπλούς σ- και π- δεσμούς), π.χ. NCl_3 , HCN .

Σε κάποιες περιπτώσεις δεν συμπληρώνεται η οκτάδα όπως, στα οξείδια NO και NO_2 .

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Χημική συμπεριφορά

Ο δεσμός $\text{N}\equiv\text{N}$ είναι ισχυρός, χρειάζονται $944 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ για τη διάσπαση των δεσμών, κάνοντας το άζωτο τόσο αδρανές, όσο και τα ευγενή αέρια. Η ενέργεια διάσπασης του P_4 , είναι μικρή επειδή υπάρχουν μόνο απλοί δεσμοί.

Το άζωτο, έχει **υψηλή ηλεκτραρνητικότητα**, ($x = 3.0$), την ίδια με το χλώριο, αλλά είναι μικρότερο, με αποτέλεσμα να έχει την ικανότητα σχηματισμού δεσμών υδρογόνου.

Το **μικρό μέγεθος** του αζώτου και η **απουσία d-τροχιακών** σημαίνει, ότι είναι δυνατή η αλληλεπικάλυψη των p-τροχιακών, δίνοντας τη δυνατότητα σχηματισμού **π-δεσμών**. Τελικά δίνει πολύ ισχυρούς **πp-p** δεσμούς.

Ο φωσφόρος, διαφέρει σημαντικά από το άζωτο. Είναι περίπου κατά **50% μεγαλύτερος** από το άζωτο με πολύ μικρή δυνατότητα σχηματισμού **πp-p δεσμών**.

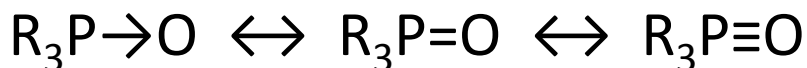
Ο φωσφόρος μπορεί να δώσει **πp-d δεσμούς**. Αυτό οφείλεται στα **κενά d-τροχιακά** που διαθέτει.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Χημ. συμπεριφορά

Λόγω του μεγάλου μεγέθους και της διαθεσιμότητας d-τροχιακών, ο φωσφόρος είναι δυνατό να σχηματίσει μέχρι έξι δεσμούς (PCl_6^-).

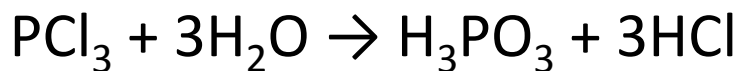
Η σταθερότητα της οξειδωτικής κατάστασης +5 σε σχέση με τη +3 **ελαττώνεται** από το N στο Bi. Επειδή ο P (V) είναι πολύ σταθερός, όλες οι άλλες οξειδωτικές καταστάσεις του P οξειδώνονται.

Στο δεσμό $\text{R}_3\text{N}\rightarrow\text{O}$, το N χορηγεί το ζεύγος των δύο e, ενώ ο P με το O εμφανίζει πολλαπλό δεσμό και συντονισμό:



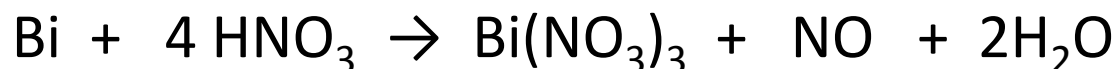
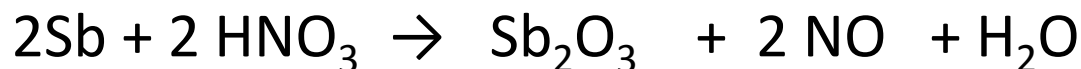
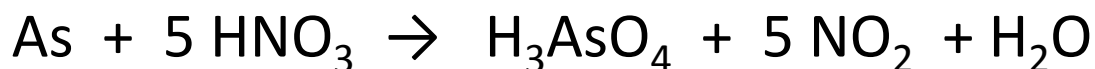
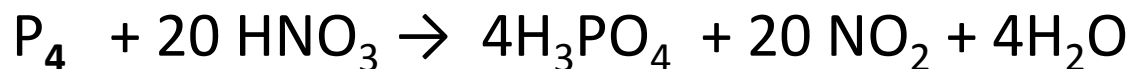
Η ενέργεια διάσπασης του δεσμού $\text{P}=\text{O}$ είναι σχεδόν διπλάσια του $\text{N}\rightarrow\text{O}$, γεγονός που δικαιολογεί την εύκολη διάσπαση των **αμινοξειδίων $\text{R}_3\text{N}-\text{O}$** σε αντίθεση με των **φωσφινοξειδίων $\text{R}_3\text{P}=\text{O}$**

Η υδρόλυση του NCl_3 δίνει αμμωνία, ενώ του PCl_3 δίνει φωσφορώδες οξύ, σύμφωνα με τις αντιδράσεις (λόγω διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας):

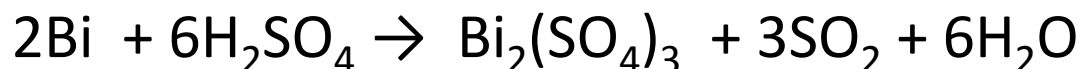
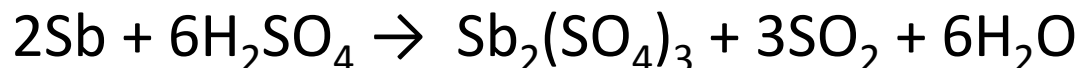


ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Χημ. συμπεριφορά

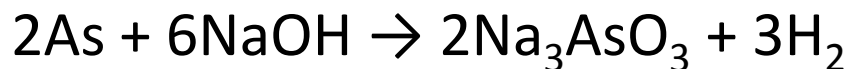
Το **νιτρικό οξύ** οξειδώνει τα **P, As, Sb, Bi**:



Το **θειϊκό οξύ** οξειδώνει το **Sb** και το **Bi**:



Μόνο ο **P** και το **As** προσβάλλονται από τα **αλκάλια**.



Επομένως, ο **P** και το **As** που αντιδρούν τόσο με οξύ όσο και με βάση είναι **επαμφοτερίζουσες (αμφοτερικές) ουσίες**.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Αλλοτροπία

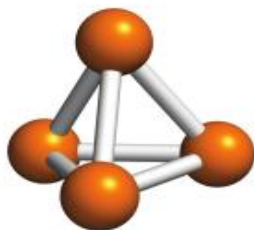
Εκτός από το άζωτο, όλα τα στοιχεία εμφανίζουν **αλλοτροπία**.

Ο **λευκός φωσφόρος** από 0°C μέχρι 800°C , αποτελείται από τετρατομικά μόρια P_4 (τετράεδρο με απλούς δεσμούς P-P).

Πάνω από τους 800°C , αποτελείται από διατομικά μόρια P_2 με τριπλό δεσμό, $\text{P} \equiv \text{P}$, (ασθενής δεσμός).

Κάτω από 0°C , εμφανίζει δυο αλλοτροπικές μορφές, την $\alpha\text{-P}$ (κυβική) και $\beta\text{-P}$ (εξαγωνική). Ο **λευκός φωσφόρος** είναι μαλακό, λευκό στερεό και πολύ **τοξικό**. **Αναφλέγεται έντονα σε επαφή με τον αέρα** και γι αυτό φυλάσσεται σε νερό.

Το **αέριο λευκού φωσφόρου** έχει **κιτρινοπράσινη** λάμψη. Το φως αυτό οφείλεται σε διεργασία, η οποία ονομάζεται **χημειοφωταύγεια**, εξού και ο όρος «**φωσφορίζον**» δηλ. φέρει φως.



P_4 - λευκός φωσφόρος

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Αλλοτροπία

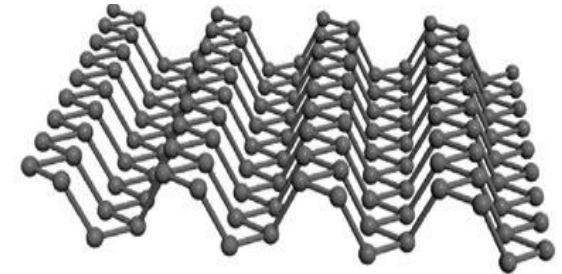
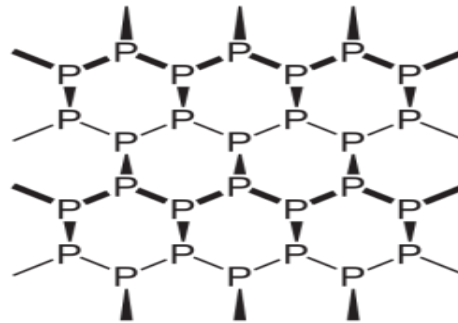
Ο **ερυθρός φωσφόρος** λαμβάνεται ως κόκκινη σκόνη από τον λευκό με ακτινοβολία και θέρμανση στους 400 °C και είναι λιγότερο δραστικός, **αναφλέγεται μόνο με τριβή** (χρησιμοποιείται στα σπέρτα).

Δομή **ερυθρού** φωσφόρου



Ο **μέλας φωσφόρος** λαμβάνεται από τον λευκό με θέρμανση σε υψηλή πίεση. Είναι η πιο σταθερή μορφή του στοιχείου. Έχει παρόμοια δομή και ιδιότητες με τον γραφίτη (μεταλλική λάμψη, φυλλόμορφος, καλός αγωγός θερμότητας και ηλεκτρισμού), όμως τα στρώματα εδώ δεν είναι επίπεδα αλλά κυματοειδή. Ονομάζεται και «**μεταλλικός φωσφόρος**».

Δομή **μέλανα** φωσφόρου:



BP (Black phosphorus)

Κάτω των -196 °C υπάρχει:

ο **καστανός φωσφόρος** με πιθανή δομή μορίων P_2

Δραστικότητα αλλοτροπικών μορφών του P :

καστανός > λευκός > ερυθρός > μέλας

Τα **As**, **Sb**, και **Bi** απαντούν επίσης σε αλλοτροπικές μορφές, όπως α) μέλας, β) κίτρινος και για τα **As** και **Sb** γ) μεταλλικός.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Υδρογονούχες ενώσεις

Όλα τα στοιχεία της ομάδας σχηματίζουν **πτητικά υδρογονίδια** του τύπου **MH_3** :

(αμμωνία NH_3 , φωσφίνη PH_3 , αρσίνη AsH_3 , αντιμονίνη SbH_3 , βισμούθίνη BiH_3)

Γενικά κατά μήκος της ομάδας από την αμμωνία, NH_3 έως την βισμούθίνη, BiH_3 , εμφανίζονται τα εξής:

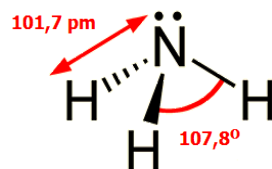
- ✓ ελαττώνεται η σταθερότητα,
- ✓ αυξάνει η αναγωγική ισχύς,
- ✓ αυξάνει η δυσκολία παρασκευής τους,
- ✓ ελαττώνεται η ευκολία αντικατάστασης των ατόμων H,
- ✓ ελαττώνεται η γωνία δεσμού αν και όλα έχουν **πυραμιδική μοριακή δομή** (παραμορφωμένου τετραέδρου).

π.χ. η γωνία H-N-H είναι $107,5^\circ$, ενώ η γωνία H-Bi-H μόνο 91°

(λόγω αύξησης μεγέθους και ελάττωσης ηλεκτραρνητικότητας τα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων είναι απομακρυσμένα και δεν απωθούνται τόσο ισχυρά)

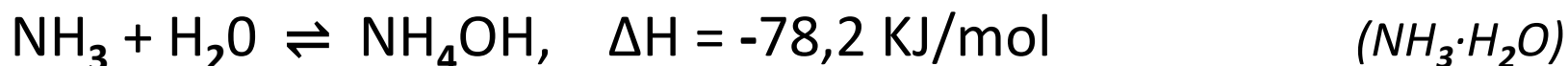
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) – Αμμωνία

Η αμμωνία,



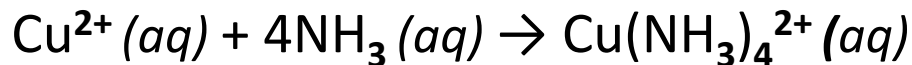
είναι αέριο άχρωμο με έντονη οσμή, σ.ζ. $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$, έχει διπολική ροπή 1.47 D μικρότερη από την αντίστοιχη τιμή του νερού H_2O 1.85 D .

Είναι πολύ διαλυτή στο νερό (**$1176\text{ L NH}_3 / \text{L H}_2\text{O}$, στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$**) (**πίδακας αμμωνίας**) που συνοδεύεται από μεγάλη έκλυση θερμότητας,



Επειδή το άζωτο είναι πολύ ηλεκτραρνητικό και μικρού μεγέθους, η NH_3 σχηματίζει δεσμούς με **γέφυρες υδρογόνου**. Πολλές από τις ιδιότητες της σχετίζονται με τους δεσμούς υδρογόνου, όπως η υγροποίηση και η ανάμειξη με το νερό.

Η παρουσία του ζεύγους ηλεκτρονίων στο άζωτο δίνει τη δυνατότητα να δράσει ως **συναρμοτής**. Έτσι σχηματίζει σύμπλοκα με μέταλλα του **d-τομέα** όπως ο Cu,



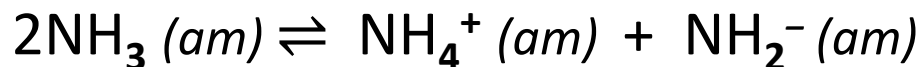
(με προσθήκη αμμωνίας ο CuSO_4 αποκτά **εντονότερο μπλε χρώμα**)



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) – Αμμωνία

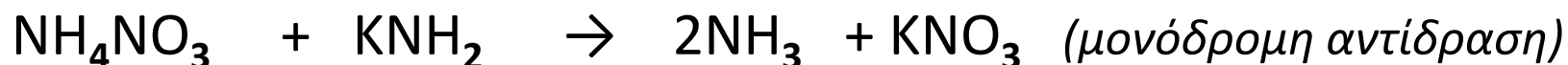
Η αμμωνία, δεν είναι αρκετά πολική ώστε να διαλύσει στερεά με ισχυρό ιοντικό χαρακτήρα, όπως τα άλατα NaCl, KCl.

Η υγρή αμμωνία αυτο-ιοντίζεται,

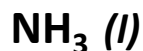


η σταθερά ισορροπίας για την αντίδραση αυτή,

$K_{am} = [\text{NH}_4^+][\text{NH}_2^-] = 1 \times 10^{-33}$ δείχνει ότι στην πράξη σχηματίζονται ελάχιστα ιόντα αμμωνίου NH_4^+ και αμιδίου NH_2^- .



Η **υγρή αμμωνία** αντιδρά με τα πολύ **ηλεκτροθετικά μέταλλα** και δίνει **αμίδια** των μετάλλων και **υδρογόνο**, π.χ.



(με ενδιάμεσο στάδιο τα επιδιαλυτωμένα ηλεκτρόνια **έντονου μπλέ χρώματος**)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Αμμωνία

Παρασκευή:

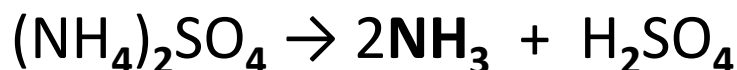
α) **Βιομηχανική**, με τη **μέθοδο Haber-Bosch**: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
(Σε $P=10^2\text{-}10^3\text{atm}$, $\Theta=450\text{ }^\circ\text{C}$ και καταλύτη: Fe/οξειδία του Fe)

β) **Εργαστηριακή**,

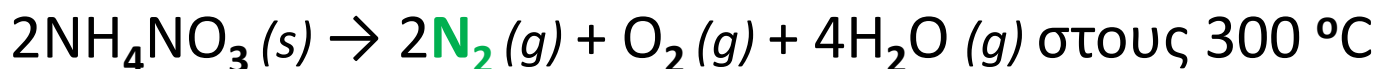
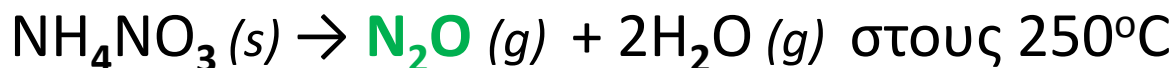
α) με αλκαλική διάσπαση αμμωνιακών αλάτων με βάσεις:



β) με θερμική διάσπαση αμμωνιακών αλάτων:



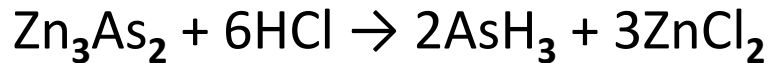
Όταν το ανιόν είναι πιο οξειδωτικό, δημιουργούνται N_2 και N_2O ,



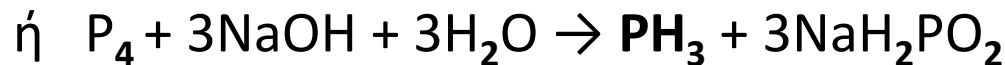
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA)-Υδρογονούχες ενώσεις

Όλα τα υδρογονίδια της ομάδας είναι άχρωμα, εύφλεκτα αέρια, πολύ τοξικά, με δυσάρεστη οσμή (*η φωσφίνη έχει αμυδρά οσμή σκόρδου*).

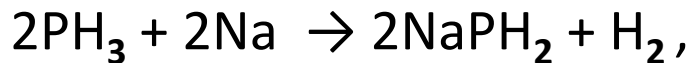
Τα υδρογονίδια EH_3 (E=P, As, Sb, Bi) παρασκευάζονται με υδρόλυση ή επίδραση οξέων σε ενώσεις τους με μέταλλα,



Η **φωσφίνη** PH_3 παρασκευάζεται με υδρόλυση φωσφοριούχων ενώσεων,



Μερικές αντιδράσεις της PH_3 :



Η **αρσίνη** AsH_3 διασπάται στους 250 °C και αποθέτει στρώμα μεταλλικού As (*κάτοπτρο αρσενικού*).

Η **αντιμονίνη** SbH_3 διασπάται ευκολότερα.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (VA) - Υδρογονούχες ενώσεις

Η **υδραζίνη**, NH_2NH_2 , παρασκευάζεται από την ήπια οξείδωση της αμμωνίας με αλκαλικό διάλυμα υποχλωριωδών (**μέθοδος Raschig**):



Η υδραζίνη είναι υγρή, ασθενής βάση και διασπάται με θέρμανση ή με αλογόνα: $3\text{H}_2\text{NNH}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{NH}_3$, $\text{H}_2\text{NNH}_2 + 2\text{I}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{HI}$

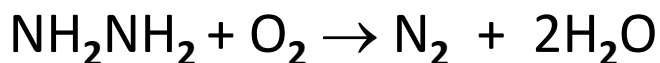
Αναφλέγεται με οξυγόνο: $\text{NH}_2\text{NH}_2 (aq) + \text{O}_2 (g) \rightarrow \text{N}_2 (g) + 2 \text{H}_2\text{O} (l)$

Είναι επικίνδυνα εκρηκτική και αποθηκεύεται σε υδατικά διαλύματα.

Χρησιμοποιείται ως:

α) προωθητικό πυραύλων και αεροπλάνων (F-16) και

β) παρεμποδιστής διάβρωσης απομακρύνοντας το διαβρωτικό οξυγόνο από το νερό, σε υπόγειους μεταλλικούς σωλήνες,



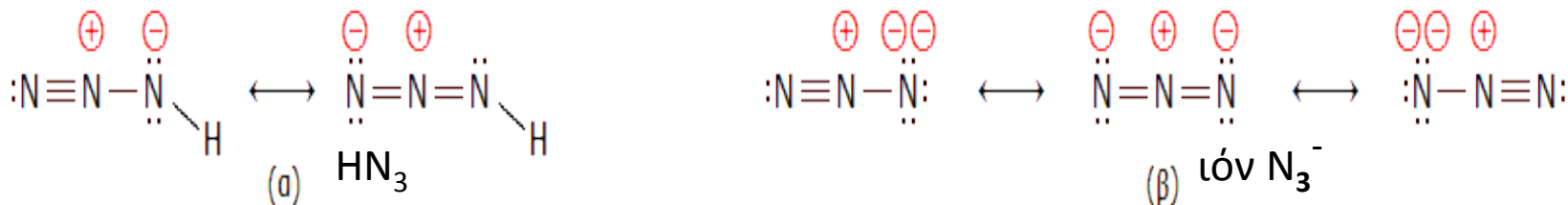
Τα άλατα της βρίσκουν εφαρμογή στη παραγωγή εκρηκτικών και μυκητοκτόνων.

Η **διφωσφίνη**, PH_2PH_2 , είναι υγρή, αναφλέγεται με O_2 αυτόματα.

Λαμβάνεται ως παραπροϊόν της υδρόλυσης του Ca_3P_2 κατά τη παρασκευή της φωσφίνης: $[\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2]$

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (V A) - Υδρογονούχες ενώσεις

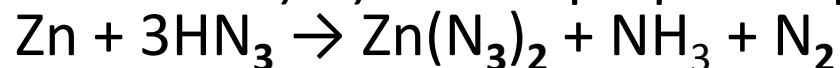
Υδραζωτικό οξύ, HN_3 , είναι υγρό, τοξικό και με δυσάρεστη οσμή.



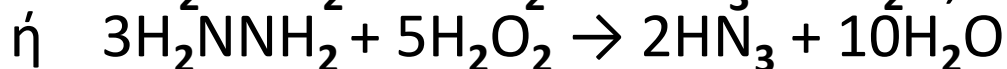
Είναι εκρηκτικό, ευαίσθητο στη θέρμανση και τη κρούση.

Με θέρμανση διασπάται με έκρηξη, **$2\text{HN}_3 \rightarrow \text{H}_2 + 3\text{N}_2$**

Είναι ασθενές οξύ. Αντιδρά με διάφορα μέταλλα, όπου εκλύεται N_2



Παρασκευάζεται με οξειδωση της υδραζίνης,



Το **νατραζίδιο NaN_3** παρασκευάζεται με οξειδωση του νατραμιδίου,



Το νατραζίδιο, όπως τα περισσότερα άλατα αζιδίων, είναι ευαίσθητο στην κρούση γι αυτό χρησιμοποιείται στους:

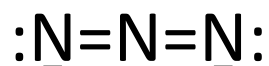
αερόσακκους των αυτοκινήτων: $2\text{NaN}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}(\text{s}) + 3\text{N}_2(\text{g})$

Άσκηση αυτοαξιολόγησης

- (α) Γράψτε τη δομή Lewis για το **ión του αζιδίου, N_3^-** και δώστε τα τυπικά φορτία των ατόμων.
- (β) Θα διαπιστώστε, ότι είναι δυνατό να γραφούν περισσότερες της μιας δομές Lewis. Ποια δομή είναι σταθερότερη;
- (γ) Προβλέψτε το σχήμα του ιόντος και την πολικότητά του.

Απάντηση:

α) $-1 \quad +1 \quad -1$



β) Αυτή είναι η σταθερότερη δομή.

γ) Το μόριο, είναι γραμμικό και συμμετρικό και συνεπώς είναι μη πολικό.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (V A) - Οξείδια του Αζώτου

Το άζωτο σχηματίζει αρκετά **οξείδια**, με αριθμούς οξείδωσης, οι οποίοι κυμαίνονται από +1 ως +5.

Τα οξείδια του αζώτου στην ατμόσφαιρα είναι **ρύποι** γνωστοί με τον γενικό τύπο: **NO_x** (nox).

1) Μονοξειδίου του διαζώτου, N₂O

Άχρωμο, άγευστο αέριο, αδρανές, μη τοξικό.

Παρασκευάζεται με θέρμανση του NH₄NO₃, στους 260 °C:



Σε θερμοκρασία >300 °C, διασπάται σε N₂ και O₂,



Δρα ως οξειδωτικό:



Ονομάζεται και **ιλαρυντικό αέριο**, επειδή προκαλεί ευφορία (γέλιο).

2) Μονοξείδιο του αζώτου, NO:

Το **NO** παράγεται στις μηχανές εσωτερικής καύσης και συμβάλλει στην όξινη βροχή, στην αιθαλομίχλη και στην καταστροφή του όζοντος.

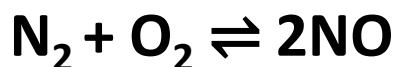
Εργαστηριακή παρασκευή:

Με επίδραση αραιού HNO_3 σε ευγενή μέταλλα, Cu ή Ag:



Βιομηχανική παρασκευή:

α) Σε υψηλή θερμοκρασία και συνθήκες βολταϊκού τόξου, το αδρανές άζωτο αντιδρά με το οξυγόνο:



β) με οξείδωση της αμμωνίας:



Το **NO** δρα ως **οξειδωτικό** και ως **αναγωγικό**,



Βολταϊκό τόξο ανάμεσα σε δύο μεταλλικά καρφιά, προκαλούμενο από ρεύμα 3000 Volt

Το μόριο **NO** έχει ηλ. διαμόρφωση $(\sigma_1)^2(\sigma_1^*)^2(\sigma_2, \pi)^6(\pi^*)^1$ και είναι παραμαγνητικό.

Διμερίζεται σε **N₂O₂** σε cis και trans μορφή, **2NO $\rightleftharpoons$ N₂O₂**

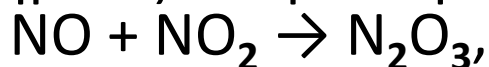
Το μήκος του δεσμού N-O είναι ανάμεσα σε διπλό και τριπλό
(T.Δ.= 2.5)

Η απομάκρυνση ενός e⁻ δίνει το κατιόν νιτροζώνιο, **[:N≡O:]⁺**
(με τριπλό δεσμό, **T.Δ.= 3**)

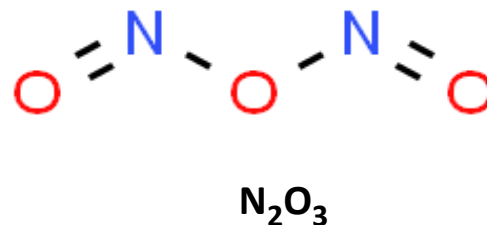
3) Τριοξείδιο του διαζώτου, N₂O₃, κρυσταλλικό στερεό κυανού χρώματος και παραμαγνητικό.

Αποτελείται από μόρια NO και NO₂.

Σχηματίζεται με συμπύκνωση αυτών:



ή με οξείδωση του NO: **4NO + O₂ $\rightarrow$ 2N₂O₃**



Είναι όξινο οξείδιο, με νερό δίνει νιτρώδες οξύ,

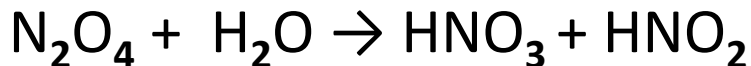
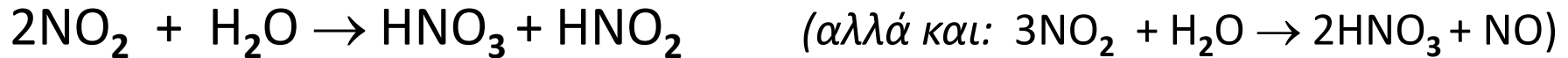


ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (V A) - Οξείδια του Αζώτου

4) Διοξείδιο του αζώτου, NO_2 . **Δηλητηριώδες, καστανόχρωμο αέριο**

Το **μονομερές** είναι **παραμαγνητικό** (λόγω ασύζευκτου ηλεκτρονίου), ενώ το **διμερές διαμαγνητικό** (στερεό, σ.τ. -11°C) και βρίσκεται σε ισορροπία, $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ ($K = 1,4 \times 10^5$)

Στο νερό αυτοοξειδοανάγεται δίνοντας **νιτρικό** και **νιτρώδες οξύ**:



Παρασκευάζεται με θέρμανση, $2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 4\text{NO}_2 + 2\text{PbO} + \text{O}_2$

(Το NO_2 μπορεί εύκολα να αποβάλλει το μονήρες e^- , NO_2^+ (νιτρώνιο))

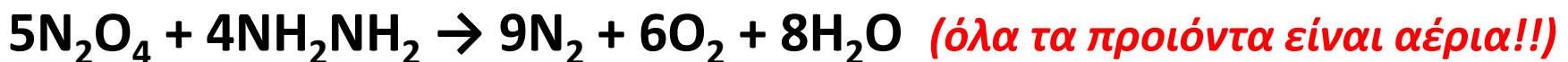
Πολλά μέταλλα διαλύονται σε υγρό N_2O_4 ,



Το N_2O_4 είναι ισχυρό οξειδωτικό,



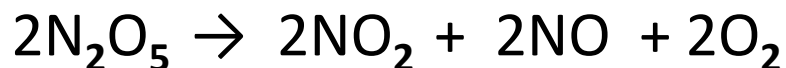
Βρίσκει εφαρμογή ως **προωθητικό στα διαστημόπλοια**,



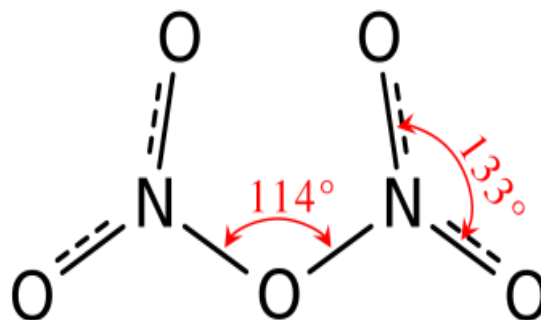
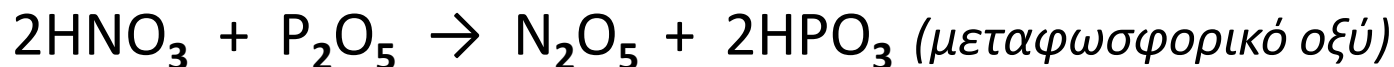
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (V A) - Οξείδια του Αζώτου

5) Πεντοξείδιο του διαζώτου, N_2O_5 , είναι ισχυρό οξειδωτικό αντιδραστήριο.

Διασπάται σε NO_2 , NO και O_2 ,



Παρασκευάζεται σε χαμηλές θερμοκρασίες,



Δομή του N_2O_5

Ασκηση αυτοαξιολόγησης

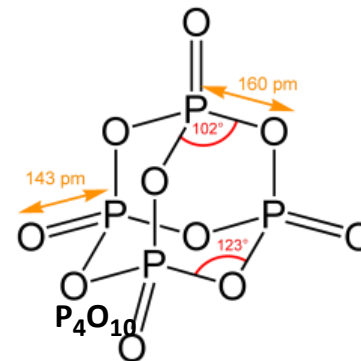
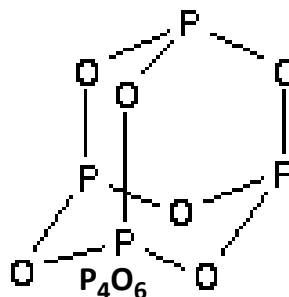
Στα οξείδια του αζώτου, ποιους από τους παρακάτω αριθμούς οξειδώσεως έχει το άζωτο;

- A. +1 και +3,
- B. +1, +3, και +5,
- Γ. +2, +4, και +5,
- Δ. +1, +2, +3, +4, και +5

N_2O	+1
NO ή N_2O_2	+2
N_2O_3	+3
NO_2 ή N_2O_4	+4
N_2O_5	+5

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (V A) – Οξείδια του Φωσφόρου

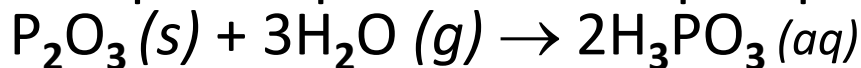
Ο P σχηματίζει τα οξείδια P_2O_3 και P_2O_5 , που απαντούν συνήθως ως **διμερή**: (P_4O_6 και P_4O_{10})



Τριοξείδιο του φωσφόρου, P_2O_3 , είναι λευκό στερεό και παρασκευάζεται με ατελή καύση του λευκού φωσφόρου,
 $P_4(s, \text{λευκός}) + 3O_2(g) \rightarrow P_4O_6(s)$.

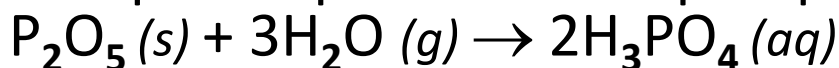
Όταν θερμανθεί στον αέρα μετατρέπεται σε P_2O_5 .

Η υδρόλυση του δίνει το φωσφορώδες οξύ,



Πεντοξείδιο του φωσφόρου, P_2O_5 , είναι λευκό πτητικό στερεό που χρησιμοποιείται ως **αφυδατικό**. Παρασκευάζεται σε περίσσεια οξυγόνου, $P_4(s, \text{λευκός}) + O_2(g, \text{περίσσεια}) \rightarrow P_4O_{10}(s)$

Η υδρόλυση του δίνει το φωσφορικό οξύ,



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 15 (V A) – Οξείδια των As, Sb, Bi

Τριοξείδιο του αρσενικού, As_2O_3 ή (As_4O_6) , είναι πολύ δηλητηριώδες παράγεται με θέρμανση του As στον αέρα και είναι γνωστό ως **λευκό αρσενικό**. Στο νερό δίνει αρσενικώδες οξύ (όρθο- ή μέτα-),



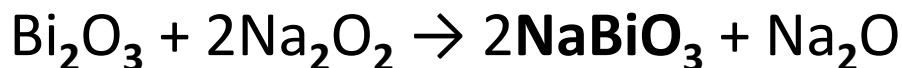
Πεντοξείδιο του αρσενικού, As_2O_5 , λαμβάνεται με οξείδωση του As με πυκνό νιτρικό οξύ: $2\text{As} + 10\text{HNO}_3 \rightarrow \text{As}_2\text{O}_5 + 10\text{NO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$
Είναι ισχυρό οξειδωτικό.

Με νερό δίνει αρσενικικό οξύ, $\text{As}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{AsO}_4$

Τριοξείδιο του αντιμονίου, Sb_2O_3 , είναι αδιάλυτο στο νερό και σε αραιά οξέα, με θέρμανση δίνει λευκό αδιάλυτο πολυμερές **SbO_2** .

Τριοξείδιο του βισμούθιου, Bi_2O_3 , είναι το μόνο σταθερό οξείδιο του βισμούθιου, είναι κίτρινο στερεό και παρασκευάζεται με θέρμανση του νιτρικού βισμούθιου.

Σύντηξη με υπεροξείδια αλκαλίων δίνει **βισμούθικά άλατα**,

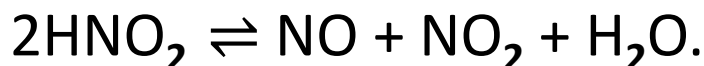


ΟΜΑΔΑ 15 (V A) - Οξέα του αζώτου

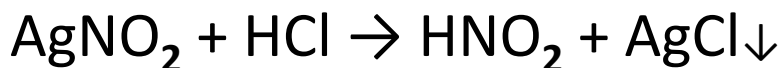
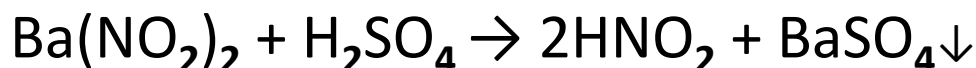
Υπονιτρώδες οξύ, $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$, είναι ασθενές διπρωτικό οξύ και δίνει λευκούς κρυστάλλους. Παρασκευάζεται με αναγωγή νιτρωδών με αμάλαμα νατρίου, Na/Hg. Απομονώνεται και φυλάσσεται ως άλας του Ag το οποίο με HCl δίνει το οξύ:



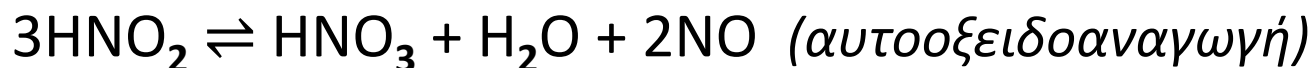
Νιτρώδες οξύ, HNO_2 , είναι ασθενές οξύ, $\text{pK}=5,22$. Έχει απομονωθεί σε αέρια φάση όπου υπάρχει η ισορροπία,



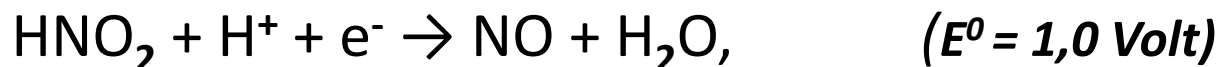
Διαλύματα του οξέος λαμβάνονται με οξίνιση των αλάτων του



Τα νιτρώδη άλατα είναι σταθερά, τα υδατικά διαλύματα του HNO_2 είναι ασταθή και διασπώνται εύκολα με θέρμανση,



Συμπεριφέρεται ως **οξειδωτικό**,



και ως **αναγωγικό**,

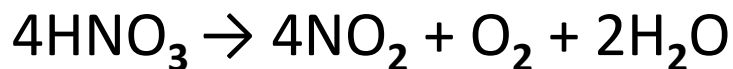


ΟΜΑΔΑ 15 (V A) - Οξέα του αζώτου

Τα **νιτρώδη άλατα του HNO_2** παρασκευάζονται με αναγωγή με μέταλλα και είναι τοξικά. $\text{KNO}_3(\text{s}) + \text{Pb}(\text{s}) \rightarrow \text{KNO}_2(\text{s}) + \text{PbO}(\text{s})$

Το **νιτρώδες νάτριο** χρησιμοποιείται ως συντηρητικό κρέατος, αλλά ουσιαστικά απαγορεύεται. Κατά το μαγείρεμα τα νιτρώδη αντιδρούν με τις αμίνες και τις μετατρέπουν σε νιτρωδαμίνες που είναι καρκινογόνες.

Νιτρικό οξύ, HNO_3 , (άκουα φόρτε) . Το καθαρό είναι άχρωμο υγρό αλλά στο φως γίνεται καστανό λόγω της αντίδρασης,



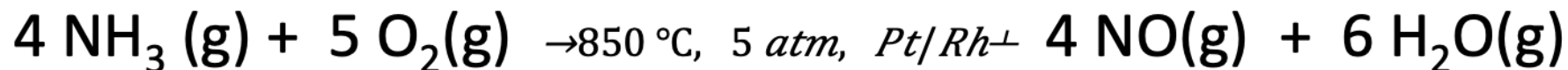
Είναι ισχυρό οξειδωτικό. Σχεδόν όλα τα μέταλλα σχηματίζουν νιτρικά άλατα, που είναι συνήθως διαλυτά. Το **ατμίζον νιτρικό οξύ**, είναι διάλυμα NO_2 (ή N_2O_4) σε πυκνό HNO_3 .

Η **κρυσταλλική** του μορφή γνωστή ως **όρθο νιτρικό οξύ**, έχει χημ. τύπο H_3NO_4 . Γνωστά **ορθο-νιτρικά άλατα**: Na_3NO_4 και K_3NO_4

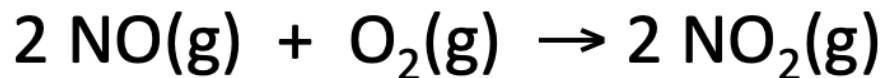
ΟΜΑΔΑ 15 (VA) _Οξέα του αζώτου

Το νιτρικό οξύ, HNO_3 , σχηματίζεται σύμφωνα με τη **διεργασία Ostwald**, η οποία περιλαμβάνει τρία βήματα :

Βήμα 1 Οξείδωση της αμμωνίας. Ο αριθμός οξείδωσης του αζώτου αυξάνεται από -3 σε $+2$:



Βήμα 2 Οξείδωση του οξειδίου του αζώτου. Ο αριθμός οξείδωσης του αζώτου αυξάνεται από $+2$ σε $+4$:



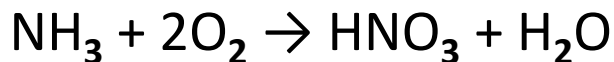
Βήμα 3 Αυτοοξειδοαναγωγή στο νερό. Ο αριθμός οξείδωσης του αζώτου μεταβάλλεται από $+4$ σε $+5$ και $+2$:



Το σχηματιζόμενο αέριο **$\text{NO}(\text{g})$** ανακυκλώνεται στο **Βήμα 2**

ΟΜΑΔΑ 15(VA) - Οξέα του αζώτου

Συνολικά η μέθοδος **Ostwald** μπορεί να γραφεί:



Ο **Cu**, ο **Ag** και ο **Hg** διαλύονται στο **νιτρικό οξύ**, όχι όμως τα πολύ ευγενή **Au** και **Pt**,

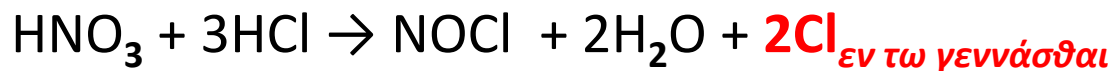


άλλα μέταλλα, αν και λιγότερο ευγενή, όπως τα **Al**, **Fe**, **Cr** **δεν διαλύονται** στο πυκνό HNO_3 επειδή **παθητικοποιούνται**.

Το μίγμα **HNO_3** και **HCl** σε αναλογία **1:3 (βασιλικό ύδωρ)** διαλύει και τα πολύ ευγενή μέταλλα, **Au** και **Pt**:



(Σημ.: ο Au οξειδώνεται από το σχηματιζόμενο ατομικό χλώριο εν τω γεννάσθαι):



Τα ευγενή μέταλλα, Au και Pt διαλύονται και σε αλκαλικό δ/μα κυανιούχων ιόντων:



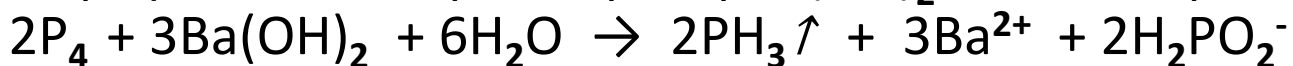
(Παρουσία κυανιούχων το δυναμικό E^0 του Au από +1,5 Volt πέφτει σε -0,6 Volt)

ΟΜΑΔΑ 15 (VA) - Οξέα του φωσφόρου

Στα οξέα του φωσφόρου, τα άτομα **H** που βρίσκονται στην ομάδα P-**O-H** είναι ιοντικά, όχι όμως και στην ομάδα P-**H**.

Υποφωσφορώδες, ή φωσφινικό οξύ, H_3PO_2 (H_2POOH),
(μονοπρωτικό οξύ, $pK=1,2$).

Παράγεται κατά την επίδραση $\text{Ba}(\text{OH})_2$ σε λευκό φωσφόρο,



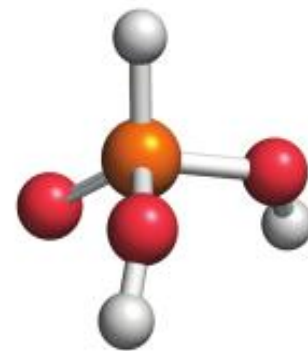
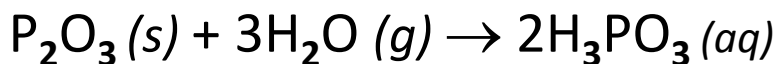
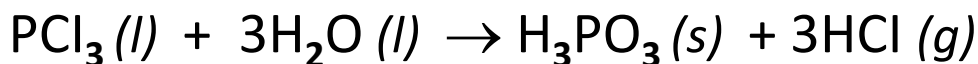
(με προσθήκη H_2SO_4 απομακρύνονται τα ιόντα Ba^{2+} ως ίζημα $\text{BaSO}_4 \downarrow$ και λαμβάνεται το H_3PO_2)

Είναι ισχυρό αναγωγικό μέσο. Το άλας υποφωσφορώδες νάτριο χρησιμοποιείται ως λευκαντικό χαρτιού και ξύλου.

Φωσφορώδες, ή φωσφονικό οξύ, H_3PO_3 , ή $\text{HPO}(\text{OH})_2$,
(διπρωτικό οξύ, με $pK_1=1,3$ $pK_2=6,7$).

Είναι λευκή, κρυσταλλική, υγροσκοπική ουσία και ισχυρό αναγωγικό αντιδραστήριο.

Παράγεται με αντιδράσεις υδρόλυσης,



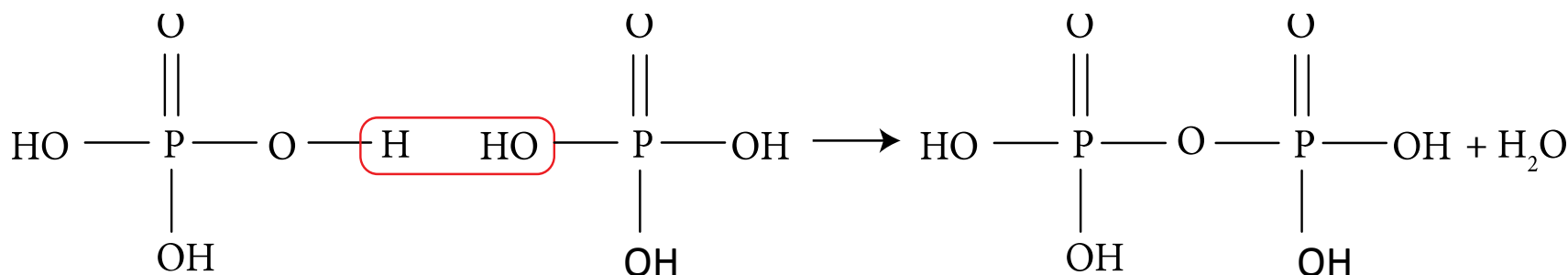
Φωσφορώδες οξύ, H_3PO_3

ΟΜΑΔΑ 15 (VA) - Οξέα του φωσφόρου

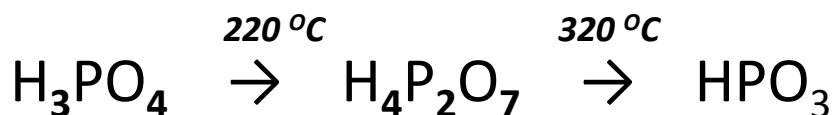
Φωσφορικό οξύ, H_3PO_4 , ή $\text{OP}(\text{OH})_3$, (τριπρωτικό, με $pK_1=2,5$ $pK_2=7,1$ και $pK_3=12,4$). Είναι άχρωμη κρυσταλλική ουσία και πολύ σταθερή. Διαλύεται εύκολα στο νερό και στο εμπόριο διατίθεται συνήθως ως 85% H_3PO_4 . Στην κατάσταση αυτή είναι ένα υγρό το οποίο ομοιάζει με σιρόπι.

Το υψηλό του ιξώδες, οφείλεται στο σχηματισμό **δεσμών υδρογόνου** σε μεγάλο βαθμό.

Κατά τη θέρμανση του φωσφορικού οξέος, υφίσταται αντίδραση συμπύκνωσης, από την οποία παράγεται το **πυροφωσφορικό οξύ, $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$** , ένα άχρωμο υαλώδες στερεό, ευδιάλυτο στο νερό,

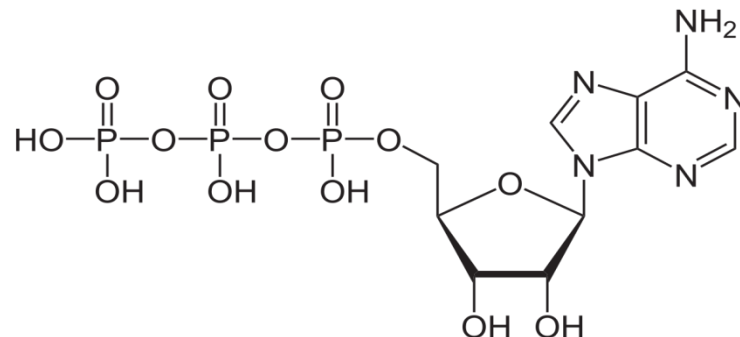


και στη συνέχεια το **μεταφωσφορικό οξύ, HPO_3** ,



ΟΜΑΔΑ 15 (VA) - Οξέα του φωσφόρου

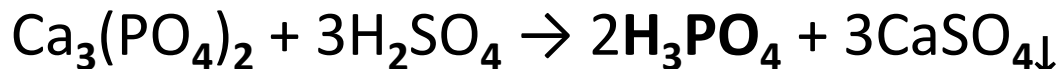
Περαιτέρω θέρμανση δίνει ακόμα περιπλοκότερα προϊόντα, που είναι γνωστά ως **πολυφωσφορικά** οξέα. Το σημαντικότερο πολυφωσφορικό οξύ είναι το **ATP**.



Παρασκευή φωσφορικού οξέος:

(ATP, Τριφωσφορικός εστέρας αδενοσίνης)

Το **ακάθαρτο φωσφορικό οξύ**, που χρησιμοποιείται ως λίπασμα, λαμβάνεται με κατεργασία του φωσφορίτη (απατίτη), $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$,



Το **καθαρό (85% κ.β.)** με ενυδάτωση του P_2O_5 .



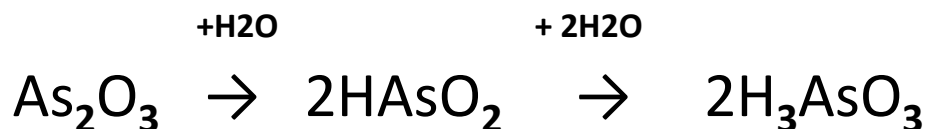
Σχηματίζει άλατα με τα περισσότερα μέταλλα, τα άλατα των μονοσθενών μετάλλων είναι ευδιάλυτα στο νερό.

Η κύρια χρήση του φωσφορικού οξέος, είναι στα λιπάσματα, στα πρόσθετα τροφίμων, όπου προσδίδει μια ευχάριστη ξινή γεύση (π.χ. *coca cola*), στα απορρυπαντικά και αποσκληρυντικά νερού.

ΟΜΑΔΑ 15 (VA) - Οξέα

Αρσενικώδες οξύ, H_3AsO_3 ή $\text{As}(\text{OH})_3$

Λαμβάνεται με διάλυση του As_2O_3 στο νερό,



(μετα-αρσενικώδες) (αρσενικώδες)

Οξειδώνεται σε αρσενικικό οξύ, H_3AsO_4 .

Αρσενικό οξύ, H_3AsO_4 ,

Λαμβάνεται με διάλυση As_2O_5 σε νερό, $\text{As}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{AsO}_4$

ή με επίδραση HNO_3 σε As:



Τα άλατα του είναι ισόμορφα με του φωσφορικού οξέος.

Οξο-οξέα των **Sb** και **Bi** δεν είναι σταθερά.

Το **Bi** σχηματίζει στερεά βισμούθικά άλατα, NaBiO_3 .

ΟΜΑΔΑ 15(VA) - Αλογονούχες ενώσεις

Όλα τα **τρι-αλογονίδια** των στοιχείων της ομάδας είναι γνωστά.

Τριφθορίδιο του αζώτου, NF_3 , είναι αέριο, αρκετά σταθερό, έχει τη δομή της αμμωνίας και δεν αντιδρά με το νερό.

Το NF_5 είναι άγνωστο, ενώ τα PF_5 , AsF_5 , SbF_5 , BiF_5 είναι όλα γνωστά)

Τριχλωρίδιο του αζώτου, NCl_3 , είναι υγρό πολύ εκρηκτικό,

λαμβάνεται με: $\text{NH}_4\text{Cl} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{NCl}_3 + 4\text{HCl}$

με υδρόλυση δίνει: $\text{NCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + 3\text{HOCl}$

Ανάλογες ενώσεις του βρωμίου και του ιωδίου είναι εκρηκτικές.

Τριχλωρίδιο του φωσφόρου, PCl_3 . Παρασκευάζεται με χλωρίωση του λευκού φωσφόρου, $\text{P}_4 + 6\text{Cl}_2 \rightarrow 4\text{PCl}_3$ και γρήγορη απομάκρυνσή του για την αποφυγή σχηματισμού PCl_5 ,

είναι το κύριο ενδιάμεσο προϊόν κατά την παραγωγή παρασιτοκτόνων (*pesticides*) και αντιπυρικών ουσιών.

Επίσης χρησιμεύει για τη παραγωγή του φωσφορώδους οξέος:



ΟΜΑΔΑ 15 (VA) - Αλογονούχες ενώσεις

Τριφθορίδιο του φωσφόρου, PF_3 , δύσοσμο αέριο και τοξικό δεν αντιδρά με το νερό. Λαμβάνεται με:



(η απ' ευθείας αντίδραση των στοιχείων δίνει PF_5)

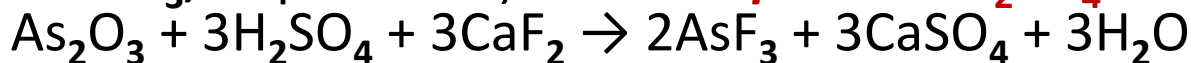
Τα άλλα τριαλογονίδια του φωσφόρου παρασκευάζονται με απ' ευθείας αντίδραση:



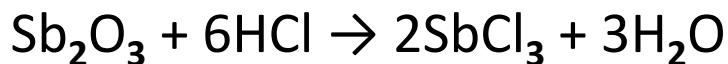
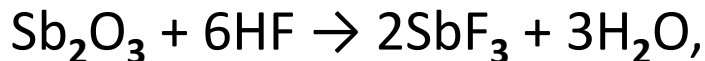
Τριωδίδιο του φωσφόρου, PI_3 , χρησιμοποιείται για την αφαίρεση οξυγόνου (π.χ. μετατρέπει τα αλκυλοσουλφοξείδια, R_2SO σε θειοαιθέρες, R_2S).

Τα τριαλογονούχα του αρσενικού, AsX_3 , ($\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) λαμβάνονται με απευθείας αντίδραση των στοιχείων.

Το **AsF_3** , παρασκευάζεται *σε περίσσεια H_2SO_4 και CaF_2* ως εξής:



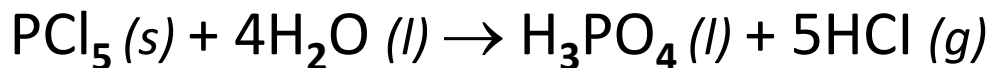
Τα SbF_3 , και SbCl_3 , λαμβάνονται σύμφωνα με τις αντιδράσεις:



Το **BiCl_3** , λαμβάνεται *με απευθείας αντίδραση των στοιχείων.*

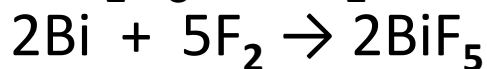
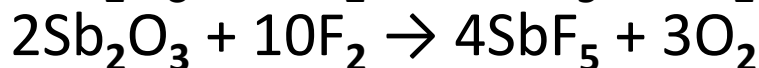
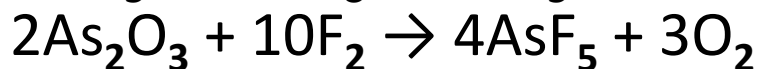
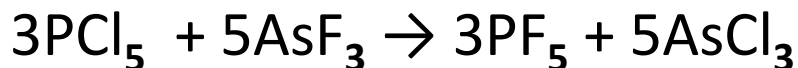
ΟΜΑΔΑ 15 (VA) - Αλογονούχες ενώσεις

Το **πενταχλωρίδιο του φωσφόρου**, PCl_5 , παρασκευάζεται με την αντίδραση, $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{PCl}_5$ και χρησιμοποιείται για την παρασκευή φωσφορικού οξέος:



Η αντίδραση αυτή είναι βίαιη και επικίνδυνη.

Όλα τα **πενταφθορίδια** EF_5 ($\text{E}=\text{P, As, Sb, Bi}$) είναι γνωστά (εκτός του NF_5) και παρασκευάζονται με τις αντιδράσεις:



Τα AsF_5 , και SbF_5 , είναι ισχυροί δέκτες F^- , με σχηματισμό συμπλόκων $[\text{AsF}_6]^-$, και $[\text{SbF}_6]^-$.

Μίγματα $\text{HF}/\text{HSO}_3\text{F}$ με SbF_5 σχηματίζουν ισχυρά οξέα, τα **υπεροξέα**, (με οξύτητα *Hammett* < -12 του καθαρού H_2SO_4).

Το **φθοραντιμονικό**, HSbF_6 (HF/SbF_5) και το **μαγικό οξύ**, $\text{HSO}_3\text{F}/\text{SbF}_5$ είναι από τα **ισχυρότερα υπερροξέα** (Οξύτητα *Hammett*: -28 και -19)

Το ανθρακοβοράνιο, $\text{HCHB}_{11}\text{R}_5\text{Cl}_6$ είναι το **ισχυρότερο σόλο υπερροξύ** (*Hammett*: -18)

ΟΜΑΔΑ 15 (VA) - Νιτρίδια

Το άζωτο σε υψηλές θερμοκρασίες είναι πολύ δραστικό, αντιδρά με τα περισσότερα στοιχεία και δίνει **νιτρίδια**.

Ιοντικά νιτρίδια, περιέχουν το ιόν N^{3-} . Σχηματίζονται με τα μέταλλα της ομάδας 1, 2 και το Al. Υδρολύονται και δίνουν:



Νιτρίδια παρεμβολής, είναι τα νιτρίδια των μεταβατικών στοιχείων.

Έχουν ανάλογη σύσταση και ιδιότητες με τα βορίδια και καρβίδια. Έχουν μεταλλική εμφάνιση και ηλεκτρική αγωγιμότητα. Είναι σκληρά, αδρανή, με υψηλό Σ.Τ.
(Το νιτρίδιο του θαναδίου, **VN** λιώνει στους 2570 °C).

Ομοιοπολικά νιτρίδια, είναι τα νιτρίδια των αμετάλλων.

Τα νιτρίδια της ομάδας 13 είναι μεγαλομοριακά, το βορονιτρίδιο (**BN**) υπάρχει σε δύο δομές (αδάμαντα και γραφίτη), των ομάδων 15 και 16 είναι πτητικά (**P₃N₅**, **S₄N₄**).