

ΧΡΙΣΤΟΣ ΑΝΕΣΤΗ ! Χρόνια Πολλά με Υγεία πρωτίστως ΨΥΧΙΚΗ!!!!
ΚΑΛΛΙΣΘΕΝΗ ΓΕΩΡΓΙΟΥ – Η χημικός σας

Καλή εμπέδωση!

A) ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΘΕΩΡΙΑΣ.....

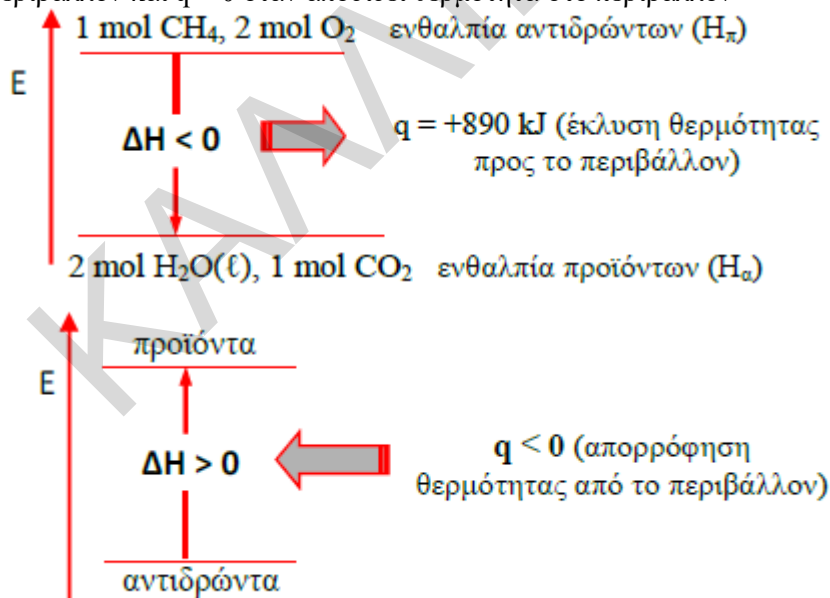
Η Θερμοχημεία αποτελεί κλάδο της Θερμοδυναμικής και επικεντρώνεται στις θερμικές μεταβολές που συνοδεύουν τις χημικές αντιδράσεις, δηλαδή, στα ποσά θερμότητας που τελικά εκλύονται ή απορροφώνται σε μία χημική αντίδραση **Εξώθερμες και ενδόθερμες αντιδράσεις**

Εξήγηση των ενεργειακών μεταβολών σε μία αντίδραση. Μία αντίδραση περιλαμβάνει τη μετατροπή των αντιδρώντων σε προϊόντα. Κατά τη διαδικασία αυτή, οι δεσμοί στα αντιδρώντα διασπώνται και δημιουργούνται νέοι δεσμοί που αντιστοιχούν στα νέα μόρια (προϊόντα). Το «σπάσιμο» όμως ενός δεσμού απαιτεί ενέργεια, ενώ η δημιουργία ενός δεσμού παράγει ενέργεια. Έτσι, αν σε μια ορισμένη αντίδραση παράγεται περισσότερη ενέργεια κατά τη δημιουργία των νέων δεσμών, από ότι καταναλώνεται για το «σπάσιμο» των παλιών δεσμών, η αντίδραση θα είναι εξώθερμη. Στην αντίθετη περίπτωση θα είναι ενδόθερμη.

Ενθαλπία αντίδρασης (ΔH)

Εφόσον η αντίδραση πραγματοποιείται υπό σταθερή πίεση, η ενθαλπία αντίδρασης, ΔH , ισούται με το απορροφούμενο ή εκλύόμενο ποσό θερμότητας (q_P) και η μεταβολή αυτή είναι ανεξάρτητη από τον τρόπο (τις συνθήκες) με τον οποίο πάμε από τα αντιδρώντα στα προϊόντα, δηλαδή: $\Delta H = q_P$.

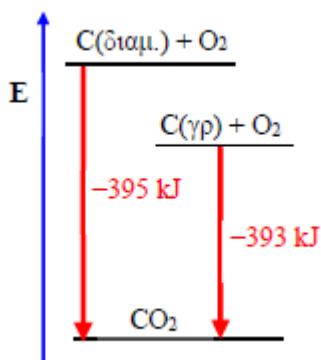
Στη θερμοδυναμική θεωρούμε ότι $q > 0$ όταν το αντιδρών σύστημα απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον και $q < 0$ όταν αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον



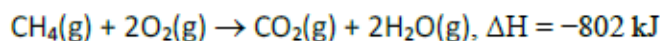
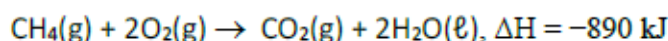
Ενδόθερμη αντίδραση	$H_{\text{πρ}} > H_{\text{αντ}}$	$\Delta H > 0$	Απορρόφηση θερμότητας από το περιβάλλον
Εξώθερμη αντίδραση	$H_{\text{πρ}} < H_{\text{αντ}}$	$\Delta H < 0$	Έκλυση θερμότητας προς το περιβάλλον
Θερμοουδέτερη αντίδραση	$H_{\text{πρ}} = H_{\text{αντ}}$	$\Delta H = 0$	

Από τι εξαρτάται η ενθαλπία αντίδρασης (ΔH);

1. Από τη φύση των αντιδρώντων



2. Από τη φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και προϊόντων



Παρατηρούμε ότι η διαφορά στη φυσική κατάσταση έστω και ενός αντιδρώντος ή προϊόντος διαφοροποιεί την ενθαλπία της αντίδρασης.

3. Από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, κάτω από τις οποίες λαμβάνει χώρα η αντίδραση

Έχει οριστεί η πρότυπη κατάσταση, που είναι η πιο σταθερή μορφή μιας ουσίας (στοιχείου ή ένωσης) σε θερμοκρασία 25°C ($T^\circ = 298 \text{ K}$) και σε πίεση $P^\circ = 1 \text{ atm}$ (και για διαλύματα, $c = 1 \text{ M}$).

Όταν τόσο τα αντιδρώντα όσο και τα προϊόντα μιας αντίδρασης λαμβάνονται στην πρότυπη τους κατάσταση, η αντίστοιχη μεταβολή ενθαλπίας ονομάζεται **πρότυπη ενθαλπία** και συμβολίζεται με το ΔH° .

Νόμος (αρχή) Lavoisier – Laplace

«Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά τη σύνθεση 1 mol μιας χημικής ένωσης από τα συστατικά της στοιχεία είναι ίσο με το ποσό της θερμότητας, το οποίο απορροφάται ή εκλύεται κατά τη διάσπαση 1 mol της ίδιας χημικής ένωσης στα συστατικά της στοιχεία».

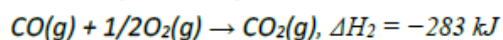
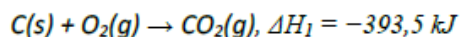
Νόμος του Hess

Το 1840 ο Hess, στηριζόμενος σε πειραματικές παρατηρήσεις διατύπωσε τον ομώνυμο νόμο:

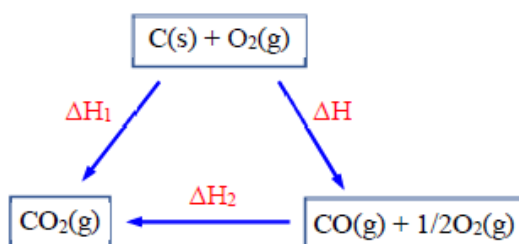
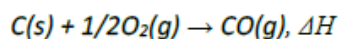
«Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται σε μία χημική αντίδραση είναι το ίδιο, είτε η αντίδραση πραγματοποιείται σε ένα είτε σε περισσότερα στάδια».

Θερμοδυναμικός κύκλος -Εφαρμογή

Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



Να κατασκευαστεί ο θερμοχημικός κύκλος ώστε να προκύψει η ενθαλπία της αντίδρασης:

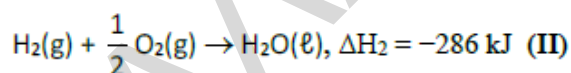
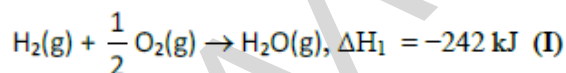


Από τον παραπάνω θερμοχημικό κύκλο προκύπτει: $\Delta H + \Delta H_2 = \Delta H_1$ ή $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -393,5 - (-283) = -110,5 \text{ kJ}$.

.....
.....
Καλή εξάσκηση !

Β) ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

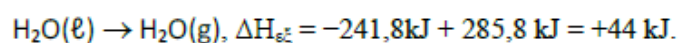
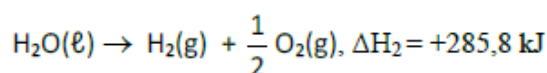
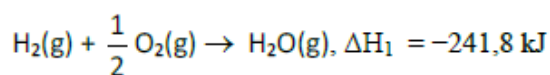
1. Έστω οι θερμοχημικές εξισώσεις (I) και (II):



Να υπολογιστεί η ενθαλπία εξάτμισης $\Delta H_{εξ}$ του νερού.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η $\Delta H_{εξ}$ του νερού αντιστοιχεί στη μετατροπή: $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$. «Κρατάμε» την εξίσωση (I) όπως είναι και αντιστρέφουμε τη (II):



Επομένως: $\Delta H_{εξ} = -241,8 \text{ kJ} + 285,8 \text{ kJ} = +44 \text{ kJ}$.

2. Ποσότητα $\text{CaCl}_2(\text{s})$ μάζας 5 g διαλύεται πλήρως σε 100 mL H_2O θερμοκρασίας 25°C και παρατηρείται ότι η θερμοκρασία ανεβαίνει σταδιακά στους $30,1^\circ\text{C}$. Το φαινόμενο περιγράφεται από την εξίσωση: $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq})$, ΔH_1 .

Επίσης, 5 g $\text{KCl}(\text{s})$ διαλύονται πλήρως σε 100 mL H_2O θερμοκρασίας 25°C και παρατηρείται ότι η θερμοκρασία μειώνεται στους $19,6^\circ\text{C}$. Το φαινόμενο περιγράφεται από την εξίσωση: $\text{KCl}(\text{s}) \rightarrow \text{K}^{+}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$, ΔH_2 .

α) Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες, τι από τα παρακάτω ισχύει;

A) $\Delta H_1 < 0$ και $\Delta H_2 > 0$

B) $\Delta H_1 > 0$ και $\Delta H_2 < 0$

Γ) Η διάλυση του $\text{CaCl}_2(\text{s})$ στο νερό είναι ενδόθερμο φαινόμενο

Δ) Η διάλυση του $\text{KCl}(\text{s})$ στο νερό είναι εξώθερμο φαινόμενο

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

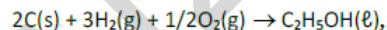
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή Α.

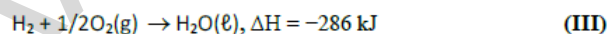
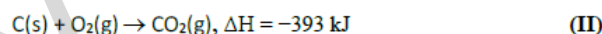
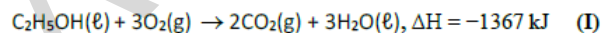
β) Η αύξηση της θερμοκρασίας στο 1ο φαινόμενο δείχνει ότι ελευθερώνεται θερμότητα κατά τη διάλυση του $\text{CaCl}_2(\text{s})$ που απορροφάται από το νερό και έτσι ανεβαίνει η θερμοκρασία του. Δηλαδή το φαινόμενο είναι εξώθερμο και επομένως $\Delta H_1 < 0$.

Η μείωση της θερμοκρασίας στο 2ο φαινόμενο δείχνει ότι απορροφάται θερμότητα από το νερό κατά τη διάλυση του $\text{KCl}(\text{s})$. Δηλαδή το φαινόμενο είναι ενδόθερμο και επομένως $\Delta H_2 > 0$.

3. Να υπολογιστεί η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης:

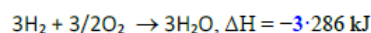
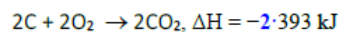
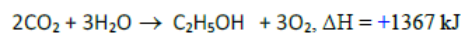


Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:

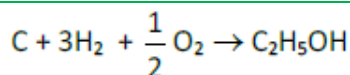


ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Θα εφαρμόσουμε το νόμο του Hess. Πριν όμως, αντιστρέφουμε την εξίσωση (I), πολλαπλασιάζουμε επί 2 την εξίσωση (II) και επί 3 την (III):



Παρατηρήστε ότι έχουμε 3 mol O_2 στο 2ο μέλος και $2 + 1,5 = 3,5$ mol O_2 στο 1ο μέλος. Άρα $1/2$ mol O_2 στο 1ο μέλος!



Υπολογίζουμε την ενθαλπία της «συνολικής» αντίδρασης, με βάση το νόμο του Hess:

$$\Delta H = 1367\text{kJ} - 2 \cdot 393\text{kJ} - 3 \cdot 286\text{kJ} = -277 \text{ kJ}.$$

4. Το νιτρικό αμμώνιο, NH_4NO_3 , είναι κοινή εκρηκτική ουσία που χρησιμοποιείται στην ανατίναξη βράχων. Το NH_4NO_3 διασπάται σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση: $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\Delta H = -37 \text{ kJ}$.

α) Ποια μάζα NH_4NO_3 πρέπει να διασπαστεί, ώστε να ελευθερωθεί ποσό θερμότητας ίσο με 185 kJ, σύμφωνα με την παραπάνω αντίδραση;

β) Αν κατά τη διάσπαση σχηματίστηκαν 72 g υδρατμών, ποιο το ποσό θερμότητας που ελευθερώθηκε;

Η ενθαλπία της αντίδρασης, καθώς και τα ποσά θερμότητας μετρήθηκαν στις ίδιες συνθήκες. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: H:1, N:14, O:16.

ΛΥΣΗ

α) Από την παραπάνω θερμοχημική εξίσωση συμπεραίνουμε ότι για κάθε 1 mol NH_4NO_3 που διασπάται ελευθερώνονται 37 kJ. Οπότε:

$$\begin{array}{r} \text{Το 1 mol } \text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ ελευθερώνει } 37 \text{ kJ} \\ \hline \text{x} \qquad \qquad \qquad 185 \text{ kJ} \end{array}$$

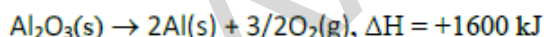
$x = 5 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3$. Επομένως: $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 5 \cdot 80 = 400 \text{ g}$, $M_r(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80$.

β) Τα 72 g υδρατμών αντιστοιχούν σε $72:18 = 4 \text{ mol}$ υδρατμών (για το νερό: $M_r = 18$). Επομένως, σύμφωνα πάλι με την παραπάνω εξίσωση, έχουμε:

$$\begin{array}{r} \text{Για 2 mol } \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \text{ που παράγονται ελευθερώνονται } 37 \text{ kJ} \\ \hline 4 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad \text{y;} \end{array}$$

$y = 74 \text{ kJ}$. Επομένως: $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 5 \cdot 80 = 400 \text{ g}$.

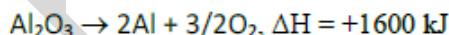
5. Πόσα γραμμάρια C(s) πρέπει να καούν πλήρως για να πάρουμε τόση θερμότητα, όση χρειάζεται για να συντελεστεί η πλήρης διάσπαση 2 mol Al_2O_3 σε Al και O_2 . Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



Η σχετική ατομική μάζα του C είναι ίση με 12.

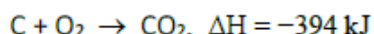
ΛΥΣΗ

Υπολογίζουμε το ποσό θερμότητας που απαιτείται για να διασπαστούν τα 2 mol Al_2O_3 :



Αφού η διάσπαση 1 mol Al_2O_3 απαιτεί 1600 kJ, τα 2 mol Al_2O_3 θα απαιτήσουν 3200 kJ.

Αυτό το ποσό θερμότητας προσφέρεται από την καύση του C(s):



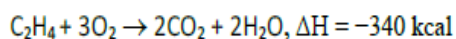
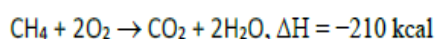
Η καύση 1 mol C(s) αποδίδει 394 kJ

$$\text{x} = ; \qquad \qquad \qquad 3200 \text{ kJ}$$

$x = 8,13 \text{ mol C}$.

Η μάζα του C θα πρέπει, επομένως, να είναι: $m_C = 8,13 \cdot 12 = 97,46 \text{ g}$.

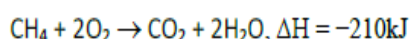
6. Ποσότητα αερίου μίγματος CH₄ και C₂H₄ μάζας 6 g καίγεται πλήρως και αποδίδει ποσό θερμότητας ίσο με 76 kcal. Ποια είναι η σύσταση (σε g) του αρχικού μίγματος; Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



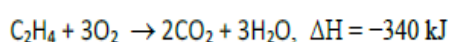
Σχετικές μοριακές μάζες, CH₄:16, C₂H₄:28.

ΛΥΣΗ

Έστω x mol CH₄ και y mol C₂H₄ στα 6 g του μίγματος που καίγονται.



x mol εκλύονται 210x kcal



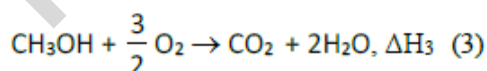
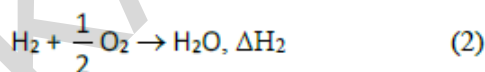
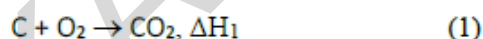
y mol εκλύονται 340y kcal

Από τη γνωστή μάζα του μίγματος των δύο αερίων, έχουμε: $16x + 28y = 6$ (1). Από το συνολικό ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται από την καύση προκύπτει: $210x + 340y = 76$ (2). Λύνοντας το σύστημα των εξισώσεων (1) και (2), έχουμε: x = 0,2 και y = 0,1.

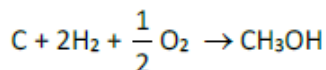
Επομένως: m_{CH₄} = 3,2 g και m_{C₂H₄} = 2,8 g.

7. 4 g γραφίτη (C), 4 g H₂ και 4 g μεθανόλης (CH₃OH) καίγονται ξεχωριστά, οπότε ελευθερώνονται ποσά θερμότητας αντίστοιχα ίσα με 131 kJ, 572 kJ και 91 kJ.

α) Με βάση τα παραπάνω δεδομένα να υπολογίσετε τις ενθαλπίες ΔH₁, ΔH₂ και ΔH₃ των αντιδράσεων που ακολουθούν.



β) Να υπολογίσετε την ενθαλπία (ΔH₄) της αντίδρασης:

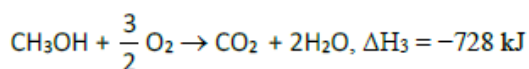
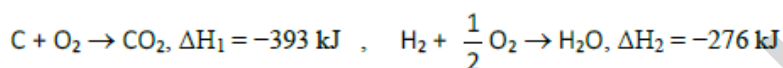


Σχετικές ατομικές μάζες, C: 12, H: 1, O: 16. Όλα τα ποσά θερμότητας και οι ενθαλπίες να θεωρηθούν στις ίδιες συνθήκες και όλα τα σώματα στις ίδιες φυσικές καταστάσεις.

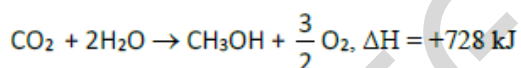
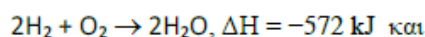
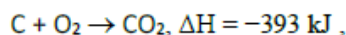
ΛΥΣΗ

- α) Τα 4 g C όταν καίγονται ελευθερώνουν 131 kJ
Τα 12 g $x = 393 \text{ kJ}$
- Τα 4 g H₂ όταν καίγονται ελευθερώνουν 572 kJ
Τα 2 g $y = 276 \text{ kJ}$
- Τα 4 g CH₃OH όταν καίγονται ελευθερώνουν 91 kJ
Τα 32 g $\omega = 728 \text{ kJ}$

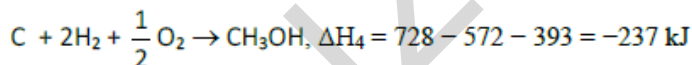
Επομένως:



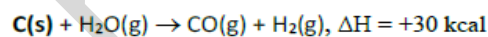
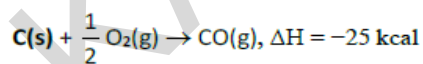
β) Πολλαπλασιάζοντας τη 2η εξίσωση από τις παραπάνω εξισώσεις με το 2 και αντιστρέφοντας την 3η, έχουμε:



Επομένως, σύμφωνα με το νόμο του Hess:



8. Για τη βιομηχανική παραγωγή H₂ διαβιβάζεται μίγμα O₂(g) και H₂O(g) σε θερμοκρασία 1000°C σε μεγάλα καμίνια που περιέχουν λιγνίτη (ορυκτός άνθρακας), οπότε διεξάγονται παράλληλα οι αντιδράσεις που περιγράφονται από τις παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις:



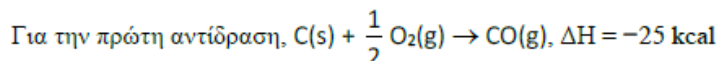
α) Ποιος πρέπει να είναι ο λόγος των όγκων αερίων και υδρατμών, ώστε να μην παρατηρηθεί θερμική μεταβολή (η θερμοκρασία να παραμείνει σταθερή);

β) Αν το αέριο διοχετεύεται με ατμοσφαιρικό αέρα με περιεκτικότητα 20%v/v σε O₂, να υπολογιστεί ο λόγος των όγκων αέρα και υδρατμών ώστε να μην παρατηρηθεί θερμική μεταβολή.

γ) Αν ο λόγος των όγκων αερίων και υδρατμών είναι 2 : 1, τι θα συμβεί στην θερμοκρασία;

ΛΥΣΗ

α) Έστω x ο αριθμός των mol του O_2 και y των υδρατμών που διαβιβάζουμε στο καμίνι με το λιγνίτη.



Τα 0,5 mol O_2 όταν αντιδρούν ελευθερώνουν 25 kcal

Τα x mol $q_1 = 50x \text{ kcal (1)}$

Για την δεύτερη αντίδραση, $C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g), \Delta H = +30 \text{ kcal}$:

Το 1 mol υδρατμών όταν αντιδρά απορροφά 30 kcal

Τα y mol $q_2 = 30y \text{ kcal (2)}$

Για να μην υπάρχει θερμική μεταβολή και η θερμοκρασία στο καμίνι να διατηρείται σταθερή, θα πρέπει το ποσό θερμότητας q_1 που ελευθερώνεται από την 1η αντίδραση να ισούται με το ποσό θερμότητας q_2 που απορροφάται από τη 2η. Δηλαδή: $q_1 = q_2$, οπότε $50x = 30y$.

Από την εξίσωση αυτή προκύπτει: $\frac{x}{y} = \frac{3}{5}$ (3)

β) Στην περίπτωση που το O_2 διοχετεύεται με ατμοσφαιρικό αέρα, τα x mol O_2 υπάρχουν σε $5x$ mol αέρα συνολικά (η αναλογία όγκων O_2 /αέρα είναι $20:100 = 1:5$ και ισούται με την αναλογία mol). Οπότε, σύμφωνα και με την εξίσωση (3), θα έχουμε:

$$\text{αναλογία όγκων αέρα / υδρατμών} = \frac{5x}{y} = \frac{5 \cdot 3}{5} = 3$$

γ) Έστω $2a$ ο αριθμός mol του O_2 και a ο αριθμός mol των υδρατμών. Από την πρώτη αντίδραση ελευθερώνεται ποσό θερμότητας $q_3 = 100a \text{ kcal}$, ενώ από τη δεύτερη αντίδραση απορροφάται ποσό θερμότητας $q_4 = 30a \text{ kcal}$. Παρατηρούμε, δηλαδή, ότι το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται θα είναι μεγαλύτερο από το ποσό θερμότητας που απορροφάται, οπότε η θερμοκρασία του συστήματος θα αυξάνεται.



Ισχυρή έκρηξη σημειώθηκε το 2001 σε εργοστάσιο πετροχημικών σε προάστιο της Τουλούζης στη νότια Γαλλία κατά την οποία 30 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους, ενώ 2000 τραυματίστηκαν. Η αστυνομία κάλεσε τους κατοίκους της περιοχής να παραμείνουν στα σπίτια τους καθώς ένα τοξικό πυκνό σύννεφο καφέ καπνού που περιείχε μεγάλες ποσότητες NH_3 και οξειδίων του αζώτου κάλυψε την πόλη. Πολλά σπίτια έπαθαν ζημιές, ενώ το παρακείμενο κατάστημα κατέρρευσε. Ένας τεράστιος κρατήρας βάθους 30 μέτρων δημιουργήθηκε στο σημείο της καταστροφής. Η έκρηξη αποδόθηκε στη ξαφνική θέρμανση αποθηκευμένων ποσοτήτων νιτρικού αμμωνίου (NH_4NO_3).
(από τις εφημερίδες)

Καλή συνέχεια.....