Νέο Φροντιστήριο

Τράπεζα Θεμάτων Γ Λυκείου

Χημεία

Κεφάλαιο: 4 Χημική Ισορροπία

Θέμα 2

Θέμα 2ο

Το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) είναι ένα αέριο που χρησιμοποιείται ως αναισθητικό στην οδοντιατρική, στη βιομηχανία προϊόντων γάλακτος, ως προωθητικό αέριο σε εμφιαλωμένες κρέμες (σαντιγί). Μπορεί να παρασκευαστεί μέσω της αντίδρασης του HNO_3 με το $SnCl_2$ σε υδατικό διάλυμα HCl, που περιγράφεται από τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση:

$$SnCl_2 + HNO_3 + HCl \rightarrow SnCl_4 + N_2O + H_2O$$

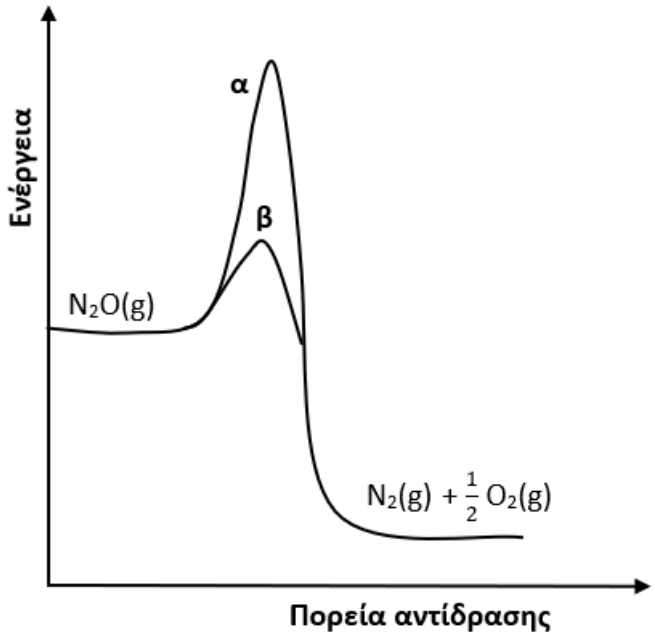
α) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές της παραπάνω χημικής εξίσωσης. *(μονάδες 3)*

β) Να εξηγήσετε ποιο είναι το αναγωγικό και ποιο το οξειδωτικό σώμα στην παραπάνω αντίδραση. *(μονάδες 4)*

γ) Παρά τη χρησιμότητά του, το αέριο N_2O συμβάλλει στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η μείωση της ποσότητάς του μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη διάσπασή του, είτε σε υψηλή θερμοκρασία, είτε με τη βοήθεια καταλύτη. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η μεταβολή ενέργειας των αντιδρώντων και προϊόντων κατά τη διάρκεια της αντίδρασης διάσπασης του N_2O, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

Η μία από τις δύο καμπύλες **α** και **β** παριστάνει τη μεταβολή ενέργειας με καταλύτη και η άλλη χωρίς καταλύτη.



i) Να εξηγήσετε αν η αντίδραση διάσπασης του N_2O είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη. *(μονάδες 4)*

ii) Να εξηγήσετε ποια από τις δύο καμπύλες **α** ή **β** παριστάνει τη μεταβολή στην ενέργεια με τη βοήθεια καταλύτη. *(μονάδες 4)*

iii) Εάν οι δύο ενέργειες ενεργοποίησης (με και χωρίς καταλύτη) διαφέρουν κατά 83 kJ/mol και η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης χωρίς καταλύτη είναι ίση με E_a = 250 kJ/mol, να προσδιορίσετε την ενέργεια ενεργοποίησης E_a' της αντίδρασης με καταλύτη. *(μονάδες 4)*

iv) Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, το N_2O βρίσκεται σε ισορροπία με το N_2 και O_2, όπως φαίνεται από την παρακάτω χημική εξίσωση:

$$N_2O(g) \rightleftharpoons N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεταβολές έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση στα mol του N_2O; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. *(μονάδες 6)*

1. Μείωση της θερμοκρασίας, διατηρώντας σταθερό τον όγκο του δοχείου.

2. Αύξηση πίεσης, με μεταβολή του όγκου του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία.

3. Προσθήκη αερίου N_2 στο δοχείο της αντίδρασης, του οποίου ο όγκος διατηρείται σταθερός και σε σταθερή θερμοκρασία.

Μονάδες 25

νέο φροντιστήριο

Ενδεικτικές απαντήσεις

α) $4\ SnCl_2 + 2\ HNO_3 + 8\ HCl \rightarrow 4\ SnCl_4 + N_2O + 5\ H_2O$

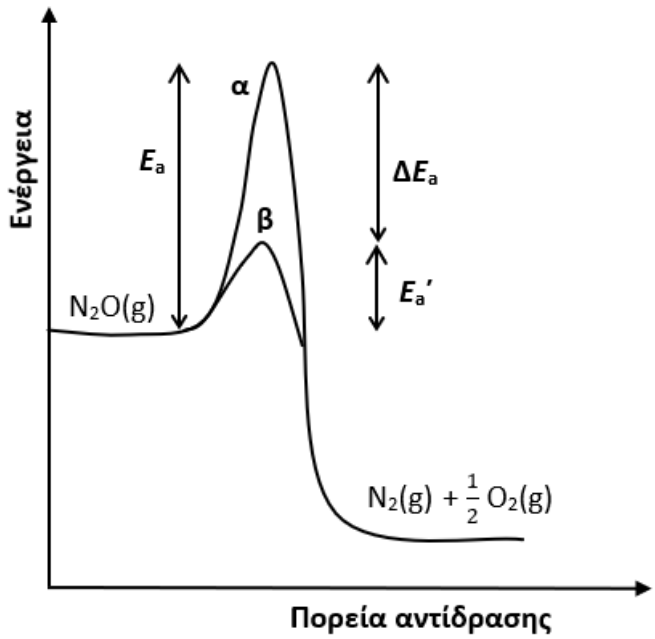
β) Ο αριθμός οξείδωσης του Sn αυξάνεται από +2 στο $SnCl_2$ σε +4 στο $SnCl_4$, δηλαδή παθαίνει οξείδωση, άρα το $SnCl_2$ είναι το αναγωγικό σώμα. Ο αριθμός οξείδωσης του N μειώνεται από +5 στο HNO_3 σε +1 στο N_2O, δηλαδή παθαίνει αναγωγή, άρα το HNO_3 είναι το οξειδωτικό σώμα.

γ)

i) Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η ενθαλπία των προϊόντων είναι μικρότερη από την ενέργεια των αντιδρώντων. $\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}} < 0$, άρα η αντίδραση είναι εξώθερμη.

ii) Η παρουσία καταλύτη μειώνει την ενέργεια ενεργοποίησης E_a της αντίδρασης. Άρα η καμπύλη που παριστάνει τη μεταβολή στην ενέργεια παρουσία καταλύτη είναι η β.

iii) $\Delta E_a = E_a - E_a' \Rightarrow E_a' = E_a - \Delta E_a \Rightarrow E_a' = (250 - 83)\ kJ/mol \Rightarrow E_a' = 167\ kJ/mol$



iv)

1. Η χημική αντίδραση με κατεύθυνση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη. Η μείωση της θερμοκρασίας ευνοεί τις εξώθερμες αντιδράσεις, άρα η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Επομένως η μεταβολή **1** έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας του N_2O.

2. Η αύξηση της πίεσης με μεταβολή του όγκου του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία, εφόσον στην αντίδραση συμμετέχουν αέρια και υπάρχει μεταβολή στα mol των αερίων

αντιδρώντων και προϊόντων, μετατοπίζει τη χημική ισορροπία προς τα λιγότερα mol αερίων, δηλαδή προς τα αριστερά, με αποτέλεσμα το σχηματισμό μεγαλύτερης ποσότητας N_2O. Επομένως η μεταβολή **2** επιφέρει αύξηση και όχι μείωση της ποσότητας του N_2O.

3. Προσθήκη αερίου N_2 στο δοχείο της αντίδρασης, του οποίου ο όγκος διατηρείται σταθερός και σε σταθερή θερμοκρασία, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του N_2, οπότε η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και η ποσότητα του N_2O αυξάνεται. Επομένως η μεταβολή **3** δεν έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας του N_2O.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
νέο φροντιστήριο