

ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΧΗΜΕΙΑΣ 2011

ΓΙΑ ΤΗ Β' ΤΑΞΗ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΚΥΡΙΑΚΗ 20 ΜΑΡΤΙΟΥ 2011

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: ΤΡΕΙΣ (3) ΩΡΕΣ

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

Να μελετήσετε με προσοχή τις γενικές οδηγίες πριν αρχίσετε να γράφετε.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

1. Η εξέταση έχει διάρκεια τρεις (3) ώρες. Δεν επιτρέπεται να εγκαταλείψετε την αίθουσα εξέτασης πριν περάσει μισή ώρα από την ώρα έναρξης.
2. Να λύσετε όλες τις ασκήσεις στο τετράδιο απαντήσεων που σας έχει δοθεί. Δεν υπάρχει επιλογή.
3. Για τις απαντήσεις σας να χρησιμοποιήσετε στυλό με μπλε ή μαύρο μελάνι. Μπορείτε να χρησιμοποιείτε μολύβι μόνο για τις πρόχειρες σημειώσεις σας, οι οποίες δεν θα ληφθούν υπόψη.
4. Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενων υπολογιστικών μηχανών.
5. Δεν επιτρέπεται η χρήση σημειώσεων σε οποιαδήποτε μορφή.
6. Να μελετήσετε με προσοχή την εκφώνηση των ασκήσεων και να απαντήσετε με σαφήνεια. Δε θα δοθούν συμπληρωματικές οδηγίες ή διασαφηνίσεις.
7. Να γράψετε καθαρά και ευανάγνωστα.
8. Απαγορεύεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
9. Πληροφορίες για τις ατομικές μάζες των στοιχείων δίνονται στον Περιοδικό Πίνακα που ακολουθεί.
10. Να θυμάστε ότι «ο καλός αγώνας αξίζει περισσότερο από τη νίκη».

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

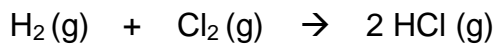
Το εξεταστικό δοκίμιο αποτελείται από οκτώ (8) σελίδες.

Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις.

ΜΕΡΟΣ Α (20 μονάδες)

Ερώτηση 1 (3 μον.)

Σε κλειστό δοχείο προστίθενται 600 mL αέριου υδρογόνου, H_2 , και 900 mL αέριου χλωρίου, Cl_2 , σε Κ.Σ., τα οποία αντιδρούν ποσοτικά σύμφωνα με την αντίδραση:



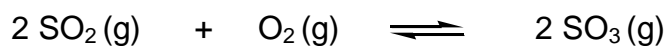
(α) Να γράψετε ποια αέρια θα βρίσκονται στο δοχείο στο τέλος της αντίδρασης.

(β) Να υπολογίσετε τον όγκο του κάθε αερίου σε Κ.Σ. μετά την ολοκλήρωση της χημικής αντίδρασης.

Ερώτηση 2 (2,5 μον.)

Ένα δοχείο όγκου 1 L περιέχει 0,2 mol SO_3 , 0,04 mol SO_2 και 0,01 mol O_2 στους 400 °C .

Η αντίδραση που πραγματοποιείται είναι:



Να δείξετε ότι το μίγμα αυτό δεν έχει φθάσει σε κατάσταση ισορροπίας.

Γνωρίζουμε ότι η σταθερά ισορροπίας K_c για την πιο πάνω αντίδραση είναι

$$K_c = 1,7 \times 10^6 \text{ mol}^{-1}L \text{ στους } 400^\circ C.$$

Ερώτηση 3 (3 μον.)

Σε 25 mL διαλύματος HCl 0,1 M προστίθενται 4 σταγόνες πυκνού διαλύματος HCl 12 M.

Να υπολογίσετε τη μοριακότητα του διαλύματος που προκύπτει.

(Δίνεται ότι μια σταγόνα έχει όγκο 0,05 mL)

Ερώτηση 4 (2 μον.)

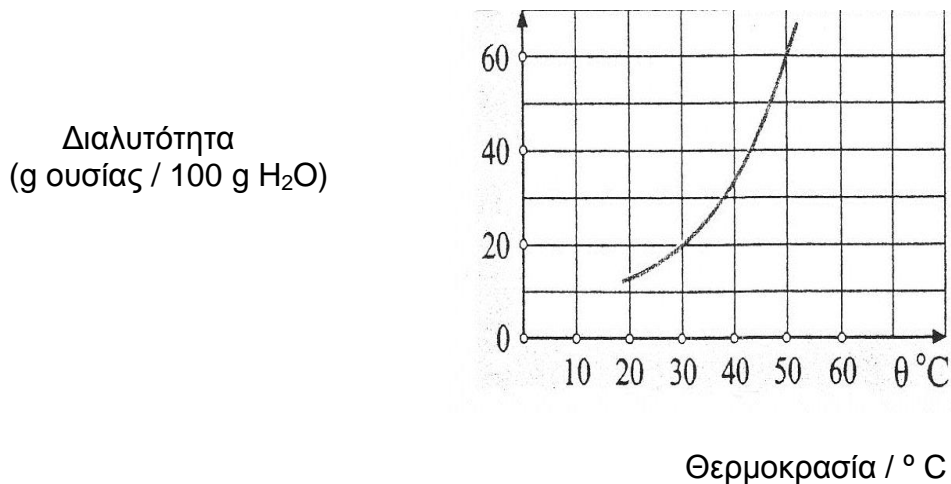
Τα αεριούχα ποτά σε κλειστό τενεκεδάκι περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα, CO_2 , διαλυμένο υπό πίεση. Στο κλειστό τενεκεδάκι αποκαθίσταται η πιο κάτω χημική ισορροπία:



Θα παρατηρηθεί αύξηση, μείωση ή καμία μεταβολή στο pH του αεριούχου ποτού όταν το τενεκεδάκι ανοιχτεί και ελευθερωθεί το CO_2 ; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

Ερώτηση 5 (3 μον.)

Το πιο κάτω διάγραμμα δείχνει τη διαλυτότητα μιας ουσίας Α σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία.



- (α) Η ουσία Α είναι στερεό ή αέριο σώμα;
- (β) Σε 50 g νερού η μέγιστη ποσότητα της ουσίας Α που διαλύεται είναι 30 g.
- (i) Ποια είναι η θερμοκρασία του διαλύματος;
- (ii) Να εξηγήσετε με λίγα λόγια τι θα συμβεί αν ψύξουμε το διάλυμα αυτό στους 30°C.

Ερώτηση 6 (4 μον.)

(α) Να εξηγήσετε τη διαφορά του σημείου ζέσεως των πιο κάτω χημικών στοιχείων.

| Στοιχείο | Σημείο ζέσεως / °C |
|-----------------|--------------------|
| Cl ₂ | -35 |
| Br ₂ | +59 |
| I ₂ | +184 |

(β) Το υδροβρώμιο, HBr, αντιδρά με το πυκνό θειικό οξύ, H₂SO₄, σύμφωνα με την αντίδραση:



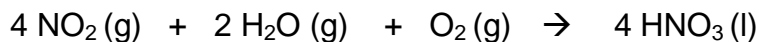
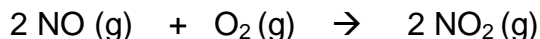
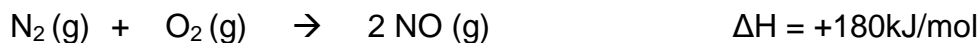
Με τη χρήση των αριθμών οξείδωσης να δείξετε ότι το H₂SO₄ ανάγεται.

(γ) Όταν το υδροϊώδιο, HI, αντιδράσει με το π. H₂SO₄ παράγεται υδρόθειο, H₂S, και όχι διοξείδιο του θείου, SO₂.

Με βάση αυτή τη πληροφορία να δείξετε ότι το HI είναι ισχυρότερο αναγωγικό σώμα από το HBr.

Ερώτηση 7 (2,5 μον.)

Οι πιο κάτω αντιδράσεις πραγματοποιούνται στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας που συνοδεύεται από βροντές και αστραπές.



Να υπολογίσετε πόσα mole αέριου N_2 , αέριου O_2 και H_2O αντιδρούν για να σχηματιστεί **ένα** mole HNO_3 σύμφωνα με τις πιο πάνω αντιδράσεις.

ΜΕΡΟΣ Β (45 μονάδες)

Ερώτηση 8 (14 μον.)

Μαθητές της Β' Λυκείου εκτέλεσαν τα πιο κάτω πέντε πειράματα (Π1-Π5).

- Π1 Σε στερεό χλωριούχο κάλιο, KCl , προστίθενται μερικές σταγόνες πυκνού θειικού οξέος, H_2SO_4 .
- Π2 Σε στερεό οξειδίο του χαλκού, CuO , προστίθεται αραιό διάλυμα νιτρικού οξέος.
- Π3 Σε ρινίσματα χαλκού, Cu , προστίθεται αραιό διάλυμα νιτρικού οξέος, HNO_3 , και θερμαίνεται.
- Π4 Σε διάλυμα νιτρικού αργιλίου, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, προστίθενται αρχικά σταγόνες διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου, NaOH , και ακολούθως περίσσεια.
- Π5 Σε διάλυμα νιτρικού νικελίου, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, προστίθενται αρχικά σταγόνες διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου, NaOH , και ακολούθως περίσσεια διαλύματος αμμωνίας, NH_3 .

(α) Να γράψετε:

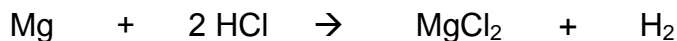
- (i) τις παρατηρήσεις που αναμένονται κατά την εκτέλεση καθενός από τα πιο πάνω πειράματα, και
- (ii) τις σχετικές χημικές αντιδράσεις για κάθε πείραμα.

(β) Να αναφέρετε σε ποιο από τα πειράματα Π1, Π2 και Π3 πραγματοποιείται αντίδραση:

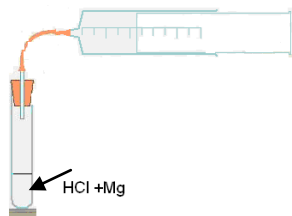
- (i) εξουδετέρωσης.
- (ii) οξειδωσης.
- (iii) διπλής αντικατάστασης.

Ερώτηση 9 (9 μον.)

Το μαγνήσιο, Mg, αντιδρά με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος σύμφωνα με την αντίδραση:



Ένας μαθητής διερεύνησε την ταχύτητα της αντίδρασης χρησιμοποιώντας τα όργανα όπως φαίνονται στην πιο κάτω διάταξη.



Χρησιμοποιώντας ταινία μαγνησίου, ο μαθητής διεξήγαγε τα ακόλουθα πειράματα:

Πείραμα 1

Σε 100 mL διαλύματος HCl 0,06 M προστέθηκε περίσσεια ταινίας μαγνησίου μάζας 2,0 g. Ο όγκος υδρογόνου που ελευθερώθηκε, καταγράφηκε κάθε 30 δευτερόλεπτα.

Τα πιο κάτω σχεδιαγράμματα δείχνουν σε μεγέθυνση μέρος της σύριγγας όπου φαίνεται ο όγκος υδρογόνου που παράχθηκε στα 90 και 120 δευτερόλεπτα.



90 δευτερόλεπτα



120 δευτερόλεπτα

Πείραμα 2

Σε 50 mL HCl 0,12 M προστέθηκαν 2,0 g ταινίας μαγνησίου. Ο όγκος υδρογόνου που ελευθερώθηκε, καταγράφηκε κάθε 30 δευτερόλεπτα.

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων 1 και 2 καταγράφονται στον πιο κάτω πίνακα:

| Χρόνος (δευτερόλεπτα) | Όγκος H ₂ (mL) | |
|--------------------------|---------------------------|-----------|
| | Πείραμα 1 | Πείραμα 2 |
| 30 | 21 | 32 |
| 60 | 37 | 48 |
| 90 | | 57 |
| 120 | | 60 |
| 150 | 60 | 60 |
| 180 | 60 | 60 |

- (α) Να εξηγήσετε γιατί ο τελικός όγκος H₂ που παράχθηκε είναι ο ίδιος και στα δύο πειράματα.
- (β) Να καταγράψετε τον όγκο H₂ που παράχθηκε στα 90 και 120 δευτερόλεπτα στο πείραμα 1.
- (γ) Να σχεδιάσετε την καμπύλη μεταβολής του όγκου του αερίου σε συνάρτηση με το χρόνο για το πείραμα (1) και πείραμα (2) στο τετραγωνισμένο χαρτί που σας δίνεται, χρησιμοποιώντας τους ίδιους βαθμολογημένους άξονες.
- (δ) Να δηλώσετε σε ποιο πείραμα η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη χωρίς να κάνετε υπολογισμούς. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
- (ε) Ο μαθητής διεξήγαγε και τρίτο πείραμα χρησιμοποιώντας 2,0 g σκόνης μαγνησίου και 50 mL HCl 0,12 M.
Η ταχύτητα της αντίδρασης αναμένεται να αυξηθεί, να μειωθεί ή να παραμείνει η ίδια; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

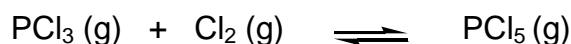
Ερώτηση 10 (6 μον.)

A. Σε κλειστό δοχείο αποκαθίσταται η πιο κάτω χημική ισορροπία:



Η σταθερά χημικής ισορροπίας, K_c, είναι 8X10⁻³ mol/L στους 200°C.

(α) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας, K, στους 200°C, για την αντίδραση:



(β) Να γράψετε ποια θα είναι η επίδραση στη σταθερά ισορροπίας, K_c, θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει η ίδια, αν:

- (i) αυξηθεί η πίεση, μειώνοντας τον όγκο του δοχείου.
(ii) αυξηθεί η θερμοκρασία.

B. Δίνεται η αντίδραση:



Σε κλειστό δοχείο 10 L εισάγεται 1,0 mol N₂O₄, στους 70°C. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας το δοχείο περιέχει 0,8 mol διοξειδίου του αζώτου, NO₂.
Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ισορροπίας, K_c, στους 70°C.

Ερώτηση 11 (5 μον.)

Σας δίνεται πυκνό διάλυμα αμμωνίας, NH₃, 35% κ.μ. και πυκνότητας 0,88 g/mL.

Να υπολογίσετε:

- (α) τη μοριακότητα του πυκνού διαλύματος, και
(β) τον όγκο πυκνού διαλύματος που χρειάζεται για την παρασκευή 4 L διαλύματος NH₃ 2M.

Ερώτηση 12 (11 μον.)

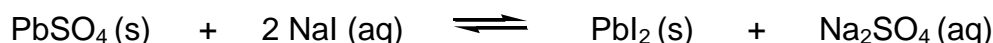
Σε 450 mL διαλύματος NH_3 , 0,5 M προστίθενται 50 mL διαλύματος HCl 1,0 M.

- (α) Να υπολογίσετε το pH του ρυθμιστικού διαλύματος που σχηματίζεται. ($K_{(\text{NH}_3)} = 1,8 \times 10^{-5}$)
- (β) Σε ένα λίτρο του πιο πάνω ρυθμιστικού διαλύματος προστίθενται 0,025 mol NaOH χωρίς να μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που προκύπτει.

ΜΕΡΟΣ Γ (35 μονάδες)

Ερώτηση 13 (10 μον.)

Προσθήκη στερεού θειικού μολύβδου(II), PbSO_4 , σε υδατικό διάλυμα ιωδιούχου νατρίου, NaI , οδηγεί στην αποκατάσταση της πιο κάτω χημικής ισορροπίας:



Για τον υπολογισμό της σταθεράς χημικής ισορροπίας της πιο πάνω αντίδρασης ακολουθήσαμε την εξής διαδικασία:

- Σε 50 mL διαλύματος ιωδιούχου νατρίου, NaI , συγκέντρωσης 0,1 M προσθέσαμε περίσσεια στερεού θειικού μολύβδου(II), PbSO_4 .
- Αφήσαμε το μίγμα σε σταθερή θερμοκρασία μέχρι να αποκατασταθεί ισορροπία.
- Στη συνέχεια ψύξαμε το μίγμα ώστε να σταθεροποιηθεί η θέση της ισορροπίας.
- Η ποσότητα NaI στο μίγμα ισορροπίας χρειάστηκε 31,0 mL νιτρικού αργύρου, AgNO_3 , συγκέντρωσης 0,1 M για να αντιδράσει πλήρως.

Η σταθερά χημικής ισορροπίας για την πιο πάνω αντίδραση είναι:

$$K_c = \frac{[\text{Na}_2\text{SO}_4]}{[\text{NaI}]^2}$$

- (α) Γιατί δεν είναι απαραίτητη η μάζα του PbSO_4 για τον υπολογισμό του K_c ;
- (β) Να γράψετε την εξίσωση της ιοντικής αντίδρασης μεταξύ του διαλύματος AgNO_3 και του διαλύματος NaI .
- (γ) Να χρησιμοποιήσετε τα πιο πάνω δεδομένα για να υπολογίσετε:
- (i) την ποσότητα σε mole, του NaI στο διάλυμα, σε κατάσταση ισορροπίας.
 - (ii) την ποσότητα σε mole, του Na_2SO_4 στο διάλυμα, σε κατάσταση ισορροπίας.
 - (iii) τη συγκέντρωση των NaI και Na_2SO_4 στο διάλυμα, σε κατάσταση ισορροπίας.
 - (iv) την τιμή της σταθεράς ισορροπίας.

Ερώτηση 14 (14 μον.)

Η σύνθεση των κραμάτων διαφοροποιείται ανάλογα με τη χρήση τους. Για την κατασκευή κλειδιών χρησιμοποιείται κράμα Cu-Zn-Pb. Για τον προσδιορισμό της εκατοστιαίας σύστασης του κράματος αυτού, χρησιμοποιήθηκαν 20 g κράματος τα οποία αντέδρασαν πλήρως με πυκνό διάλυμα νιτρικού οξέος, HNO_3 , σχηματίζοντας τα ιόντα Cu^{2+} , Zn^{2+} και Pb^{2+} . Το διάλυμα που σχηματίζεται αραιώνεται με απεσταγμένο νερό μέχρι όγκου ενός λίτρου οπότε σχηματίζεται το διάλυμα Α.

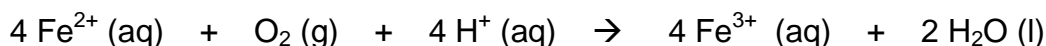
Σε 200 mL του διαλύματος Α προστίθεται περίσσεια διαλύματος NaOH , οπότε σχηματίζεται το ίζημα Β, μάζας 3,81 g.

Σε νέο δείγμα 200 mL του διαλύματος Α προστίθεται περίσσεια διαλύματος HCl σχηματίζοντας 0,134 g ιζήματος Γ.

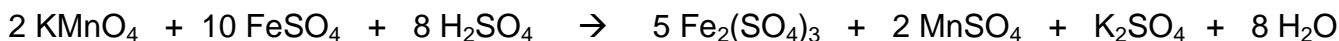
- (α) Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις όλων των αντιδράσεων που αναφέρονται πιο πάνω.
- (β) Ποια χημική ένωση είναι το ίζημα Β και ποια είναι το ίζημα Γ;
- (γ) Να υπολογίσετε την εκατοστιαία κατά μάζα σύσταση του κράματος σε Cu, Zn και Pb.

Ερώτηση 15 (11 μον.)

Όταν διάλυμα θειικού σιδήρου, FeSO_4 , εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα τα ιόντα σιδήρου Fe^{2+} οξειδώνονται προς Fe^{3+} , σύμφωνα με την αντίδραση:



Ένα λίτρο διαλύματος FeSO_4 0,2 M παρασκευάστηκε πριν 4 μήνες. Για τον προσδιορισμό της ακριβούς συγκέντρωσης των ιόντων Fe^{2+} στο διάλυμα, χρησιμοποιήθηκε όξινο διάλυμα KMnO_4 . Η χημική εξίσωση που πραγματοποιείται είναι η ακόλουθη:



Για την οξείδωση των ιόντων Fe^{2+} που βρίσκονται σε 25 mL διαλύματος FeSO_4 μετά τους 4 μήνες, απαιτήθηκαν 45 mL όξινου διαλύματος KMnO_4 0,02 M.

- (α) Να υπολογίσετε τη μοριακότητα του διαλύματος FeSO_4 μετά τους 4 μήνες.
- (β) Να υπολογίσετε τον όγκο οξυγόνου, O_2 , σε Κ.Σ., με τον οποίο αντέδρασαν τα ιόντα Fe^{2+} στο διάλυμα, κατά τη διάρκεια των 4 μηνών.
- (γ) Να υπολογίσετε τον όγκο NaOH 2 M που θα χρειαστεί για να αντιδράσει πλήρως με τα ιόντα Fe^{2+} και Fe^{3+} που βρίσκονται σε 100 mL του διαλύματος, μετά την πάροδο των τεσσάρων μηνών, σχηματίζοντας ίζημα $\text{Fe}(\text{OH})_2$ και $\text{Fe}(\text{OH})_3$ αντίστοιχα.

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ