



ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΧΗΜΕΙΑΣ 2010

ΓΙΑ ΤΗ Β' ΤΑΞΗ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΚΥΡΙΑΚΗ 21 ΜΑΡΤΙΟΥ 2010

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 δε 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 γράφετε καθαρά και ευανάγνωστα.
8. Απαγορεύεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
9. Πληροφορίες για τις ατομικές μάζες των στοιχείων και άλλα χρήσιμα δεδομένα δίνονται στη σελίδα 2.
10. Να θυμάστε ότι «ο καλός αγώνας αξίζει περισσότερο από τη νίκη».

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

Χρήσιμα δεδομένα

Ατομικές μάζες: H=1 C=12 N=14 O=16 Na=23 Al=27
P=31 Cl=35,5 Cu=63,5 Zn=65 As=75 Ag=108
Pb=207

Αριθμός Avogadro= $6,02 \cdot 10^{23}$

Γραμμομοριακός όγκος=22,4 L σε Κ.Σ. (STP)

Το εξεταστικό δοκίμιο αποτελείται από 7 σελίδες. Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα.

ΘΕΜΑ 1 (Μονάδες 7)

1. Να αντιστοιχίσετε τις ουσίες των οποίων ο χημικός τύπος δίνεται στη στήλη Α με μια πρόταση της στήλης Β:

Στήλη Α	Στήλη Β
1. NH ₃	α) Μεταξύ των μορίων της ασκούνται δυνάμεις διπόλου – διπόλου.
2. H ₂	β) Εμφανίζει το ψηλότερο σημείο ζέσεως.
3. HI	γ) Τα μόριά της δεν είναι δίπολα, διότι οι δεσμοί του μορίου της δεν είναι πολωμένοι.
4. KBr	δ) Μεταξύ των μορίων της αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου.

2. Να κατατάξετε τις πιο κάτω χημικές ουσίες κατά σειρά αύξησης του σημείου ζέσεως δικαιολογώντας την απάντησή σας:

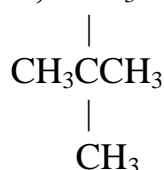
NH₃, H₂, AsH₃, PH₃.

3. Να δηλώσετε για την κάθε μία από τις πιο κάτω προτάσεις αν είναι ορθή ή λανθασμένη και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας μόνο στο ερώτημα α:

α) Οι δεσμοί υδρογόνου εμφανίζονται μεταξύ των μορίων όλων των υδρογονούχων ενώσεων.

β) Κατά τη θέρμανση ενός δοχείου που περιέχει H₂S διαλυμένο στο H₂O πρώτο θα εξατμιστεί το H₂O.

γ) Η ένωση πεντάνιο, CH₃CH₂CH₂CH₂CH₃, έχει μεγαλύτερο σημείο ζέσεως από την ένωση διμεθυλοπροπάνιο, CH₃



δ) Το μονοξείδιο του αζώτου, NO και το οξυγόνο, O₂, έχουν παραπλήσιο σημείο ζέσεως διότι έχουν παραπλήσιες μοριακές μάζες.

ΘΕΜΑ 2 (Μονάδες 8)

1. Η τεχνητή ζύμη (baking powder) χρησιμοποιείται ως μέσο διόγκωσης στη ζαχαροπλαστική (π.χ. για να γίνει αφράτο ένα κέικ). Αποτελείται από όξινο τρυγικό κάλιο ($\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{K}$) και σόδα (όξινο ανθρακικό νάτριο, NaHCO_3). Σύμφωνα με την πιο κάτω χημική εξίσωση παράγεται το αέριο CO_2 που προκαλεί τη διόγκωση, με τις πάρα πολλές φυσαλίδες που δημιουργεί:
- $$\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{K} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaC}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{K} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$$
- Αν υποθέσουμε ότι μια φυσαλίδα δημιουργείται από $3,01 \cdot 10^{16}$ μόρια CO_2 να υπολογίσετε πόσα γραμμάρια σόδας απαιτούνται για την παραγωγή μιας φυσαλίδας.
2. Ένα από τα οξείδια του αζώτου που ρυπαίνει τον ατμοσφαιρικό αέρα, βρέθηκε ότι έχει μοριακό τύπο της μορφής NO_x . Επίσης βρέθηκε ότι 1,23 L αυτού του οξειδίου, σε κανονικές συνθήκες, ζυγίζουν 2,526 g. Να βρείτε:
- Τον αριθμό των mol της πιο πάνω ποσότητας του οξειδίου.
 - Τη σχετική μοριακή του μάζα.
 - Το χημικό του τύπο.
3. 0,12 g μετάλλου M με αριθμό οξείδωσης +2, διαλύονται σε 20 mL υδατικού διαλύματος HCl 1M. Το διάλυμα που προκύπτει απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωσή του 50 mL υδατικού διαλύματος NaOH 0,2M. Να βρείτε τη σχετική ατομική μάζα του μετάλλου M.

ΘΕΜΑ 3 (Μονάδες 13)

1. Διαθέτουμε 10 mL υδατικού διαλύματος HCl με περιεκτικότητα 3,544 % κ.μ. (w/w) και πυκνότητα 1,03 g/mL (Διάλυμα Δ_1).
- Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_1 .
 - Σε 1 mL από το διάλυμα Δ_1 προσθέτουμε αποσταγμένο νερό μέχρι τελικό όγκο 1 L (Διάλυμα Δ_2). Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_2 .
 - Παίρνουμε άλλο 1 mL από το διάλυμα Δ_1 και προσθέτουμε σ' αυτό 1 mL ενός υδατικού διαλύματος HCl που έχει $\text{pH}=2$, οπότε προκύπτει ένα νέο διάλυμα Δ_3 . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_3 .
2. Να δηλώσετε για την κάθε μία από τις πιο κάτω προτάσεις αν είναι ορθή ή λανθασμένη και να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας:
- Τα υδατικά διαλύματα των ιοντικών ενώσεων είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες, ενώ τα υδατικά διαλύματα των ομοιοπολικών ενώσεων είναι ασθενείς ηλεκτρολύτες.
 - Ισομοριακά υδατικά διαλύματα H_2SO_4 και HNO_3 έχουν την ίδια τιμή pH.
 - Το ασθενές οξύ HA είναι ισχυρότερο από το ασθενές οξύ HB . Άρα κάθε υδατικό διάλυμα του HA έχει μικρότερη τιμή pH από κάθε υδατικό διάλυμα του HB που βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία.

ΘΕΜΑ 4 (Μονάδες 12)

1. Ένας μαθητής πειραματιζόμενος στο χημείο του σχολείου του, ανάμιξε όγκο V_A υδατικού διαλύματος A, NaOH 0,1M, με όγκο V_B υδατικού διαλύματος B, NaOH 0,3M. Στη συνέχεια έκανε τέσσερις προσπάθειες να εκτιμήσει τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος και κατάληξε στα πιο κάτω τέσσερα διαφορετικά αποτελέσματα:

0,05M, 0,1M, 0,15M και 0,4M.

α) Ποιο από τα παραπάνω αποτελέσματα είναι πιθανώς το ορθό;

β) Ποια από τις παρακάτω σχέσεις όγκων των διαλυμάτων A και B είναι σωστή και γιατί;

i) $V_A < V_B$, ii) $V_A = V_B$, iii) $V_A > V_B$

2. Ο πιο κάτω πίνακας περιλαμβάνει τη διαλυτότητα του νιτρικού καλίου (KNO_3) στο νερό (H_2O) σε διάφορες θερμοκρασίες:

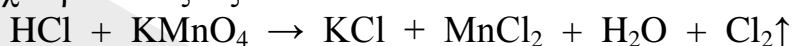
Διαλυτότητα (g/100g H_2O)	15	18	33	62	80
Θερμοκρασία ($^{\circ}C$)	0	10	20	40	50

α) Σε ένα ποτήρι ζέσεως περιέχονται 100 g H_2O , θερμοκρασίας 20 $^{\circ}C$. Διαλύουμε ποσότητα KNO_3 στο H_2O ώστε να προκύψει κορεσμένο διάλυμα με θερμοκρασία 20 $^{\circ}C$. Θερμαίνουμε αυτό το διάλυμα στους 40 $^{\circ}C$ (θεωρούμε ότι δεν εξατμίζεται καθόλου νερό). Πόσα γραμμάρια νιτρικού καλίου, KNO_3 , πρέπει να προσθέσουμε στο νέο διάλυμα, ώστε να είναι και πάλι κορεσμένο;

β) Δοχείο Δ_1 έχει θερμοκρασία 10 $^{\circ}C$ και περιέχει 590 g κορεσμένου διαλύματος KNO_3 . Δοχείο Δ_2 έχει θερμοκρασία 40 $^{\circ}C$ και περιέχει 810 g κορεσμένου διαλύματος KNO_3 . Δοχείο Δ_3 θερμοστατείται στους 20 $^{\circ}C$. Ρίχνουμε στο Δ_3 τα περιεχόμενα των Δ_1 και Δ_2 και περιμένουμε να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία του συστήματος στους 20 $^{\circ}C$. Να βρείτε τι διάλυμα περιέχει τελικά το Δ_3 : ένα ακόρεστο διάλυμα KNO_3 , ένα κορεσμένο διάλυμα KNO_3 ή ένα κορεσμένο διάλυμα με κρυστάλλους KNO_3 στον πυθμένα;

ΘΕΜΑ 5 (Μονάδες 8,5)

1. Δίνεται η χημική αντίδραση του διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος:



Τα ιόντα MnO_4^- έχουν ιώδες χρώμα, ενώ τα ιόντα Mn^{2+} είναι άχρωμα. Σε 100 mL υδατικού διαλύματος $KMnO_4$ 0,1M προσθέτουμε 150 mL υδατικού διαλύματος HCl 0,6M.

α) Να εξετάσετε αν η παραπάνω προσθήκη οδηγεί στον αποχρωματισμό του διαλύματος $KMnO_4$.

β) Να βρείτε τον όγκο του παραγόμενου αερίου σε κανονικές συνθήκες.

2. 0,2 mol μετάλλου M, οξειδώνονται πλήρως με πυκνό και θερμό διάλυμα H_2SO_4 10M, οπότε ελευθερώνονται 6,72 L αερίου μετρημένα σε Κ.Σ. (STP).
Να υπολογίσετε:
α) Τον αριθμό οξείδωσης του M στο θειικό άλας που σχηματίζεται.
β) Τον όγκο του διαλύματος H_2SO_4 που καταναλώθηκε.

ΘΕΜΑ 6 (Μονάδες 14,75)

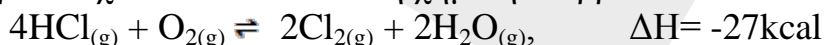
1. Δίνεται η πιο κάτω αμφίδρομη αντίδραση που αποδίδεται από τη θερμοχημική εξίσωση:



Να βρείτε, χωρίς να δικαιολογήσετε την απάντησή σας, πώς μεταβάλλονται η ταχύτητα και η απόδοση της αντίδρασης με τις πιο κάτω μεταβολές:

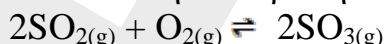
- α) Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία.
β) Όταν αυξηθεί η εξωτερική πίεση σε δοχείο μεταβλητού όγκου, χωρίς να μεταβληθεί πρακτικά η θερμοκρασία.
γ) Όταν αυξηθεί η συγκέντρωση του $\text{N}_{2(\text{g})}$.
δ) Όταν χρησιμοποιηθεί κατάλληλος καταλύτης.

2. Σε δοχείο με έμβολο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



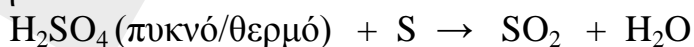
Να δηλώσετε, χωρίς να δικαιολογήσετε την απάντησή σας, προς ποια κατεύθυνση θα κινηθεί η χημική ισορροπία αν:

- α) Διπλασιαστεί ο όγκος του δοχείου.
β) Προσθεθούν υδρατμοί.
γ) Εισαχθεί καταλύτης.
δ) Προσθεθεί στερεό $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
3. Σε κενό δοχείο όγκου 10 L και σε θερμοκρασία θ °C, εισάγονται 0,6 mol SO_2 και 0,6 mol O_2 οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας η συγκέντρωση του $\text{SO}_{3(\text{g})}$ είναι 0,04M, ενώ η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

- α) Να υπολογίσετε:
- Τη σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας (δεν απαιτείται η αναγραφή των μονάδων της K_c).
 - Την απόδοση της αντίδρασης.
- β) Η αρχική ποσότητα του $\text{SO}_{2(\text{g})}$ (0,6 mol) προέκυψε από την αντίδραση στερεού θείου με πυκνό και θερμό υδατικό διάλυμα θειικού οξέος, σύμφωνα με την αντίδραση:



- Να διορθώσετε την πιο πάνω οξειδοαναγωγική αντίδραση.
- Να υπολογίσετε τον αριθμό των mol θείου που απαιτούνται για την παραγωγή των 0,6 mol SO_2 .

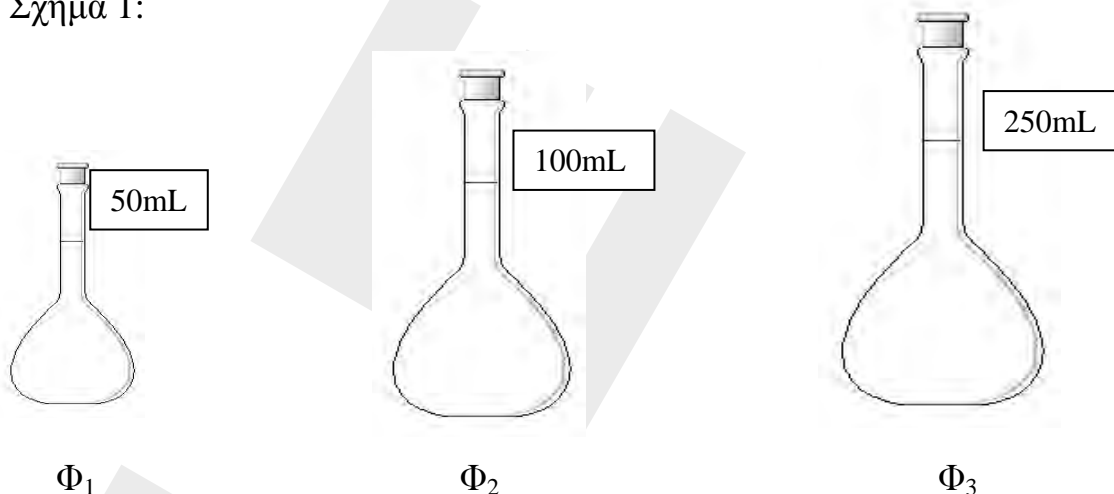
ΘΕΜΑ 7 (Μονάδες 10,25)

1. Ο νιτρικός άργυρος, AgNO_3 , είναι ένα πολύ ακριβό και χρήσιμο αντιδραστήριο για την ποσοτική ανάλυση. Για τη διεξαγωγή μιας συγκεκριμένης ανάλυσης, μια μαθήτρια χρειαζόταν 100 mL υδατικού διαλύματος AgNO_3 0,07M. Στο εργαστήριο όμως είχε στη διάθεσή της 60 mL διαλύματος AgNO_3 0,05M, στερεό AgNO_3 και H_2O μόνο. Αντί λοιπόν να παρασκευάσει από την αρχή το διάλυμα που χρειαζόταν, αποφάσισε να κάνει τα εξής:
- Με ένα σιφόνιο μετέφερε 50 mL από το διαθέσιμο διάλυμα σε μια ογκομετρική φιάλη των 100 mL.
 - Πρόσθεσε την απαιτούμενη ποσότητα στερεού AgNO_3 .
 - Αραίωσε το διάλυμα που προέκυψε με αποσταγμένο νερό, σε τελικό όγκο 100 mL.

Να υπολογίσετε τη μάζα του στερεού AgNO_3 που πρόσθεσε η μαθήτρια για να φτιάξει το διάλυμα που χρειαζόταν.

2. Μια ομάδα μαθητών ανέλαβε να παρασκευάσει στο εργαστήριο ένα διάλυμα της ουσίας Α με περιεκτικότητα 1% κ.ο. (w/v). Στη διάθεσή τους είχαν μόνο τρεις ογκομετρικές φιάλες Φ_1 , Φ_2 και Φ_3 (όπως φαίνεται στο σχήμα 1) και προζυγισμένα 5g της ουσίας Α (στο εργαστήριο δεν υπήρχε ζυγαριά). Γνώριζαν επίσης ότι, στη θερμοκρασία διεξαγωγής του πειράματος, η μέγιστη ποσότητα της ουσίας Α που μπορεί να διαλυθεί σε 100 mL διαλύματος ήταν 7 g. Στην πρώτη φιάλη που χρησιμοποίησαν διέλυσαν την ουσία Α.

Σχήμα 1:



Πιο κάτω δίνονται τρεις συνδυασμοί που δείχνουν τη σειρά με την οποία οι μαθητές χρησιμοποίησαν τις φιάλες:

- Φ_2, Φ_1, Φ_3
- $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_1, \Phi_3$
- Φ_3, Φ_1, Φ_2

Με ποιο/ους συνδυασμό/ούς κατάφεραν οι μαθητές να παρασκευάσουν το απαιτούμενο διάλυμα; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

ΘΕΜΑ 8 (Μονάδες 26,5)

1. Δίνεται μίγμα, Α, που περιέχει υδατικά διαλύματα των πιο κάτω αλάτων:

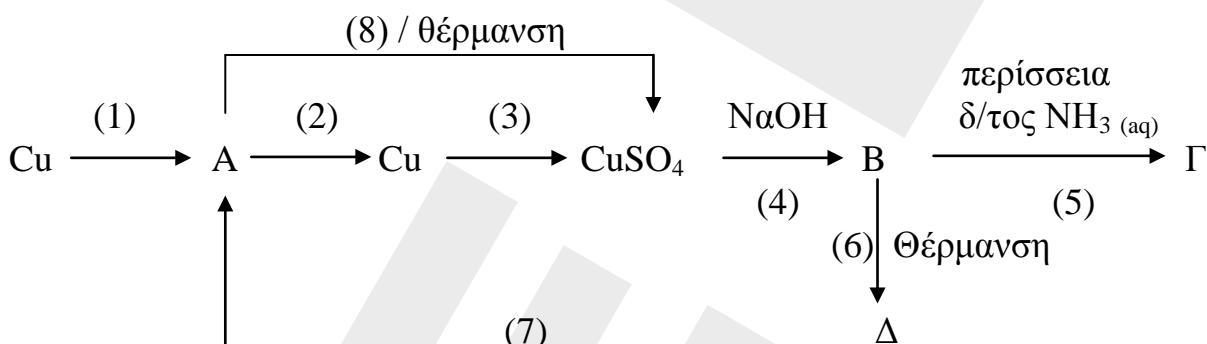


- Σε 100 mL του μίγματος Α επιδρούμε περίσσεια υδατικού διαλύματος HCl, οπότε καταβυθίζονται 5,56 g ιζήματος.
- Σε άλλα 200 mL του μίγματος Α προσθέτουμε αρχικά κατά σταγόνες και στη συνέχεια περίσσεια υδατικού διαλύματος $\text{NH}_3(\text{aq})$ οπότε καταβυθίζονται 11,98 g ιζήματος.
- Σε άλλα 500 mL του μίγματος Α προσθέτουμε αρχικά κατά σταγόνες και στη συνέχεια περίσσεια υδατικού διαλύματος NaOH, οπότε καταβυθίζονται 12,1875 g ιζήματος.

α) Να γράψετε όλες τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται.

β) Να υπολογίσετε τη μοριακότητα των υδατικών διαλυμάτων των αλάτων που περιέχονται στο μίγμα Α.

2. Δίνεται το πιο κάτω διάγραμμα:



Δίνονται επίσης οι πιο κάτω πληροφορίες:

- Κατά τη μετατροπή (1) παράγεται καστανόχρωμο αέριο.
- Όταν το αντιδραστήριο (2) αντιδράσει με υδατικό διάλυμα NaOH παράγεται άχρωμο αέριο που καίγεται εκρηκτικά αν πλησιάσουμε αναμμένο σπίρτο.
- Κατά τη διαδικασία (6) αποβάλλεται H_2O .

α) Να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ.

β) Να γράψετε τα αντιδραστήρια και τις συνθήκες που θα σας επιτρέψουν να κάνετε τις μετατροπές 1, 3 και 8 (τα αντιδραστήρια μπορεί να είναι ίδια ή και διαφορετικά).

γ) Να γράψετε δύο πιθανές ουσίες που θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε για τη μετατροπή 2.

δ) Να γράψετε τις παρατηρήσεις που αναμένετε να κάνετε κατά τις μετατροπές 3, 4 και 5.

ε) Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις για τις μετατροπές 1, 3 και 7.

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ