ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΚΕΝΤΡΑ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Β' ΑΘΗΝΑΣ

Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών 2014
Τοπικός διαγωνισμός στη Χημεία 07-12-2013

	Ονοματεπώνυμο μαθητών	**Σχολείο**
α.		
β.		
γ.		

Το σενάριο

Δυο μαθητές βγαίνοντας διάλειμμα μετά από το μάθημα της χημείας συζητούσαν για το πώς μπορεί να αξιοποιηθεί η χημική ενέργεια. Σε κάποιο σημείο της συζήτησης τους διαφώνησαν για ένα θέμα. Ο ένα υποστήριζε ότι μπορούν να βράσουν ένα αυγό εκμεταλλευόμενοι τη θερμότητα η οποία εκλύεται από μια εξώθερμη αντίδραση και ο άλλος υποστήριζε ότι αυτό δεν είναι δυνατόν. Για να λύσουν την διαφορά τους επισκέφτηκαν αρχικά τη βιβλιοθήκη του σχολείου όπου βρήκαν την πληροφορία ότι ένα μέτριο σε μέγεθος αυγό για να βράσει πρέπει να μείνει 3 λεπτά στους 70 ^{o}C. Στη συνέχεια ζήτησαν άδεια να επισκεφτούν το σχολικό εργαστήριο για να κάνουν τους κατάλληλες μετρήσεις και υπολογισμούς. Σαν πιο εύκολη εξώθερμη αντίδραση τους ήλθε στο μυαλό να μετρήσουν την ενθαλπία εξουδετέρωσης. Στη συνέχεια να υπολογίσουν πόσο ισχυρό οξύ και πόση ισχυρή βάση θα χρειαστούν για να βράσουν ένα μέτριο αυγό.

Ζήτησαν από τον καθηγητή τους να τους δώσει ένα οξύ. Θέλοντας να τους βάλλει και αυτός έναν προβληματισμό τους έδωσε μια φιάλη η οποία έγραφε μόνο «ισχυρό οξύ 1Μ». Τους είπε λοιπόν ότι το οξύ που τους έδωσε ήταν πυκνό και έπρεπε να το αραιώσουν και επίσης ότι αυτοί πρέπει να βρουν ποιο είναι το οξύ δίνοντας τους μόνο την πληροφορία ότι είναι μονοβασικό αναγωγικό οξύ. Ψάχνοντας πάλι στη βιβλιοθήκη έμαθαν ότι μονοβασικά αναγωγικά οξέα είναι μόνο τα υδραλογονικά. Έτσι είχαν κάνει το πρώτο βήμα.

Μήπως μπορείτε εσείς να βοηθήσετε τους δυο μαθητές στους υπολογισμούς τους και στην προσπάθειά τους να λύσουν τη διαφορά τους.

Προσπάθεια 1^{η}

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΟΞΕΟΣ ΗΑ

Απαιτούμενα όργανα	**Απαιτούμενα αντιδραστήρια**
Ογκομετρικός κύλινδρος 100 mL	Διάλυμα οξέος ΗΑ 1 Μ
Ογκομετρική φιάλη 100 mL	Απιοντισμένο νερό
Υδροβολέας	
Χωνί διήθησης	

Να εξηγήσετε τι ακριβώς θα κάνετε – υπολογισμοί και διαδικασία – για να παρασκευάσετε 100 mL διαλύματος οξέος ΗΑ 0,8 Μ από το διάλυμα του οξέος ΗΑ 1 Μ που διατίθεται. Στη συνέχεια να παρασκευάσετε το διάλυμα αυτό.

Μετά το τέλος της διαδικασίας να δείξετε τη ογκομετρική φιάλη στον επιβλέποντα καθηγητή.

Οι δύο μαθητές γνώριζαν ότι οι χημικές αντιδράσεις συνήθως συνοδεύονται από ενεργειακές μεταβολές.
Ενέργεια απαιτείται για τη διάσπαση δεσμών, ενώ ενέργεια ελευθερώνεται κατά το σχηματισμό δεσμών από ελεύθερα άτομα. Η ενεργειακή διαφορά καθορίζει αν η αντίδραση είναι ενθόθερμη ή εξώθερμη. Όταν τα προϊόντα έχουν μικρότερο ενεργειακό περιεχόμενο (ενθαλπία) από τα αντιδρώντα, τότε ενέργεια ελευθερώνεται και η θερμοκρασία του μέσου που γίνεται η αντίδραση (συνήθως το νερό ή γενικότερα το περιβάλλον) αυξάνεται. Τότε $\Delta H < 0$ και η αντίδραση είναι εξώθερμη.
Η μέτρηση της θερμότητας μιας αντίδρασης επιτυγχάνεται με το θερμιδόμετρο.
Το θερμιδόμετρο είναι όργανα υψηλής ακρίβειας. Αν δεν έχουμε μεγάλες απαιτήσεις μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σαν θερμιδόμετρο ποτήρι από διογκωμένο πολυστυρένιο (φελιζόλ).
Ο υπολογισμός της θερμότητας αντίδρασης γίνεται με βάση τη σχέση: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
Όπου, m *: η μάζα της ουσίας (π.χ. νερό), εκφρασμένη συνήθως σε gr*
c *: η ειδική θερμοχωρητικότητα της ουσίας (π.χ. νερό) εκφρασμένη συνήθως σε* $J \cdot g^{-1} \cdot grad^{-1}$ *ή* $cal \cdot g^{-1} \cdot grad^{-1}$.
ΔT *: η μεταβολή της θερμοκρασίας σε °C ή K.*

Προσπάθεια 2η

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ

Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
Ογκομετρικός κύλινδρος 100 mL	Διάλυμα οξέος ΗΑ 0,8 Μ
Ποτήρι από πολυστυρένιο (το θερμιδόμετρο)	Διάλυμα βάσης NaOH 1 Μ
2 Ογκομετρικοί κύλινδροι 100 mL	
Ποτήρι ζέσεως 250 mL	

1. Υπολογίστε τον όγκο του διαλύματος του NaOH 1Μ το οποίο πρέπει να προσθέσετε σε 50 mL του οξέος ΗΑ για να εξουδετερωθεί πλήρως.

2. Κάντε την πειραματική διαδικασία η οποία απαιτείται, υπολογίστε τη θερμότητα η οποία θα εκλυθεί και την ενθαλπία εξουδετέρωσης του οξέος από την βάση, στις συνθήκες του πειράματος. *(Συμπληρώστε τα πειραματικά δεδομένα στον πίνακα)*

$m_{δ.HA}$ g	$m_{δ.NaOH}$ g	$m_{ολική}$ g	$T_{αρχική}$ °C	$T_{τελική}$ °C	$ΔT$ °C	Q kcal	$ΔH_{εξουδ.}$ kcal/mol

Δεδομένα
> Το ποτήρι ζέσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση του θερμιδόμετρου.
> Το θερμιδόμετρο θεωρείται ότι έχει μηδενική θερμοχωρητικότητα.
> Η πυκνότητα των αραιών υδατικών διαλυμάτων είναι ρ=1g/mL
> Θεωρούμε ότι όλα τα αρχικά διαλύματα έχουν αποκτήσει την θερμοκρασία δωματίου.
> Η θερμοχωρητικότητα των διαλυμάτων αυτών c=1cal/g ^oC.

Ερωτήσεις

1. Να γράψετε την θερμοχημική εξίσωση η οποία λαμβάνει χώρα κατά την παραπάνω διαδικασία.

2. Με την βοήθεια της αρχικής θερμοκρασίας που μετρήσατε στο πείραμα, υπολογίστε τα mol του καυστικου νατρίου (NaOH) που απαιτούνται να εξουδετερωθούν για να μπορέσουν να θερμάνουν 100 g νερό για το βράσιμο ενός μέτριου αυγού.

3. Πού μπορεί να οφείλονται τα τυχόν λάθη στον πειραματικό υπολογισμό της ενθαλπίας εξουδετέρωσης με την πειραματική διάταξη που χρησιμοποιήθηκε;

4. Για ποιο λόγο νομίζετε ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ποτήρια από το συγκεκριμένο υλικό ως θερμιδόμετρα;

Συζητώντας οι δύο μαθητές, θυμήθηκαν ότι τα ιόντα των αλογόνων σχηματίζουν ιζήματα χαρακτηριστικού χρώματος το καθένα με τα ιόντα αργύρου. Έτσι πειραματιζόμενοι με τα διαλύματα NaCl, KBr, KI και $AgNO_3$ μπορούσαν να ανιχνεύσουν το άλας από την εξουδετέρωση και στη συνέχεια διαπιστώσουν πιο ήταν το οξύ που τους έδωσε ο καθηγητής τους.

Προσπάθεια 3η

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΞΕΟΣ ΗΑ

Απαιτούμενα όργανα	**Απαιτούμενα αντιδραστήρια**
Στήριγμα με 4 δοκιμαστικούς σωλήνες	Διάλυμα άλατος NaCl
	Διάλυμα άλατος KBr
	Διάλυμα άλατος KI
	Διάλυμα άλατος $AgNO_3$

1. Καταγράψτε τα χρώματα των ιζημάτων τα οποία σχηματίζονται από τις αντιδράσεις των διαλυμάτων NaCl, KBr και KI με τη προσθήκη 2-3 σταγόνων διαλύματος άλατος $AgNO_3$.

Προσοχή! Για την καταγραφή των χρωμάτων αρκεί να προσθέσετε 20 σταγόνες από καθένα διάλυμα των αλογονούχων αλάτων.

2. Γράψτε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων οι οποίες λαμβάνουν χώρα.

Δοκιμαστικός σωλήνας	**Παρατηρήσεις**	**Χημική εξίσωση**
1		
2		
3		

3. Προσδιορίσετε τον χημικό τύπο του αρχικού οξέος ΗΑ και του άλατος που προέκυψε από την εξουδετέρωση του.

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (Για τον βαθμολογητή)

ΠΡΩΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ (15μόρια)	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
Υπολογισμοί (**10μόρια**)	
Περιγραφή διαδικασίας (**5μόρια**)	
ΔΕΥΤΕΡΟ ΠΕΙΡΑΜΑ (40μόρια)	
Υπολογισμός όγκου ΝαΟΗ (**10μόρια**)	
Υπολογισμός ΔΗ (**10μόρια**) Σφάλμα υπολογισμού: ± 1 (10μόρια) ± 1,5 (8μόρια) ± 2 (6μόρια) ± 2,5 (4μόρια)	
Ερώτηση 1η (**5μόρια**)	
Ερώτηση 2η (**5μόρια**)	
Ερώτηση 3η (**5μόρια**)	
Ερώτηση 4η (**5μόρια**)	
ΤΡΙΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ (15μόρια)	
Παρατήρηση χρώματος ιζήματος (**1Χ3μόρια**)	
Γραφή χημικών εξισώσεων (**2Χ3μόρια**)	
Αποτέλεσμα ανίχνευσης (**6μόρια**)	
ΣΥΝΟΛΟ 1ο	/ 70

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (Για τον επιτηρητή)

ΠΡΩΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ (12μόρια)	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
Ορθή ένδειξη όγκου 80mL δ/τος ΗΑ (**3μόρια**)	
Πλήρωση φιάλης με χωνί (**2μόρια**)	
Προσθήκη νερού στον ογκ. κύλινδρο για παρασκευή 100mL δ/τος (**-2μόρια**)	
Ορθή πλήρωση φιάλης (**7μόρια**)	
Άδειασμα δ/τος από ογκομετρική φιάλη λόγω λανθασμένης πλήρωσης αυτής (**-2μόρια**)	
ΔΕΥΤΕΡΟ ΠΕΙΡΑΜΑ (12μόρια)	
Μέτρηση αρχικής θερμοκρασίας (**6μόρια**)	
Σφάλμα κατά την επαφή του θερμομέτρου στον πάτο του θερμιδομέτρου (-2**μόρια**)	
Ανακίνηση του θερμιδομέτρου (με το χέρι) κατά την εξουδετέρωση (**3μόρια**)	
Μέτρηση τελικής θερμοκρασίας (**3μόρια**)	
ΤΡΙΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ (6 μόρια)	
Σωστή πειραματική διαδικασία (**6μόρια**)	
Μη χρήση σταγόνων αλλά μεγάλων ποσοτήτων (**-2μόρια**)	
Αντικανονικές ενέργειες π.χ. επαφή ουσιών με γυμνά χέρια, χρησιμοποίηση νερού βρύσης κλπ. (**-2μόρια**)	
ΣΥΝΟΛΟ 2ο	/ 30

ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ: