

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΩΣΜΩΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

1. Αναμιγνύουμε ίσους όγκους δυο μοριακών διαλυμάτων. Εξ αυτών το 1^ο έχει ωσμωτική πίεση 15,5atm σε 37°C, ενώ το 2^ο έχει ωσμωτική πίεση 17atm σε 67°C. Να υπολογιστεί η ωσμωτική πίεση του δ/τος που σχηματίζεται από την παραπάνω ανάμιξη, αν το δ/μα που σχηματίζεται κατ' αυτό τον τρόπο, έχει θερμοκρασία 47°C.
(απ.: 16atm)
2. Υδατικό δ/μα γλυκόζης (C₆H₁₂O₆), παρουσιάζει σε 27°C, ωσμωτική πίεση 12,3atm. Ένα υδατικό δ/μα ουρίας (NH₂CONH₂), είναι σε 27°C ισοτονικό προς το δ/μα της γλυκόζης. Να υπολογιστεί η %w/v περιεκτικότητα του δ/τος της ουρίας.
Τι τιμή θα έχει η ωσμωτική πίεση του δ/τος που θα σχηματιστεί αν αναμείξουμε τα δυο παραπάνω διαλύματα, με αναλογία όγκων: α) 1:2 και β) τυχαία.
(απ.: 3%w/v - 12,3atm)
3. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε υδατικό δ/μα γλυκόζης 0,5M με υδατικό δ/μα ζάχαρης 3M, ώστε το δ/μα που θα σχηματιστεί τελικά, να έχει ωσμωτική πίεση 24,6atm. Να θεωρηθεί ότι η θερμοκρασία είναι κοινή και σταθερή στους 27°C, για όλα τα διαλύματα. Οι σχετικές μοριακές μάζες γλυκόζης και ζάχαρης, να θεωρηθούν ότι είναι γνωστές.
(απ.: 4:1)
4. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε δυο υδατικά μοριακά διαλύματα, μη πτητικών ουσιών, που έχουν ωσμωτικές πιέσεις 12atm και 60/7atm σε θερμοκρασίες αντίστοιχα 7°C και 27°C, ώστε το τελικό δ/μα να έχει ωσμωτική πίεση 10,556atm σε 11,2°C.
(απ.: 3:2)
5. Να εξεταστεί ποιο από τα παρακάτω υδατικά δ/ματα, παρουσιάζει μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση.

$\theta^{\circ}\text{C}$ VL δ/τος n mol ζάχαρης	$\theta^{\circ}\text{C}$ 2VL δ/τος 2n mol ζάχαρης	$\theta^{\circ}\text{C}$ VL δ/τος n/2 mol NaCl
---	---	--
6. Υδατικό δ/μα γλυκόζης ($M_r=180$), περιεκτικότητας 9%w/v, διαχωρίζεται με ημιπερατή μεμβράνη, από μοριακό δ/μα μη πτητικής ουσίας A [$M_{r(A)}=120$], περιεκτικότητας 9%w/v και ίσου όγκου με αυτόν του δ/τος της γλυκόζης.
Αν τα δυο διαλύματα έχουν διαρκώς κοινή θερμοκρασία, ναδειχθεί ότι θα έχουμε ωσμωση. Να υπολογιστεί ακόμη η τελική %w/v περιεκτικότητα των δυο διαλυμάτων, όπως θα διαμορφωθεί αυτή εξ αιτίας του φαινομένου της ωσμωσης.
(απ.: 11,25%w/v - 7,5%w/v)
7. Σε ειδικό δοχείο που είναι χωρισμένο με ημιπερατή μεμβράνη σε δυο χώρους, φέρονται στον 1^ο χώρο, 750mL ενός υδατικού δ/τος ουρίας 0,8M και στο 2^ο χώρο, 800mL ενός υδατικού δ/τος γλυκόζης ($M_r=180$), περιεκτικότητας 13,5%w/v. Η θερμοκρασία των δυο διαλυμάτων είναι κοινή και διατηρείται σταθερή. Να υπολογιστεί η τελική συγκέντρωση κάθε δ/τος, στο χώρο που βρίσκεται. Να θεωρηθεί ότι η πλαστικότητα των τοιχωμάτων του δοχείου, επιτρέπει ώστε η στάθμη των δύο διαλυμάτων και στους δυο χώρους να είναι διαρκώς ίδια.
(απ.: 0,774M)
8. Έστω ότι έχουμε τα ισοτονικά υδατικά διαλύματα α' και β', στην ίδια θερμοκρασία. Το α' δ/μα περιέχει ζάχαρη και γλυκόζη, ενώ το β' δ/μα περιέχει μόνο γλυκόζη. Ναδειχθεί ότι το δ/μα γ' που θα σχηματιστεί από ανάμιξη ίσων όγκων των διαλυμάτων α' και β', χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας τους, είναι ισοτονικό προς τα α' και β'.

Αν στο δ/μα γ', η αναλογία μοι ζάχαρης – γλυκόζης είναι 1:5, να βρεθεί η αντίστοιχη αναλογία μοι ζάχαρης – γλυκόζης στο α' δ/μα.

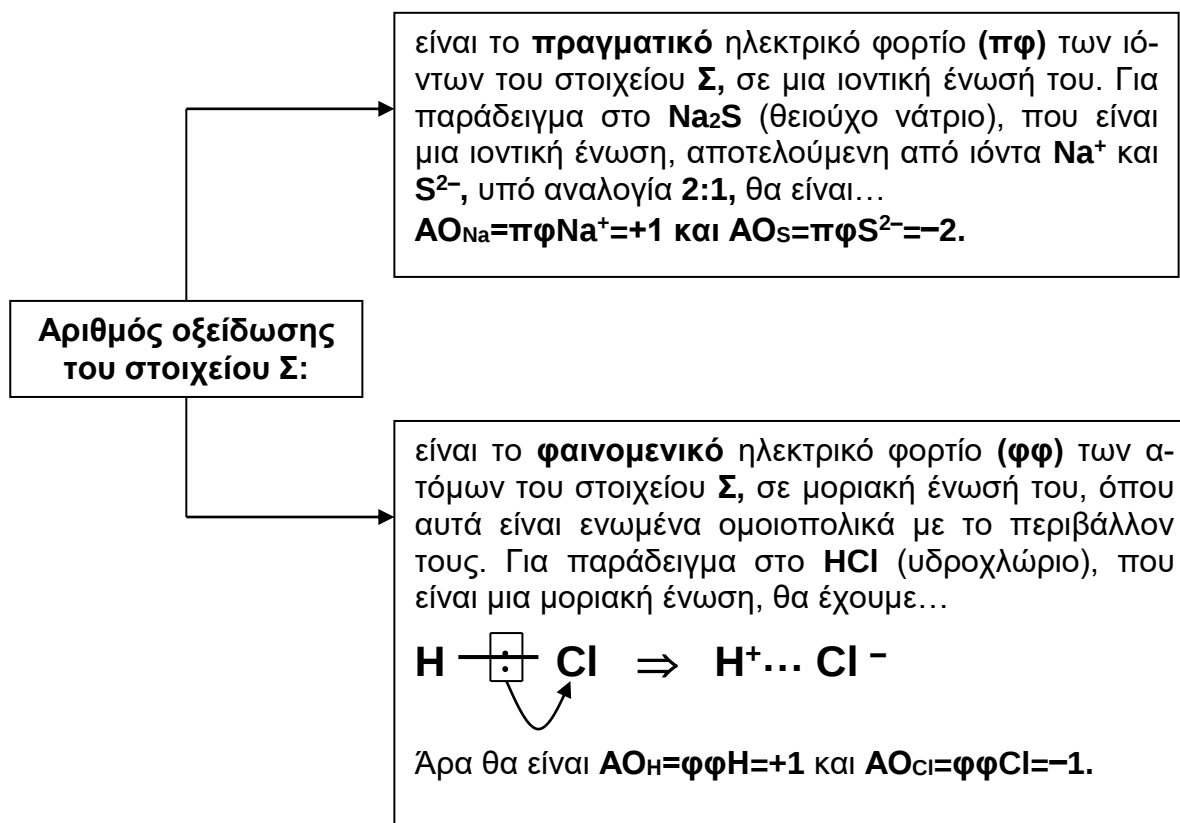
(απ.: 1:2)

ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Στους **σύγχρονους** ορισμούς που αναφέρονται στις έννοιες **οξείδωσης** και **αναγωγής**, πρωταγωνιστεί η έννοια του **αριθμού οξείδωσης** στοιχείου (**ΑΟ**).

Ο ΑΟ ενός στοιχείου παριστάνει γενικά **ηλεκτρικό φορτίο**, το οποίο μπορεί να είναι **πραγματικό** ή **φαινομενικό**. Πιο συγκεκριμένα μπορούμε να πούμε ότι ισχύει το παρακάτω διάγραμμα.



Να σημειωθεί ότι το φαινομενικό ηλεκτρικό φορτίο των ατόμων του στοιχείου Σ, που είναι ενωμένα ομοιοπολικά με το περιβάλλον τους, προκύπτει όταν θεωρήσουμε ότι τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων μέσω των οποίων συνδέονται αυτά με τα γειτονικά τους άτομα, **αποδίδονται πλήρως** στην κατοχή του **ηλεκτραρνητικότερου** σε κάθε περίπτωση ατόμου.

Έτσι στο παράδειγμα του μορίου του **HCl** που δόθηκε παραπάνω, αν θεωρήσουμε ότι το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων που “δένει” το άτομο υδρογόνου με το άτομο χλωρίου, αποδίδεται πλήρως στο άτομο χλωρίου, επειδή αυτό είναι ηλεκτραρνητικότερο του ατόμου του υδρογόνου, η ένωση από μοριακή εμφανίζεται ως ιοντική, αποτελούμενη από ιόντα **H⁺** και **Cl⁻**. Τα φορτία αυτών των ιόντων χαρακτηρίζονται ως **φαινομενικά**, και αποτελούν τον ΑΟ των δυο στοιχείων στην ένωσή τους.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι για να προσδιορίζεται ο ΑΟ ενός στοιχείου σε μια ένωσή του, θα πρέπει να είναι γνωστός ο συντακτικός τύπος αυτής της ένωσης καθώς και η σειρά ηλεκτραρνητικότητας όλων των στοιχείων. Επειδή κάτι τέτοιο δεν είναι πάντα δυνατό, έχει διαμορφωθεί ένα σύνολο κανόνων, με τη βοήθεια των οποίων υπολογίζουμε τους ΑΟ των διαφόρων στοιχείων, γρήγορα και πρακτικά, κυρίως στην περίπτωση των ενώσεων της ανόργανης χημείας.

➤ ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΟ

1. Όλα τα στοιχεία σε **ελεύθερη κατάσταση** έχουν **ΑΟ=0**. Όταν λέμε ότι ένα στοιχείο είναι σε ελεύθερη κατάσταση, εννοούμε ότι τα άτομά του **δεν** έχουν ενωθεί με άτομα άλλου στοιχείου, δηλαδή δεν έχασαν ηλεκτρόνια από ξένα άτομα, ούτε πήραν ηλεκτρόνια από ξένα άτομα, άρα **δεν έγιναν κατιόντα ή ανιόντα** αντίστοιχα και ακόμη **δεν διαμοιράστηκαν τα εξωτερικά ηλεκτρόνιά τους** με ξένα άτομα.
2. Το **φθόριο** στις ενώσεις του έχει πάντα **ΑΟ=-1**.
3. Το **υδρογόνο** στις ενώσεις του έχει πάντα **ΑΟ=+1**.
 - Εξαιρούνται οι περιπτώσεις κάποιων ενώσεων όπου το υδρογόνο με τη μορφή του **ανιόντος** του, **H⁻ (υδρίδιο)**, είναι ιοντικά ενωμένο με κάποιο από τα πολύ δραστήκια μέταλλα (υδρίδια των μετάλλων), όπως π.χ. στο **NaH** (υδρίδιο του νατρίου), όπου το υδρογόνο έχει **ΑΟ=-1**.
4. Το **οξυγόνο** στις ενώσεις του έχει πάντα **ΑΟ=-2**.
 - Εξαιρούνται τα **υπεροξειδία** στα οποία το οξυγόνο έχει **ΑΟ=-1**, λόγω της ύπαρξης σ' αυτά της **υπεροξειδικής γέφυρας (-O-O-)**. Έτσι στο **H₂O₂** (υπεροξειδίο του υδρογόνου), που έχει συντακτικό τύπο **H-O-O-H**, θα προκύπτει για κάθε ένα από τα δυο άτομα οξυγόνου, **φφ=-1**, οπότε για το οξυγόνο θα είναι **ΑΟ=-1**.
 - Εξαιρείται ακόμη η περίπτωση του **F₂O** (οξειδίου του φθορίου), με συντακτικό τύπο **F-O-F**, όπου με δεδομένο ότι το φθόριο είναι το ηλεκτραρνητικότερο όλων των στοιχείων, προκύπτει για κάθε ένα από τα δυο άτομα οξυγόνου **φφ=+2**, άρα στην περίπτωση αυτή για το οξυγόνο είναι **ΑΟ=+2**.
5. Τα **μέταλλα** περιέχονται συνήθως στις ενώσεις τους, ως κατιόντα και άρα έχουν **θετικό ΑΟ**. Για τους ΑΟ των συνηθέστερων μετάλλων ισχύει ο παρακάτω πίνακας.

ΑΟ=+1	ΑΟ=+2		ΑΟ=+3
Na⁺	Mg²⁺	Hg²⁺	Al³⁺
K⁺	Ca²⁺	Fe²⁺	Fe³⁺
Ag⁺	Ba²⁺	Pb²⁺	Cr³⁺
(Cu⁺) *	Zn²⁺	Sn²⁺	
(Hg⁺) *	Cu²⁺	Mn²⁺	

* Συνήθως ο χαλκός και ο υδράργυρος εμφανίζονται στις ενώσεις τους με **ΑΟ=+2** και γι' αυτό τα συγκεκριμένα ιόντα γράφηκαν εντός παρένθεσης.

6. Τα **αμέταλλα** στις **δυναμικές** ενώσεις τους (ενώσεις αποτελούμενες από δυο στοιχεία), με μέταλλα, εμφανίζονται ως **μονοατομικά ανιόντα** με **αρνητικό ΑΟ**. Τα ιόντα αυτά ονομάζονται με την προσθήκη της κατάληξης **“-ούχο”**, στο όνομα του αμέταλλου στοιχείου, π.χ. το ιόν **Cl⁻** ονομάζεται **χλωριούχο** ιόν. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα ιόντα αυτά και οι ΑΟ αυτών.

ΑΟ=-1	ΑΟ=-2
F⁻	O²⁻
Cl⁻	S²⁻
Br⁻	
I⁻	

7. Στην περίπτωση κατά την οποία **δύο αμέταλλα** στοιχεία είναι ενωμένα μεταξύ τους, το πλέον ηλεκτραρνητικό από αυτά έχει **αρνητικό ΑΟ** και το άλλο έχει **θετικό ΑΟ**. Έτσι στο μόριο του υδροχλωρίου, για το οποίο έγινε λόγος παραπάνω, είναι **A-O_H=+1** και **ΑΟ_{Cl}=-1**.
8. Το **αλγεβρικό άθροισμα** των **ΑΟ** όλων των στοιχείων που περιέχονται σε μια ένωση, ισούται με **μηδέν**. Δηλαδή είναι...

$$\Sigma_{\text{ΑΟ}} \text{ένωσης} = 0$$

Για παράδειγμα στο **HNO₃** (νιτρικό οξύ) θα είναι...

$$\text{ΑΟ}_\text{H} + \text{ΑΟ}_\text{N} + 3 \cdot \text{ΑΟ}_\text{O} = 0 \Rightarrow 1 + \text{ΑΟ}_\text{N} + 3 \cdot (-2) = 0 \Rightarrow \text{ΑΟ}_\text{N} = 5.$$

9. Το **αλγεβρικό άθροισμα** των **ΑΟ** όλων των στοιχείων που περιέχονται σε ένα πολυατομικό ιόν, ισούται με το φορτίο του ιόντος. Δηλαδή είναι...

$$\Sigma_{\text{ΑΟ}} \text{ιόντος} = \text{φορτίο ιόντος}$$

Για παράδειγμα στο **SO₄²⁻** (θειικό ιόν) θα είναι...

$$\text{ΑΟ}_\text{S} + 4 \cdot \text{ΑΟ}_\text{O} = -2 \Rightarrow \text{ΑΟ}_\text{S} + 4 \cdot (-2) = -2 \Rightarrow \text{ΑΟ}_\text{S} = 6.$$

Για τη σωστή αναγραφή των χημικών εξισώσεων των διαφόρων αντιδράσεων, είναι απαραίτητο να γράφονται σωστά οι χημικοί τύποι των ουσιών που συμμετέχουν σ' αυτές. Πρέπει λοιπόν να μελετηθεί το περιεχόμενο των δυο παραπάνω πινάκων, αλλά και του πίνακα που ακολουθεί, στον οποίο δίνονται τα πιο συνηθισμένα πολυατομικά ιόντα.

ΑΟ=+1	ΑΟ=-1	ΑΟ=-2	ΑΟ=-3
NH₄⁺ αμμώνιο	OH⁻ υδροξείδιο	CO₃²⁻ ανθρακικό	PO₄³⁻ φωσφορικό
	NO₃⁻ νιτρικό	SO₄²⁻ θειικό	
	NO₂⁻ νιτρώδες	SO₃²⁻ θειώδες	
	ΧΟ₄⁻ υπεραλογονικό	Cr₂O₇²⁻ διχρωμικό	
	ΧΟ₃⁻ αλογονικό		
	ΧΟ₂⁻ αλογονώδες		
	ΧΟ⁻ υποαλογονώδες		
	MnO₄⁻ υπερμαγγανικό		
	CN⁻ κυανιούχο		

Παρατηρείστε ότι...

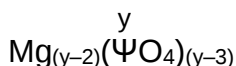
- Με εξαίρεση τα ιόντα **“υδροξείδιο”** και **“αμμώνιο”**, σε όλα τα υπόλοιπα, η κατάληξη της ονομασίας τους είναι **“-ικό”** ή **“-ώδες”**. Τα ιόντα που ονομάζονται με την κατάληξη **“-ικό”**, έχουν ένα άτομο οξυγόνου περισσότερο από τα αντίστοιχα ιόντα που ονο-

μάζονται με την κατάληξη “-ώδες”. Αυτό φαίνεται για παράδειγμα στα ιόντα “**νιτρικό**” και “**νιτρώδες**”.

- Το **κυανιούχο** ιόν ονομάζεται με την κατάληξη “-ούχο”, όπως συμβαίνει με κάθε ανιόν στον τύπο του οποίου δεν περιέχεται άτομο οξυγόνου, π.χ. Cl^- (χλωριούχο ιόν).
- Το γράμμα “**Χ**” που υπάρχει στους τύπους κάποιων πολυατομικών ανιόντων, παριστάνει άτομο αλογόνου, (συνήθως χλώριο, βρώμιο ή ιώδιο). Ένα τέτοιο ιόν, όταν περιέχει **τρία** άτομα οξυγόνου, ονομάζεται με την κατάληξη “-ικό”, π.χ. ClO_3^- (**χλωρικό**). Στην περίπτωση που σε ένα τέτοιο ιόν περιέχονται **τέσσερα** άτομα οξυγόνου, στο όνομά του εκτός από την κατάληξη “-ικό”, μπαίνει και ένα “πρόθεμα υπερβολής”, το “**υπερ-**”, π.χ. ClO_4^- (**υπερχλωρικό**). Από όλα αυτά γίνεται εύκολα κατανοητό γιατί το ιόν IO_2^- ονομάζεται “**ιωδιώδες**”, ενώ το ιόν BrO^- ονομάζεται “**υποβρωμιώδες**”.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΑΟ

- ❖ Σειρά μειούμενης ηλεκτραρνητικότητας των συνηθέστερων αμέταλλων στοιχείων: **F, O, N, Cl, Br, I, S, C, H.**
1. Να βρεθεί ο **ΑΟ** του **Cl** στις παρακάτω περιπτώσεις:
HCl, Cl₂, HClO, ClO₄⁻, Ca(ClO₃)₂, Cl⁻.
 2. Τι **ΑΟ** έχει το **Cl** στο άλας με τύπο: **CaOCl₂ (χλωράσβεστος)**; Να ληφθεί υπόψη ότι στο άλας αυτό περιέχονται ιόντα **Ca²⁺**, ιόντα **Cl⁻ (χλωριούχα)** και ιόντα **ClO⁻ (υποχλωριώδη)**, υπό αναλογία **1:1:1**.
 3. Να βρεθεί ο **ΑΟ** του **C** στο **μεθάνιο** και στο **αιθάνιο** και με την αλγεβρική μέθοδο και από τις μετακινήσεις των κοινών ζευγών ηλεκτρονίων, στους συντακτικούς τύπους των ενώσεων αυτών.
 4. Το ίδιο να γίνει για κάθε ένα από τα άτομα άνθρακα και για το **προπάνιο**. Τι παρατηρούμε; Τι επιλέγουμε ως ορθό;
 5. Να βρεθεί ο **ΑΟ** του ατόμου του **άνθρακα**, που είναι ενωμένο με το **υδροξύλιο**, στο μόριο **α) της μεθανόλης, β) της 1-προπανόλης, γ) της 2-προπανόλης και δ) της μέθυλο-2-προπανόλης**.
 6. Το ίδιο να γίνει για το **καρβονυλικό άτομο άνθρακα** στο μόριο **α) της μεθανάλης, β) της προπανάλης, γ) της βουτανόνης** και για το **καρβοξυλικό άτομο άνθρακα** στο μόριο **δ) του μεθανικού οξέος και ε) του μέθυλο-προπανικού οξέος**.
 7. Ποιος μπορεί να είναι ο **ΑΟ** γ , του στοιχείου Ψ στην ένωση που έχει τύπο...



ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΗΣ

Ένα στοιχείο **Σ** λέμε ότι **οξειδώνεται** κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης, όταν **αυξάνεται** αλγεβρικά ο **ΑΟ** του. Είναι προφανές ότι κάτι τέτοιο θα σημαίνει ότι το άτομο ή ιόν του **Σ**, έχασε κάποια ηλεκτρόνια, πραγματικά ή φαινομενικά.

Μια χημική ένωση λέμε ότι οξειδώνεται κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης, όταν περιέχει κάποιο στοιχείο που οξειδώνεται.

Από τα παραπάνω εύκολα συνάγεται ότι ένα στοιχείο **Σ** θα λέμε ότι **ανάγεται** κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης, όταν **μειώνεται** αλγεβρικά ο **ΑΟ** του. Είναι προφανές ότι κάτι τέτοιο θα σημαίνει ότι το άτομο ή ιόν του **Σ**, πήρε κάποια ηλεκτρόνια από το περιβάλλον του, πραγματικά ή φαινομενικά.

Ακόμη θα λέμε ότι μια χημική ένωση ανάγεται κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης,, όταν περιέχει κάποιο στοιχείο που ανάγεται.
Άρα γενικότερα μπορούμε να πούμε...

ΟΞΕΙΔΩΣΗ: Αύξηση του ΑΟ.

ΑΝΑΓΩΓΗ: Μείωση του ΑΟ.

Σε συνέχεια με τα παραπάνω, ας θεωρήσουμε μια ουσία **X** στην οποία επιδρά η ουσία **Ψ** και την **οξειδώνει**. Αυτό σημαίνει ότι η **Ψ** απέσπασε από τη **X** κάποια ηλεκτρόνια, πραγματικά ή φαινομενικά. Είναι φανερό ότι κάτι τέτοιο έχει ως αποτέλεσμα, η ουσία **Ψ** να **αναχθεί**. Συμπεραίνουμε έτσι ότι **η πραγματοποίηση μιας οξείδωσης συνοδεύεται από την ταυτόχρονη πραγματοποίηση μιας αναγωγής** και άρα πρέπει πάντα να γίνεται λόγος για **αντιδράσεις οξειδοαναγωγής** και όχι για αντιδράσεις οξείδωσης ξεχωριστά από αντιδράσεις αναγωγής.

Στην περίπτωση των ουσιών **X** και **Ψ** που αναφέρθηκαν παραπάνω, θα έχουμε...

Ουσία Ψ: οξειδώνει τη **X** ($\Rightarrow$ δρα ως οξειδωτικό), ενώ η ίδια **ανάγεται** (από τη **X**).

Ουσία X: ανάγει την **Ψ** ($\Rightarrow$ δρα ως αναγωγικό), ενώ η ίδια **οξειδώνεται** (από την **Ψ**).

Συμπέρασμα: Οι οξειδωτικές ουσίες οξειδώνουν, ενώ οι ίδιες ανάγονται.

Οι αναγωγικές ουσίες ανάγουν, ενώ οι ίδιες οξειδώνονται.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΡΑΦΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗΣ

Οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, ως προς το βαθμό δυσκολίας γραφής των αντίστοιχων χημικών εξισώσεών τους, θα μπορούσαν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες.

- **Αντιδράσεις σύνθεσης και αποσύνθεσης ή διάσπασης.**
- **Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.**
- **Πολύπλοκες αντιδράσεις οξειδοαναγωγής.**

Στις δυο πρώτες κατηγορίες είναι εύκολο να μπου οι κατάλληλοι συντελεστές στους χημικούς τύπους των αντιδρώντων και των προϊόντων και γενικά είναι εύκολο να γραφεί η χημική εξίσωση μιας τέτοιας αντίδρασης. Για το λόγο αυτό, παρακάτω θα αναλυθεί η διαδικασία που ακολουθούμε για να γράψουμε την εξίσωση μιας πολύπλοκης οξειδοαναγωγικής αντίδρασης και μάλιστα αυτό θα το κάνουμε, επιλέγοντας τη μέθοδο μεταβολής των αριθμών οξείδωσης.

Έστω λοιπόν η αντίδραση επίδρασης υδατικού διαλύματος **KMnO₄** οξινισμένου με **H₂SO₄**, στο **CO**. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι για να γράψουμε την αντίστοιχη χημική εξίσωση, ακολουθούμε τα παρακάτω στάδια.

1^ο στάδιο

Αναγνωρίζουμε μεταξύ των δύο αντιδρώντων εκείνο που είναι οξειδωτικό και εκείνο που πρόκειται να δράσει ως αναγωγικό. Στην περίπτωση που εξετάζουμε, οξειδωτικό σώμα είναι το **KMnO₄** και αναγωγικό, το **CO**.

Γράφουμε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα της αντίδρασης, λαμβάνοντας υπόψη ότι το **KMnO₄** μετατρέπεται-ανάγεται κατά την εκδήλωση της οξειδωτικής του δράσης, σε άλας του **Mn²⁺**, άρα στα προϊόντα θα εμφανιστεί ως **MnSO₄**, αφού το οξύ που χρησιμοποιήθηκε για την εξασφάλιση του όξινου περιβάλλοντος, που είναι απαραίτητο για να δράσει οξειδωτικά το **KMnO₄**, ήταν το **H₂SO₄**.

Ανάλογα και το **K**, στα προϊόντα θα εμφανιστεί ως θειικό άλας, δηλαδή θα γράψουμε στα προϊόντα το **K₂SO₄**.

Το **CO** από την άλλη μεριά θα μετατραπεί-οξειδωθεί σε **CO₂**. Στο τέλος της χημικής εξίσωσης, στα προϊόντα, γράφουμε και το νερό, με τη βοήθεια του οποίου εξισορροπείται στη χημική εξίσωση ο αριθμός των ατόμων **H**. Αν ο συντελεστής που θα προκύψει μπρο-

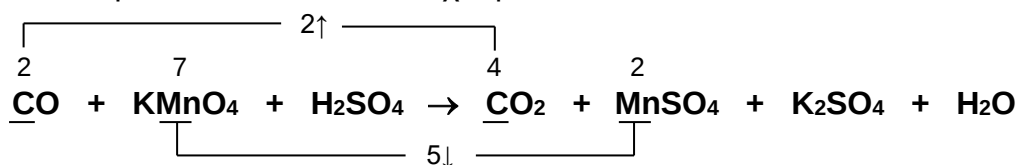
στά από το νερό, είναι αρνητικός, προφανώς το νερό θα πρέπει να μεταφερθεί στο α' μέλος της χημικής εξίσωσης.

Σύμφωνα με όλα αυτά μπορούμε να γράψουμε τους τύπους των αντιδρώντων και προϊόντων, ως εξής...



2° στάδιο

Εντοπίζουμε το στοιχείο που οξειδώνεται και εκείνο που ανάγεται και σημειώνουμε στο επάνω μέρος του τύπου τους, την τιμή του ΑΟ που έχουν τα στοιχεία αυτά πριν την πραγματοποίηση της αντίδρασης, δηλ. στα αντιδρώντα και φυσικά, μετά το τέλος της αντίδρασης, δηλ. στα προϊόντα. Στην περίπτωση της αντίδρασης που εξετάζουμε, οξειδώνεται ο C και ανάγεται το Mn, οπότε θα έχουμε...

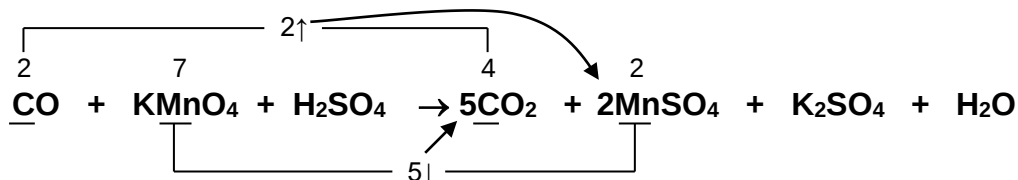


3° στάδιο

Τη μεταβολή του ΑΟ του C (από 2 σε 4, δηλ. 2 μονάδες), τη βάζουμε συντελεστή μπροστά από τον τύπο της ένωσης στην οποία περιέχεται το μαγγάνιο, με τον νέο ΑΟ του, δηλ. μπροστά από το MnSO_4 .

Την ίδια δουλειά κάνουμε και για τη μεταβολή του ΑΟ του Mn (από 7 σε 2, δηλ. 5 μονάδες). Τη μεταβολή αυτή βάζουμε συντελεστή μπροστά από τον τύπο της ένωσης στην οποία περιέχεται ο άνθρακας, με τον νέο ΑΟ του, δηλ. μπροστά από το CO_2 .

Θα έχουμε λοιπόν...



Η τελευταία εργασία εξασφαλίζει ότι όσα ηλεκτρόνια φεύγουν (πραγματικά ή φαινομενικά), από το στοιχείο που οξειδώνεται, τόσα ηλεκτρόνια προσλαμβάνονται από το στοιχείο που ανάγεται.

Στην περίπτωση που εξετάζουμε, είναι φανερό ότι από κάθε άτομο C, στο μόριο του CO, φεύγουν (φαινομενικά) 2 ηλεκτρόνια, οπότε το ανθρακοάτομο αποκτά ΑΟ=4 και το CO μετατρέπεται σε CO_2 . Τα ηλεκτρόνια που "εγκαταλείπουν" τα άτομα C, προσλαμβάνονται από τα άτομα του Mn του KMnO_4 , και ανάγονται έτσι σε ιόντα Mn^{2+} . Κατ' αυτή την αναγωγή το κάθε άτομο Mn παίρνει 5 ηλεκτρόνια και έτσι ο ΑΟ του, μειώνεται από 7 σε 2.

Καταλαβαίνουμε ότι για να εμφανίζεται στη χημική εξίσωση που γράφουμε, το μικρότερο ακέραιο πλήθος ατόμων C, θα πρέπει το σύνολο των ηλεκτρονίων που θα αποβάλουν, να προσλαμβάνεται αντίστοιχα από το μικρότερο ακέραιο πλήθος ατόμων Mn. Προφανώς ο συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων που θα μετακινηθούν από τον άνθρακα προς το μαγγάνιο, θα πρέπει να είναι πολλαπλάσιο των αριθμών 2 και 5 και όσο γίνεται μικρότερος. Θα πρέπει άρα να είναι το ε.κ.π. των αριθμών 2 και 5, δηλ. ο αριθμός 10.

Αφού λοιπόν τα μετακινούμενα ηλεκτρόνια πρέπει να είναι 10, είναι επόμενο αυτά να προέρχονται από $10:2=5$ άτομα άνθρακα και να καταλήγουν σε $10:5=2$ άτομα μαγγανίου.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι σε κάθε αντίδραση οξειδοαναγωγής, η μεταβολή του ΑΟ του στοιχείου που οξειδώνεται, μπαίνει συντελεστής, (κατά κανόνα στα

προϊόντα), εμπρός από τον τύπο της ένωσης όπου περιέχεται το στοιχείο που παθαίνει αναγωγή.

Ανάλογα, η μεταβολή του ΑΟ του στοιχείου που ανάγεται, μπαίνει συντελεστής, (κατά κανόνα στα προϊόντα), εμπρός από τον τύπο της ένωσης όπου περιέχεται το στοιχείο που παθαίνει οξειδωση.

4^ο στάδιο

Συμπληρώνουμε στην εξίσωση και τους υπόλοιπους συντελεστές.

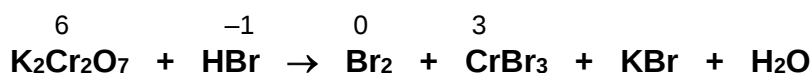


ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

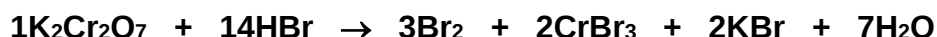
1. Επίδραση $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ σε HBr .

Το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, όπως και το KMnO_4 , χρειάζονται όξινο περιβάλλον, για να εκδηλώσουν τον οξειδωτικό χαρακτήρα τους και αυτό συνήθως εξασφαλίζεται με την παρουσία H_2SO_4 . Στην περίπτωση που εξετάζουμε όμως, δεν είναι απαραίτητη η παρουσία του H_2SO_4 αφού το αναγωγικό σώμα, δηλ. το HBr , είναι οξύ. Να σημειωθεί ότι αν αντί του HBr , που είναι ένα ισχυρό οξύ, είχαμε H_2S , το οποίο είναι ασθενές οξύ, τότε θα έπρεπε για την οξίνιση του περιβάλλοντος να χρησιμοποιηθεί το H_2SO_4 .

Το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ανάγεται σε άλας του Cr^{3+} με το οξύ που εξασφαλίζει το όξινο περιβάλλον, δηλ. με το HBr , άρα σχηματίζεται CrBr_3 , ενώ το HBr οξειδώνεται σε Br_2 . Δεν παραλείπουμε να εμφανίσουμε στα προϊόντα και το K , ως άλας με το οξύ οξίνισης, δηλ. το HBr . Γράφουμε λοιπόν...



Παρατηρούμε ότι για τη μεταβολή του Cr ισχύει $\text{AO}_{\text{Cr}}=3\downarrow$, ενώ για το Br είναι $\text{AO}_{\text{Br}}=1\uparrow$. Αυτό σημαίνει ότι στη χημική εξίσωση που θα γράψουμε, πρέπει να εμφανίζεται ότι οξειδώνονται 3 άτομα Br από την αναγωγή που παθαίνει 1 άτομο Cr . Γίνεται έτσι φανερό ότι εμπρός από τον τύπο του " Br_2 ", στα προϊόντα της αντίδρασης, πρέπει να τεθεί ο συντελεστής " $3/2$ ", ενώ εμπρός από τον τύπο του " CrBr_3 ", πρέπει να τεθεί ο συντελεστής " 1 ". Πολλαπλασιάζοντας αυτούς τους συντελεστές με το 2, πετυχαίνουμε να μην υπάρχουν στη χημική εξίσωση κλασματικοί συντελεστές, οπότε θα έχουμε...



2. Επίδραση KMnO_4 σε FeCl_2 .

Όταν το αναγωγικό σώμα είναι ένα άλας κάποιου μετάλλου, στο οποίο το μέταλλο περιέχεται με το μικρότερο ΑΟ του, όπως συμβαίνει στην παρούσα αντίδραση με το άλας του FeCl_2 , τότε το οξύ που θα εξασφαλίζει το απαραίτητο όξινο περιβάλλον, ώστε να δράσει το οξειδωτικό σώμα, θα πρέπει να έχει το ίδιο αρνητικό μέρος με το οξειδούμενο άλας του μετάλλου. Άρα η αντίδραση, στο εξεταζόμενο παράδειγμα, θα γίνει παρουσία HCl .



Ολοκληρώνοντας την τοποθέτηση των συντελεστών, θα έχουμε...



3. Επίδραση περίσσειας $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ σε αιθανόλη.

Η αιθανόλη, εφόσον διαθέτουμε περίσσεια του οξειδωτικού μέσου, θα οξειδωθεί τελικά σε αιθανικό οξύ, άρα γράφουμε...





Ολοκληρώνοντας την τοποθέτηση των συντελεστών, έχουμε...



Σχόλιο

Υπενθυμίζεται μια I-ταγής κ.μ. αλκοόλη οξειδώνεται από τα συνηθισμένα οξειδωτικά μέσα, όπως τέτοια είναι το KMnO_4 και το $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, προς την αντίστοιχη αλδεΐδη, η οποία στη συνέχεια, εφόσον υπάρχει περίσσεια οξειδωτικού, οξειδώνεται προς το αντίστοιχο οξύ.

Κατ' ανάλογο τρόπο μια II-ταγής κ.μ. αλκοόλη οξειδώνεται προς την αντίστοιχη κετόνη, η οποία όμως, δεν οξειδώνεται παραπέρα από τα συνηθισμένα οξειδωτικά σώματα.

Στις αντιδράσεις αυτές, ο ΑΟ του αλκοολικού ανθρακοατόμου, αυξάνεται πάντα κατά 2 μονάδες, όταν το ανθρακοάτομο από αλκοολικό γίνεται καρβονυλικό (μετατροπή της αλκοόλης σε αλδεΐδη ή κετόνη) και κατά 4 μονάδες όταν το ανθρακοάτομο από αλκοολικό μετατρέπεται σε καρβοξυλικό (μετατροπή της I-ταγούς αλκοόλης σε καρβοξυλικό οξύ, με επίδραση περίσσειας οξειδωτικού σώματος, βλ. παράδειγμα 3).

Σημειώνεται ακόμη ότι ο ΑΟ αυξάνεται κατά 2 μονάδες και για το καρβονυλικό ανθρακοάτομο μιας αλδεΐδης, όταν αυτή οξειδώνεται προς το αντίστοιχο οξύ (βλ. παράδειγμα 4).

4. Επίδραση KMnO_4 σε προπανάλη.

Η προπανάλη θα οξειδωθεί σε προπανικό οξύ, άρα γράφουμε...

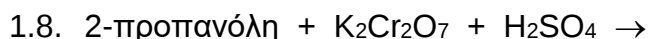
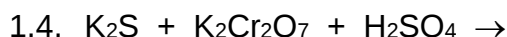
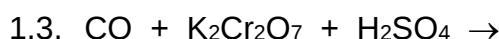


Ολοκληρώνοντας την τοποθέτηση των συντελεστών, έχουμε...

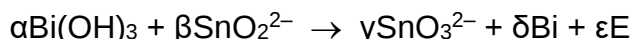


ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Να γραφούν ολοκληρωμένα οι παρακάτω χημικές εξισώσεις.



2. Για να είναι σωστά γραμμένη η ακόλουθη χημική εξίσωση...



τα α, β, γ, δ, ε και Ε θα πρέπει να είναι αντίστοιχα...

i. 2, 2, 2, 2, H₂O ii. 2, 3, 3, 2, 3H₂O iii. 2, 1, 1, 2, 3H₂O iv. 1, 3, 3, 1, Sn

Π.Μ.Δ.Χ. 2013

3. Τα προϊόντα της αντίδρασης ανάμεσα στο NH₄Cl και το HNO₂ είναι N₂, HCl και H₂O. Να γραφεί η χημική εξίσωση της αντίδρασης.

Π.Μ.Δ.Χ. 2013

4. Από τις ισομερείς κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες Α και Β, η Α είναι Ι-ταγής και η Β ΙΙ-ταγής.

Ο μέγιστος όγκος διαλύματος K₂Cr₂O₇ συγκέντρωσης 0,5M και οξινισμένου με H₂SO₄, που αντιδρά με 36g ισομοριακού μίγματος των παραπάνω αλκοολών, είναι 600mL.

Να προσδιοριστεί η ταυτότητα των δύο αλκοολών.

Να ληφθεί A_{r(C)}=12, A_{r(O)}=16 και A_{r(H)}=1.

(απ.: Α: 1-προπανόλη)

5. Το μέταλλο Μ έχει A_{r(M)}=119 και βρίσκεται στη σειρά ηλεκτροχημικής δραστηριότητας των μετάλλων, μπροστά από το υδρογόνο. 4,76g αυτού του μετάλλου, προσθέτονται σε διάλυμα HCl, οπότε όλη η ποσότητα του μετάλλου μετατρέπεται στο χλωριούχο άλας αυτού με χημικό τύπο MCl₂. Στη συνέχεια προστίθεται στο σύστημα, διάλυμα K₂Cr₂O₇ οξινισμένου με HCl, που έχει συγκέντρωση C=1/6M. Το διάλυμα αυτό προκαλεί οξείδωση των ιόντων του μετάλλου M²⁺ σε ιόντα M^{x+} (όπου x>2). Αν για την πραγματοποίηση αυτής της δεύτερης οξείδωσης, απαιτήθηκαν 80mL του διαλύματος του K₂Cr₂O₇, να υπολογιστεί ο τελικός ΑΟ του μετάλλου Μ, δηλαδή το x.

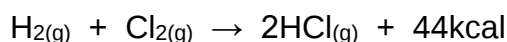
(απ.: 4)

6. Το μέταλλο Μ έχει A_{r(M)}=56 και βρίσκεται στη σειρά ηλεκτροχημικής δραστηριότητας των μετάλλων, μπροστά από το υδρογόνο. 0,168g του Μ προσθέτονται σε αραιό διάλυμα H₂SO₄, οπότε όλη η ποσότητα του μετάλλου αντιδρά με το οξύ και ελευθερώνονται 67,2mL αερίου μετρημένα σε str. Αν το άλας του μετάλλου που σχηματίστηκε, απαιτεί για να οξειδωθεί πλήρως 30mL διαλύματος KMnO₄ 0,02M, που έχει οξινιστεί με H₂SO₄, να βρεθούν οι ΑΟ του μετάλλου στις παραπάνω αντιδράσεις.

(απ.: 2 και 3)

ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑΣ

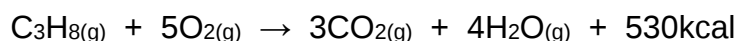
1. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση...



Σε 40,32L αερίου μίγματος H₂ και Cl₂ μετρημένα σε str, προκαλείται αντίδραση. Στο τέλος της αντίδρασης, στο χώρο όπου πραγματοποιήθηκε αυτή, υπάρχει το HCl που σχηματίστηκε και η μισή από την ποσότητα του H₂ που υπήρχε στο αρχικό μίγμα. Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που παράχθηκε.

(απ.: 26,4kcal)

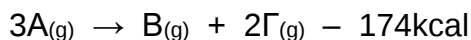
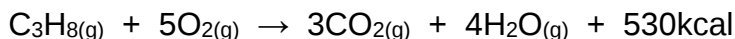
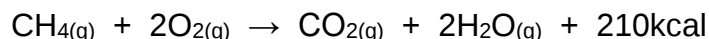
2. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση...



Σε κενό κλειστό δοχείο εισάγεται αέριο μίγμα αποτελούμενο από C₃H₈ (προπάνιο) και O₂, στο οποίο περιέχονται συνολικά 1,5mol. Με κάποιο τρόπο προκαλείται αντίδραση μεταξύ των δύο αερίων. Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που θα έχει ελευθερωθεί, όταν στο δοχείο θα περιέχονται συνολικά 1,6mol αερίων.

(απ.: 53kcal)

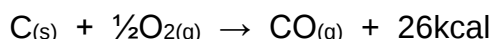
3. Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις...



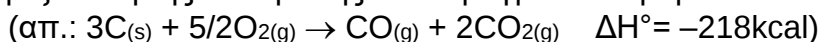
Αέριο μίγμα CH_4 και C_3H_8 έχει όγκο 2,4L στους 27°C και ασκεί πίεση 4,1atm. Το μίγμα καίγεται με περίσσεια O_2 και το εκλυόμενο ποσό θερμότητας προκαλεί τη διάσπαση 2mol του αερίου Α σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση που δόθηκε παραπάνω. Να υπολογιστεί η γραμμομοριακή σύσταση του αρχικού μίγματος και το ποσό θερμότητας που ελευθερώθηκε κατά την καύση του.

(απ.: 0,3mol και 0,1mol, 116kcal)

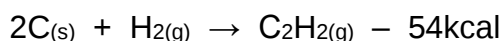
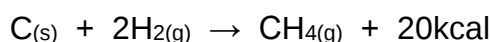
4. Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις...



3,6g $\text{C}(\text{s})$ αναφλέγονται με ορισμένη ποσότητα $\text{O}_2(\text{g})$, οπότε παράγεται τελικά αέριο μίγμα που αποτελείται από CO και CO_2 , ενώ παράλληλα ελευθερώνονται 21,8kcal. Να γραφεί η συνολική θερμοχημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε.



5. Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις...



8,4g $\text{C}(\text{s})$ αντιδρούν πλήρως με 24,64L $\text{H}_2(\text{g})$, μετρημένα σε stp, οπότε σχηματίζεται τελικά ένα αέριο μίγμα που αποτελείται από μεθάνιο (CH_4) και αιθίνιο (C_2H_2). Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που ανταλλάχθηκε με το περιβάλλον, κατά την πραγματοποίηση της αντίδρασης και να γραφεί η συνολική θερμοχημική εξίσωση που αντιστοιχεί σ' αυτήν

(απ.: ελευθερώθηκαν 4,6kcal, $7\text{C}(\text{g}) + 11\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 5\text{CH}_4(\text{g}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 46\text{kcal}$)

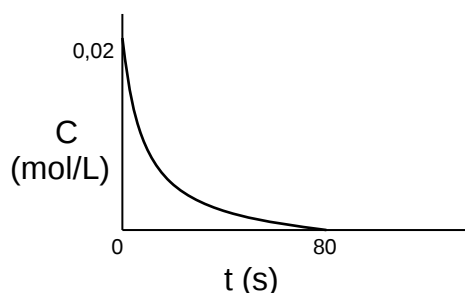
ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΧΗΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ

Ταχύτητα αντίδρασης

1. Σε κλειστό δοχείο όγκου 8L, εισάγονται 3mol αερίου NO και 4mol αερίου O_2 και αρχίζουν να αντιδρούν μεταξύ τους, σχηματίζοντας αέριο NO_2 . Μέσα σε χρόνο 50s, στο δοχείο περιέχονται συνολικά 6mol αερίων. Ποια είναι η μέση ταχύτητα πραγματοποίησης της αντίδρασης για το παραπάνω χρονικό διάστημα;

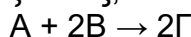
(απ.: $2,5 \cdot 10^{-3} \text{mol/L} \cdot \text{s}$)

2. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου, γίνεται σε ορισμένη σταθερή θερμοκρασία η αντίδραση: $\text{A}(\text{g}) \rightarrow 2\text{B}(\text{g})$. Η εξέλιξη της αντίδρασης αυτής, περιγράφεται με την παρακάτω καμπύλη C-t.



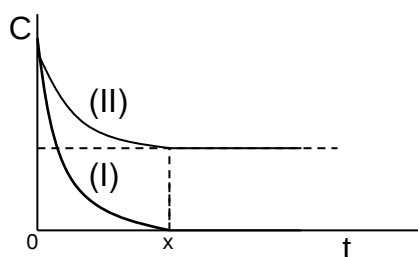
- α. Σε ποιο από τα δυο αέρια αντιστοιχεί η παραπάνω καμπύλη, στο Α ή στο Β;
 β. Ποιες είναι οι συγκεντρώσεις των δυο αερίων την χρονική στιγμή 90s και ποια είναι τότε η ταχύτητα της αντίδρασης;
 γ. Να σχεδιαστεί η αντίστοιχη καμπύλη C-t και για το άλλο αέριο.
 δ. Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα κατανάλωσης του αερίου Α στο χρονικό διάστημα από 0s έως 80s.

3. Σε δοχείο που έχει σταθερό όγκο 2L εισάγονται 4mol του αερίου Α και 6mol του αερίου Β και αρχίζουν να αντιδρούν μεταξύ τους, δίνοντας έτσι το αέριο Γ, κατά το σχήμα:



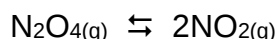
Να σχεδιαστούν σε ένα σύστημα αξόνων, τα διαγράμματα C-t και για τα τρία αέρια.

4. Οι καμπύλες C-t που δίνονται παρακάτω αναφέρονται στην αντίδραση που παριστάνεται με τη γενική χημική εξίσωση: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow \text{Προϊόντα}$



Με βάση τα παραπάνω, να χαρακτηριστούν οι ακόλουθες προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

- α. Οι αρχικές συγκεντρώσεις των αερίων Α και Β είναι ίσες. ...
 β. Το αέριο Α καταναλώνεται γρηγορότερα από το Β. ...
 γ. Η καμπύλη (I) αναφέρεται στο αέριο Α. ...
 δ. Τελικά στο δοχείο περισεύει μια ποσότητα του Α που δεν αντέδρασε. ...
 ε. Η αντίδραση περατώνεται τη χρονική στιγμή x. ...
5. Η μέση ταχύτητα παραγωγής NO_2 , από διάσπαση N_2O_4 , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση...



...είναι ίση με $0,04\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$, στα πρώτα 10s πραγματοποίησης της αντίδρασης. Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για τα επόμενα 10s μπορεί να είναι ίση με...

- A. $0,01\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$ B. $0,02\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$ Γ. $0,03\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$ Δ. $0,04\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$

32^{ος} ΠΜΔΧ 2018

6. Στο ίδιο σύστημα ορθογωνίων αξόνων να σχεδιαστούν, με όσο γίνεται ποιο περιορισμένη χρήση αριθμητικών δεδομένων, οι καμπύλες C-t για τα αντιδρώντα Α και Β και για το προϊόν Γ, όλα αέρια, της αντίδρασης που παριστάνεται με τη χημική εξίσωση...



...στις παρακάτω περιπτώσεις:

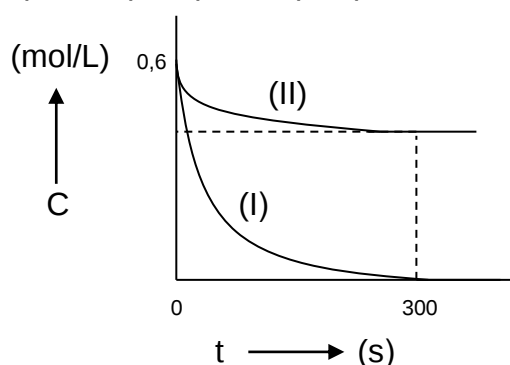
- α. οι αρχικές ποσότητες των αερίων Α και Β είναι στοιχειομετρικές.
 β. στις αρχικές ποσότητες το αέριο Α βρίσκεται σε περίσσεια.
 γ. στις αρχικές ποσότητες το αέριο Β βρίσκεται σε περίσσεια.

Το ίδιο πρόβλημα να λυθεί και στην περίπτωση που τα αέρια αντιδρούν κατά το σχήμα: ... $A + 3B \rightarrow 2\Gamma$.

7. Σε κλειστό κενό δοχείο όγκου 10L εισάγονται 5g $H_{2(g)}$ και 142g $Cl_{2(g)}$. Εντός χρόνου 6s και σε θερμοκρασία $\theta^{\circ}C$, που φροντίζουμε να μένει σταθερή, έχουν απομείνει στο δοχείο 2g H_2 . Να υπολογιστούν οι ποσότητες Cl_2 και HCl που θα υπάρχουν τότε στο δοχείο καθώς και η μέση ταχύτητα κατανάλωσης του H_2 και του Cl_2 , όπως επίσης και η μέση ταχύτητα παραγωγής του HCl , για το παραπάνω χρονικό διάστημα των 6s.
(απ.: 0,5mol – 3mol – 0,025 και 0,05mol/L·s)
8. Σε κλειστό δοχείο όγκου 5L εισάγονται 8mol ισομοριακού μίγματος N_2-H_2 . Τα αέρια αυτά αρχίζουν να αντιδρούν μεταξύ τους σχηματίζοντας αέρια NH_3 και σε χρόνο 80s, στο δοχείο έχουν απομείνει 3mol N_2 . Για το χρονικό αυτό διάστημα ζητείται να υπολογιστούν η μέση ταχύτητα παραγωγής της NH_3 και η μέση ταχύτητα πραγματοποίησης της αντίδρασης.
(απ.: 0,005mol/L·s – 0,0025mol/L·s)
9. Σε κλειστό δοχείο που διατηρείται σταθερά στους $27^{\circ}C$, εισάγεται ορισμένη ποσότητα του αερίου Α που ασκεί πίεση 3atm. Ανεβάζουμε τη θερμοκρασία στους $127^{\circ}C$, οπότε το αέριο Α αρχίζει να διασπάται δίνοντας τα αέρια Β και Γ, κατά το σχήμα: $A \rightarrow B + \Gamma$. Μέσα σε χρόνο 2min από τη στιγμή που άρχισε η διάσπαση του Α, η πίεση στο δοχείο έγινε ίση με 5,92atm, πάντα σε $127^{\circ}C$. Να βρεθεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το παραπάνω χρονικό διάστημα.
(απ.: $4,88 \cdot 10^{-4} \text{mol/L} \cdot \text{s}$)
10. Σε δοχείο όγκου V, εισάγονται 6mol του αερίου Κ και ορισμένη ποσότητα του αερίου Λ και αρχίζουν να αντιδρούν μεταξύ τους, δίνοντας έτσι το αέριο Π, κατά το σχήμα:



Αν οι καμπύλες (I) και (II) στο παρακάτω σύστημα ορθογωνίων αξόνων, αναφέρονται στην αντίδραση που έγινε μέσα στο παραπάνω δοχείο, να απαντηθούν τα ερωτήματα:



- Ποιος είναι ο όγκος του δοχείου και ποια είναι η ποσότητα του αερίου Λ που βάλαμε αρχικά στο δοχείο;
- Σε ποιο σώμα της αντίδρασης αντιστοιχεί η καμπύλη (I) και σε ποιο η (II);
- Σε πόσο χρόνο ολοκληρώνεται η αντίδραση και ποια είναι τότε η συγκέντρωση του αερίου Κ, του Λ και του Π;
- Σε ένα ανάλογο σύστημα αξόνων, να γίνει η γραφική παράσταση της σχέσης C-t για το αέριο προϊόν Π.

(απ.: 10L – 6mol)

11. Σε κενό κλειστό δοχείο όγκου 5,5L, εισάγεται και θερμαίνεται στους $827^{\circ}C$ ορισμένη ποσότητα στερεού $CaCO_3$ και αρχίζει να διασπάται σε στερεό CaO και αέριο CO_2 . Ύστερα από 30s η πίεση στο δοχείο ανήλθε στις 12,3atm. Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα πραγματοποίησης της αντίδρασης για το παραπάνω χρονικό διάστημα. Ο όγκος των στερεών ουσιών που περιέχονται στο δοχείο, να θεωρηθεί αμελητέος συγκρινόμενος με τον όγκο του δοχείου.

(απ.: $1/220 \text{mol/L} \cdot \text{s}$)

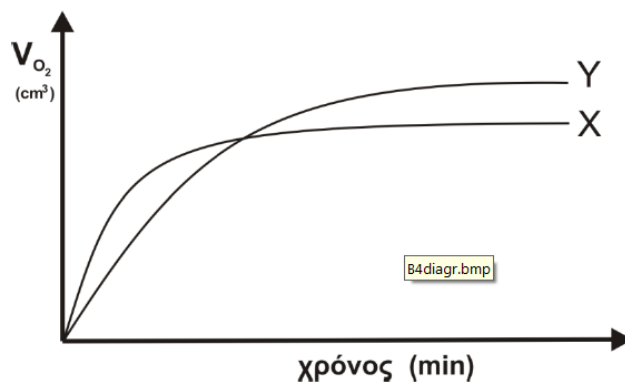
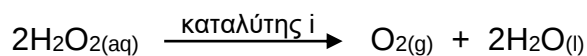
12. Σε κλειστό κενό δοχείο όγκου 6L εισάγονται 6mol αερίου SO_3 και θερμαίνονται σε θερμοκρασία $327^{\circ}C$, οπότε αρχίζει να γίνεται η αντίδραση που παριστάνεται με την ακόλουθη χημική εξίσωση:



Αν για τα πρώτα 100s της αντίδρασης, η μέση ταχύτητά της είναι ίση με $1/300 \text{M/s}$, να υπολογιστεί η ολική πίεση των αερίων στο δοχείο, στο τέλος του χρονικού διαστήματος των πρώτων 100s της αντίδρασης.

(απ.: 65,6atm)

13. Στην καμπύλη Χ του ακόλουθου γραφήματος, παριστάνεται ο όγκος του οξυγόνου (O_2), ο οποίος εκλύεται κατά τη διάρκεια της καταλυτικής αποσύνθεσης διαλύματος υπεροξειδίου του υδρογόνου 1M, σε συνάρτηση με το χρόνο. Η αντίδραση είναι:



Να εξηγήσετε με ποια από τις παρακάτω μεταβολές παράγεται η καμπύλη Υ.

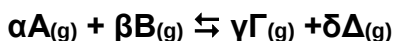
1. Προσθήκη H_2O .
2. Προσθήκη διαλύματος H_2O_2 0,1M.
3. Χρήση διαφορετικού καταλύτη (καταλύτης ii).
4. Ελάττωση της θερμοκρασίας.

Π. Εξ. 2019

ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- ❖ Για την αμφίδρομη αντίδραση...



...η θέση της ΧΙ εκφράζεται από την τιμή της σταθεράς K_c , που δίνεται από τον τύπο...

$$K_c = \frac{[\Gamma]^\gamma \cdot [\Delta]^\delta}{[A]^\alpha \cdot [B]^\beta}$$

ΠΡΟΣΟΧΗ!

Χρησιμοποιούμε τον τύπο αυτό, για τον υπολογισμό της σταθεράς ΧΙ της παραπάνω αμφίδρομης αντίδρασης, είτε η αντίδραση γίνεται από αριστερά προς τα δεξιά, είτε προς την αντίθετη κατεύθυνση, μέχρι να αποκατασταθεί ΧΙ. Δηλαδή για ένα συγκεκριμένο σχήμα αμφίδρομης αντίδρασης, στον τύπο της σταθεράς K_c , μπαίνουν πάντα στον αριθμητή οι συγκεντρώσεις που αναφέρονται στα σώματα που εμφανίζονται στο δεξιό μέρος της αμφίδρομης αντίδρασης και στον παρονομαστή οι συγκεντρώσεις που αναφέρονται στα σώματα που βρίσκονται στο αριστερό μέρος της αντίδρασης, ανεξάρτητα από την κατεύθυνση προς την οποία εξελίσσεται η αντίδραση, μέχρι να αποκατασταθεί ΧΙ.

Η θέση της ΧΙ εκφράζεται, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, από την τιμή της σταθεράς K_c , αφού μεγάλη τιμή της σταθεράς δείχνει ότι στο αντίστοιχο κλάσμα ο αριθμητής είναι μεγάλος σε σχέση με τον παρονομαστή, δηλαδή στην ΚΧΙ υπερτερούν ποσοτικά οι ουσίες που εμφανίζονται στο δεξιό μέρος της αμφίδρομης αντίδρασης. Σε μια τέτοια περίπτωση, λέμε ότι η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

Προφανώς όταν σε μια αμφίδρομη αντίδραση η τιμή της σταθεράς K_c είναι μικρή, τότε ισχύουν τα αντίθετα, δηλαδή η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά και στην ΚΧΙ υπερτερούν ποσοτικά οι ουσίες που βρίσκονται στο αριστερό μέρος της αντίδρασης.

- ❖ Ο τύπος που δόθηκε παραπάνω για τον υπολογισμό της σταθεράς K_c , χρησιμοποιείται και στην περίπτωση που οι ουσίες Α, Β, Γ, Δ είναι διαλυμένες σε κάποιο διαλύτη, π.χ. νερό. Στην περίπτωση όμως που κάποια από τις ουσίες αυτές, είναι στερεή, δεν εμφανίζεται στους τύπους των σταθερών ΧΙ. Έτσι για την αμφίδρομη αντίδραση...



...είναι... $K_c = [CO_2]$.

- ❖ Ανάλογα εφαρμόζεται ο τύπος της K_c και στην περίπτωση που έχει αποκατασταθεί ΧΙ ανάμεσα σε υγρές με αέριες ουσίες. Έτσι για την αμφίδρομη αντίδραση ...



...είναι $K_c = [Cl_2]$.

- ❖ Η θέση της ΧΙ μπορεί επιπλέον να εκφραστεί και με την τιμή του συντελεστή απόδοσης “ a ” της αμφίδρομης αντίδρασης, κατά την πραγματοποίησή της προς μια από τις δυο κατευθύνσεις της. Ο συντελεστής απόδοσης είναι ασφαλέστερο να αναφέρεται στα προϊόντα της αμφίδρομης αντίδρασης και ορίζεται ως το πηλίκο της ποσότητας του προϊόντος που πραγματικά παράγεται, μέχρι να αποκατασταθεί ΧΙ, προς την ποσότητα του προϊόντος που θα παραγόταν, αν η αντίδραση ήταν ποσοτική (δηλ. μονόδρομη).

$$a = \frac{\text{πραγματικό ποσό προϊόντος}}{\text{θεωρητικό ποσό προϊόντος}}$$

Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής απόδοσης της αμφίδρομης αντίδρασης, τόσο περισσότερο είναι μετατοπισμένη αυτή προς την κατεύθυνση σχηματισμού των προϊόντων.

- ❖ Όταν μεταβάλλεται κάποιος από τους παράγοντες που επηρεάζει τη θέση της ΧΙ, τότε το αντιδρών σύστημα μετατοπίζει τη θέση ισορροπίας του προς την κατεύθυνση εκείνη στην οποία καταφέρνει να αναιρέσει σε όσο γίνεται μεγαλύτερο βαθμό, τη μεταβολή που επιβλήθηκε εξωτερικά, (**αρχή Le Chatelier ή αρχή της φυγής προ της βίας**).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ΧΙ ενός συστήματος είναι...

- Η **συγκέντρωση** των ουσιών που συμμετέχουν στην αμφίδρομη αντίδραση.
- Η **θερμοκρασία** στην οποία είναι αποκατεστημένη η ΧΙ.
- Η **πίεση** που επικρατεί στο χώρο όπου έχει αποκατασταθεί η ΧΙ, με την υπόθεση στην αμφίδρομη αντίδραση να συμμετέχουν και αέριες ουσίες και η μεταβολή της επικρατούσας πίεσης να συνοδεύεται από αντίστοιχη μεταβολή του όγκου, στον οποίο βρίσκεται το αντιδρών σύστημα.

Με τη βοήθεια της αρχής Le Chatelier μπορούμε να προβλέψουμε την κατεύθυνση προς την οποία μετατοπίζεται η θέση ΧΙ για ένα αντιδρών σύστημα, στην περίπτωση που μεταβάλλεται κάποιος από τους παράγοντες της ΧΙ.

Έτσι στην περίπτωση της παρακάτω αμφίδρομης αντίδρασης...



...αν π.χ. **αυξηθεί** η **[N₂]**, η ΧΙ θα μετατοπιστεί προς τα **δεξιά**, καθώς το αντιδρών σύστημα αντιστεκόμενο στην εξωτερική επέμβαση, θα προσπαθήσει να καταναλώσει την επιπλέον ποσότητα N₂ που εισήχθη στο χώρο αντίδρασης, παράγοντας έτσι μεγαλύτερη ποσότητα NH₃. Προφανώς αν **ελαττωθεί** η **[N₂]**, η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα **αριστερά**, ώστε να παραχθεί νέα ποσότητα N₂ και να αναπληρωθεί με αυτό τον τρόπο η απώλεια που προκλήθηκε αρχικά. Τα ίδια ισχύουν και στην περίπτωση που αλλάζει η συγκέντρωση του H₂ ή του HI.

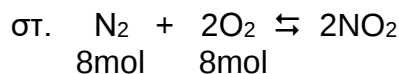
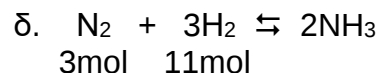
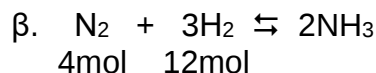
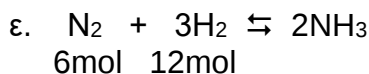
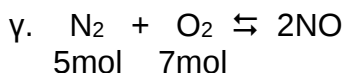
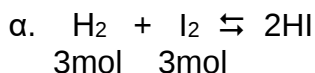
Ανάλογα σκεπτόμενοι, καταλαβαίνουμε ότι αν **αυξήσουμε** τη **θερμοκρασία** στο χώρο όπου είναι αποκατεστημένη η ΧΙ, το αντιδρών σύστημα μετατοπίζει τη θέση ισορροπίας του προς την κατεύθυνση που η αμφίδρομη αντίδραση είναι **ενδόθερμη**, ώστε να απορροφηθεί σε όσο γίνεται μεγαλύτερο βαθμό η θερμότητα που προσφέρθηκε και είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας. Προφανώς αν ψύξουμε το αντιδρών σύστημα, η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση που η αντίδραση είναι **εξώθερμη**.

Τέλος στην περίπτωση που **αυξήσουμε** την **πίεση** στον χώρο όπου είναι αποκατεστημένη η ΧΙ, με ταυτόχρονη ανάλογη μείωση του όγκου που καταλαμβάνει το αντιδρών σύστημα, η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση **μείωσης** του συνολικού πλήθους των μορίων, των αερίων ουσιών του αντιδρώντος συστήματος. Για την παραπάνω αμφίδρομη αντίδραση αυτό σημαίνει μετατόπιση της ισορροπίας προς τα δεξιά αφού προς αυτή την κατεύθυνση, από 4 μόρια αερίων ουσιών παράγονται μόνο 2 μόρια αέριας ουσίας.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΧΗΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΜΦΙΔΡΟΜΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

1. Δίνονται παρακάτω οι χημικές εξισώσεις για κάποιες αμφίδρομες αντιδράσεις και οι ποσότητες των αντιδρώντων που φέρονται αρχικά προς αντίδραση σε αυτές. Να υπολογιστούν οι θεωρητικές ποσότητες για τα προϊόντα αλλά και τα αντιδρώντα αυτών των αντιδράσεων. Οι εξισώσεις είναι οι ακόλουθες και όλες οι εμφανιζόμενες σ' αυτές ουσίες, βρίσκονται στην αέρια κατάσταση.



2. Σε κενό κλειστό δοχείο εισάγονται 6mol CO και 3mol O₂ που αρχίζουν να αντιδρούν προς CO₂. Όταν το σύστημα φθάσει σε ΚΧΙ, μέσα στο δοχείο περιέχονται συνολικά 8,25mol. Να βρεθεί η απόδοση της αντίδρασης που έλαβε χώρα στο δοχείο.

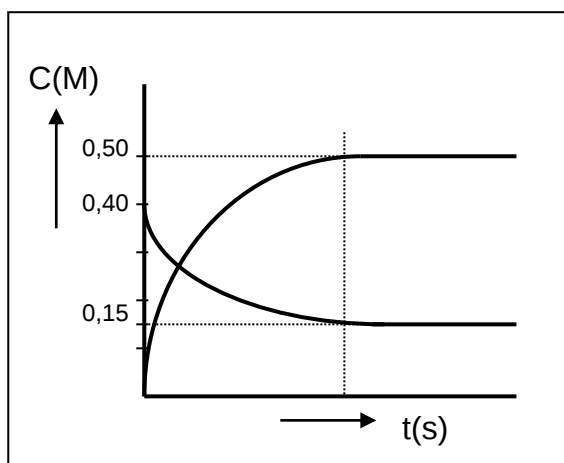
(απ.: 25%)

3. Σε δοχείο σταθερού όγκου φέρονται 13,6g αερίου μίγματος N₂-H₂, στο οποίο τα συστατικά του περιέχονται με αναλογία μορίων 1:3. Αρχικά το μίγμα αυτό ασκεί στο δοχείο πίεση 400atm, όταν όμως αντιδράσει μέρος των συστατικών του προς NH₃ και αποκατασταθεί τελικά ΧΙ, η ασκούμενη στο δοχείο πίεση από το αέριο μίγμα, ισούται με 250atm. Να προσδιοριστεί η σύσταση του μίγματος στην ΚΧΙ και να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης σχηματισμού αμμωνίας. Η θερμοκρασία σ' όλη την παραπάνω διαδικασία, διατηρείται σταθερή.

(απ.: 75%)

4. Ισομοριακό μίγμα CO και O₂ που εισάγεται σε κενό κλειστό δοχείο, αρχίζει να αντιδρά προς CO₂. Αν το μίγμα που προκύπτει στην ΚΧΙ, είναι ισομοριακό ως προς το O₂ και το CO₂, να βρεθεί η απόδοση της αντίδρασης.

(απ.: 66,67%)



5. Σε κενό κλειστό δοχείο όγκου 2L, εισάγεται ορισμένη ποσότητα του αερίου Α που αρχίζει να μετατρέπεται στο αέριο Β.

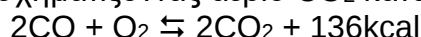
Στο διπλανό διάγραμμα C-t, δίνονται οι γραφικές παραστάσεις των συγκεντρώσεων των Α και Β, με το χρόνο, μέχρι την αποκατάσταση ΧΙ. Από τη μελέτη του διαγράμματος να βρεθεί η απόδοση της αντίδρασης, η σύσταση του αερίου μίγματος στο δοχείο μετά την αποκατάσταση ΧΙ, και να γραφεί η χημική εξίσωση για την αμφίδρομη αντίδραση που συμβαίνει ανάμεσα στα αέρια Α και Β.

(απ.: 62,5%)

6. Έστω η ισορροπία: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$. Σε κενό κλειστό δοχείο εισάγεται ορισμένη ποσότητα NO₂ που σε 600°K αρχίζει να διασπάται προς NO και O₂, σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση. Το αέριο μίγμα που προκύπτει έτσι στην ΚΧΙ, έχει πυκνότητα ίση με 0,831g/L υπό πίεση 1atm. Να βρεθεί ο βαθμός διάσπασης του NO₂.

(απ.: 0,25)

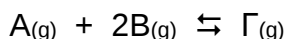
7. 48g αερίου ισομοριακού μίγματος CO και O₂, εισάγονται σε κενό κλειστό δοχείο και σε θ°C αρχίζουν να αντιδρούν σχηματίζοντας αέριο CO₂ κατά την εξίσωση:



Αν μέχρι να αποκατασταθεί στο δοχείο ΧΙ, το αντιδρών σύστημα ανταλλάσσει με το περιβάλλον, θερμότητα 40,8kcal, να βρεθεί η απόδοση της αντίδρασης που έγινε.

(απ.: 75%)

8. Ισομοριακό μίγμα των αερίων Α και Β εισάγεται σε κενό κλειστό δοχείο και αρχίζει να γίνεται η αντίδραση που παριστάνεται με την ακόλουθη χημική εξίσωση...

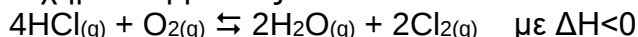


Στην ΚΧΙ στο δοχείο περιέχονται συνολικά 12mol αερίων, ενώ αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη στο δοχείο θα περιέχονταν συνολικά 8mol αερίων. Με ποια απόδοση πραγματοποιείται η αντίδραση;

(απ.: 50%)

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ – ΑΡΧΗ Le Chatelier

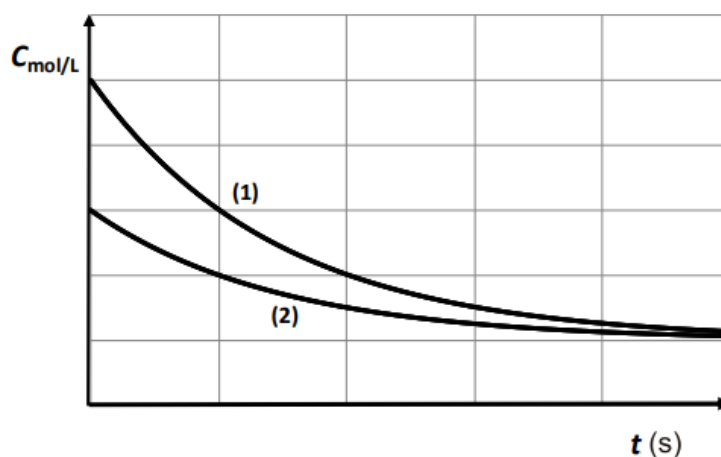
1. Έστω το ακόλουθο σχήμα ισορροπίας:



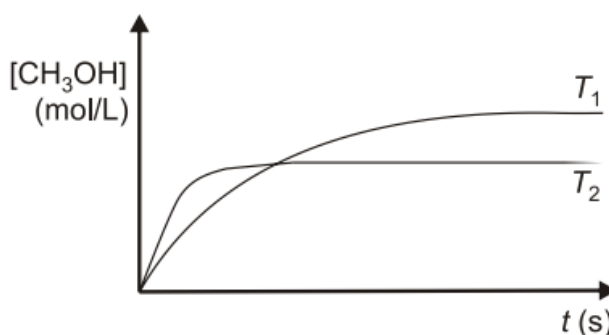
Πώς θα μεταβληθεί η ποσότητα του χλωρίου, αν ενώ το παραπάνω σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία,

- προσθέσουμε στο χώρο αντίδρασης επί πλέον οξυγόνο,
 - πετύχουμε υγροποίηση μέρους των υδρατμών,
 - ψύξουμε το σύστημα,
 - διπλασιάσουμε τον όγκο του δοχείου στο οποίο έχει αποκατασταθεί η ΧΙ και
 - εισάγουμε στο παραπάνω δοχείο, καταλύτη που επιταχύνει την οξείδωση του HCl από O_2 , προς στοιχειακό χλώριο.
2. Ποιες από τις αντιδράσεις που παριστάνονται με τις παρακάτω εξισώσεις, ευνοούνται με αύξηση της θερμοκρασίας και ποιες από την αύξηση της πίεσης;
- | | |
|---|---|
| α. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \quad \text{με } \Delta H < 0$ | β. $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} \quad \text{με } \Delta H > 0$ |
| γ. $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} \quad \text{με } \Delta H < 0$ | δ. $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} \quad \text{με } \Delta H > 0$ |
3. Εντός κλειστού δοκιμαστικού σωλήνα βρίσκονται σε ΧΙ το άχρωμο αέριο N_2O_4 με το καστανοκόκκινο επίσης αέριο NO_2 , σε θερμοκρασία $30^\circ C$, κατά το σχήμα:
- $$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$
- Το περιεχόμενο αέριο μίγμα είναι έγχρωμο. Μεταφέρουμε το δοκιμαστικό σωλήνα σε δοχείο που περιέχει πάγο και παρατηρούμε ότι το περιεχόμενο αέριο μίγμα αποχρωματίζεται. Από την παρατήρηση αυτή τι συμπέρασμα προκύπτει για τη διάσπαση του N_2O_4 σε NO_2 , σχετικά με το αν αυτή είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη διαδικασία;
4. Στα δοχεία α και β περιέχονται SO_2 , O_2 και SO_3 σε κατάσταση ΧΙ, κατά την εξίσωση:
- $$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$
- Το δοχείο α έχει σταθερό όγκο ενώ το β είναι μεταβλητού όγκου, καθώς από τη μια πλευρά του κλείνεται με έμβολο, το οποίο ισορροπεί πάντα στη θέση όπου η εξωτερική πίεση, αντισταθμίζει πλήρως την εσωτερική. Και στα δυο δοχεία εισάγεται αδρανές αέριο, π.χ. ήλιο, με αποτέλεσμα να αυξηθεί τουλάχιστον αρχικά η πίεση του περιεχομένου του δοχείου. Να εξεταστεί αν η ενέργεια αυτή θα επηρεάσει τη θέση της παραπάνω ΧΙ. Το ίδιο πρόβλημα να αντιμετωπιστεί και για την ισορροπία:
- $$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$$
5. Εντός κενού κλειστού δοχείου εισάγονται ισομοριακές ποσότητες των αερίων Α και Β και σε ορισμένη θερμοκρασία T_1 αποκαθίσταται ΧΙ κατά το σχήμα...
- $$A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightleftharpoons 2\Gamma_{(g)} \quad \Delta H < 0$$
- Στο ίδιο σύστημα ορθογωνίων αξόνων να σχεδιαστούν οι καμπύλες της αντίδρασης για τα αέρια Α και Β αλλά και για το αέριο Γ. Το ίδιο να γίνει και στην περίπτωση που στο δοχείο επικρατεί θερμοκρασία $T_2 < T_1$.
6. Μια βιομηχανική μέθοδος παρασκευής της μεθανόλης είναι η υδρογόνωση του μονοξειδίου του άνθρακα σύμφωνα με την αντίδραση...
- $$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)} \quad \Delta H < 0$$

Στο διάγραμμα που ακολουθεί δίνονται οι καμπύλες αντίδρασης των δύο αντιδρώντων.



- A. Σε ποιο αντιδρών αντιστοιχεί κάθε καμπύλη;
 B. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
 Γ. Στο παρακάτω διάγραμμα δίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης της μεθανόλης, συναρτήσει του χρόνου, σε δυο διαφορετικές θερμοκρασίες T_1 και T_2 , με τις υπόλοιπες συνθήκες σταθερές.

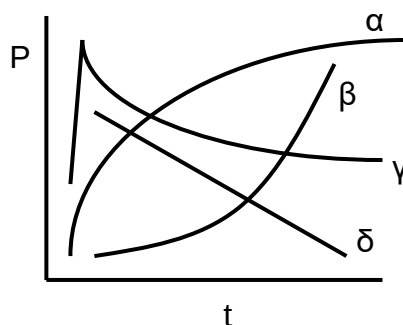


- i. Να αιτιολογήσετε ποια θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη.
 ii. Με βάση το διάγραμμα, εξηγήστε γιατί υπάρχει διαφορά στους χρόνους αποκατάστασης της ισορροπίας στις δυο θερμοκρασίες.

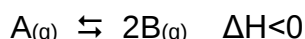
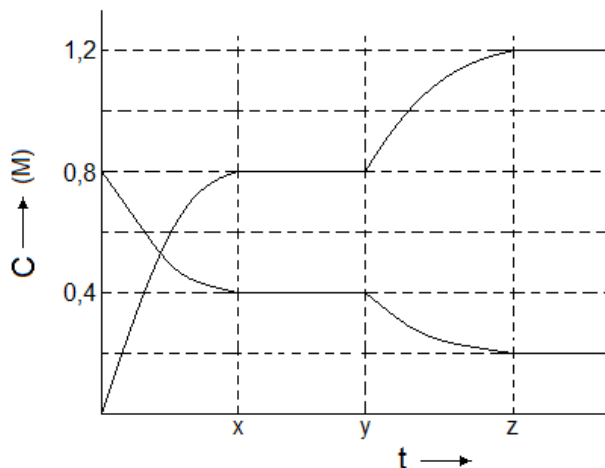
Π. Εξ. 2018

7. Εντός δοχείου του οποίου ο όγκος μπορεί να μεταβάλλεται με τη βοήθεια εμβόλου, ισορροπούν τα αέρια N_2 , H_2 και NH_3 κατά την εξίσωση: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$.

Αν προκαλέσουμε απότομη μείωση του όγκου του δοχείου, να εξετάσετε ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα P-t είναι σωστό.



8. Σε κλειστό δοχείο μεταβλητού όγκου, ισορροπούν τα αέρια A, B και Γ, υπό πίεση P_0 κατά το σχήμα: $2A \rightleftharpoons B + \Gamma$. Ναδειχθεί ότι αν διπλασιαστεί ο όγκος του δοχείου, η πίεση του περιεχομένου, θα γίνει $P_0/2$, της θερμοκρασίας διατηρούμενης σταθερής.
9. Στη γραφική παράσταση που δίνεται παρακάτω, φαίνεται το πώς μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το χρόνο, η συγκέντρωση των αερίων ουσιών A και B, μεταξύ των οποίων αποκαθίσταται χημική ισορροπία, σύμφωνα με την αντίδραση...



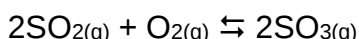
Τη χρονική στιγμή y, να σημειωθεί, τι από τα παρακάτω αναφερόμενα συνέβη;

1. Αφαιρέθηκε από το δοχείο ποσότητα της ουσίας A.
2. Προστέθηκε στο δοχείο ποσότητα της ουσίας B.
3. Ελαττώθηκε η θερμοκρασία στον χώρο όπου ήταν αποκατεστημένη η ισορροπία.
4. Αυξήθηκε η θερμοκρασία στον χώρο όπου ήταν αποκατεστημένη η ισορροπία.

Π.Μ.Δ.Χ. 2011

ΝΟΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ – ΣΤΑΘΕΡΑ K_c

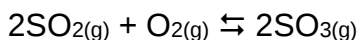
1. Σε κενό κλειστό δοχείο όγκου 1,35L, εισάγεται ορισμένη ποσότητα SO_3 , που αρχίζει σε $\theta^\circ C$ να διασπάται σε SO_2 και O_2 . Όταν αποκατασταθεί ΧΙ, στο δοχείο περιέχονται τριπλάσια mol SO_3 από εκείνα του SO_2 . Αν για την αντίδραση που παριστάνεται με την εξίσωση...



...η τιμή της σταθεράς K_c είναι ίση με 4,86L/mol, να βρεθεί η αρχική ποσότητα SO_3 που βάλαμε στο δοχείο και ο βαθμός διάσπασής του.

(απ.: 20mol – 0,25)

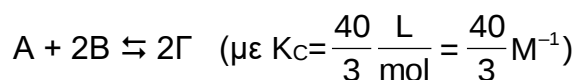
2. Ισομοριακό μίγμα SO_2 και O_2 εισάγεται σε κενό κλειστό δοχείο όγκου 4L, σε $1000^\circ K$, οπότε αποκαθίσταται ΧΙ κατά το σχήμα:



Όταν αποκατασταθεί στο δοχείο ΧΙ, οι συγκεντρώσεις SO_2 και SO_3 είναι ίσες και η πίεση που ασκείται στα τοιχώματα του δοχείου είναι ίση με 114,8atm. Να βρεθεί η τιμή της σταθεράς K_c .

(απ.: 1,667)

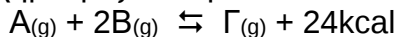
3. Σε κενό κλειστό δοχείο με σταθερό όγκο, που θερμοστατείται σε $\theta^\circ C$, εισάγονται ισομοριακές ποσότητες των αερίων A και B, που αρχίζουν να αντιδρούν, σχηματίζοντας το αέριο Γ κατά την εξίσωση:



Αν μετά την αποκατάσταση XI, έχουμε $[B]=[Γ]$, να υπολογιστούν οι αρχικές και τελικές τιμές των συγκεντρώσεων των αερίων στο δοχείο.

(απ.: $[A]_{\text{αρχ.}}=0,1\text{M}$)

4. Δίνεται η παρακάτω θερμοχημική εξίσωση...



Σε κενό κλειστό δοχείο που έχει $V=2\text{L}$ και σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$, που φροντίζουμε να μένει σταθερή, εισάγεται αέριο ισομοριακό μίγμα αποτελούμενο από τα αέρια A και B. Τα δυο αέρια αρχίζουν να αντιδρούν μεταξύ τους, σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση. Όταν αποκατασταθεί XI, το περιεχόμενο στο δοχείο αέριο μίγμα είναι ισομοριακό ως προς τα αέρια B και Γ.

Αν για την παραπάνω αμφίδρομη αντίδραση, η τιμή της σταθεράς K_c στους $\theta^\circ\text{C}$ είναι ίση με 200M^{-2} , να προσδιοριστεί η σύσταση του τελικού αερίου μίγματος, και να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης και το ποσό θερμότητας που αντάλλαξε το σύστημα με το περιβάλλον.

(απ.: $0,66 - 2,4\text{kcal}$)

APXH Le Chatelier ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΑ K_c

1. Η σταθερά K_c μιας αντίδρασης ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του συστήματος. Να εξεταστεί προς ποια κατεύθυνση η αντίδραση αυτή είναι εξώθερμη.
2. Δίνεται η ισορροπία:



- α. Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου, εισάγονται $1\text{mol PbO}_{(s)}$ και $1\text{mol CO}_{(g)}$. Σε ένα δεύτερο δοχείο ίδιου όγκου εισάγονται $1\text{mol Pb}_{(l)}$ και $1\text{mol CO}_{2(g)}$. Τα δύο δοχεία θερμαίνονται σε κατάλληλη θερμοκρασία θ και αποκαθίσταται η ισορροπία (1). Να συγκριθούν οι ποσότητες του $\text{CO}_{(g)}$ στα δύο δοχεία. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- β. Ένα ισότοπο του ${}_8\text{O}$ είναι το ${}^{18}_8\text{O}$. Το ισότοπο ${}^{18}_8\text{O}$ μπορεί να συμβολιστεί ως ${}^*\text{O}$. Στο εργαστήριο είναι εφικτό να γνωρίζουμε αν ένα μόριο φέρει το ισότοπο αυτό. Σε ένα από τα παραπάνω δοχεία, στο οποίο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία (1), εισάγεται μικρή ποσότητα $\text{Pb}^*\text{O}_{(s)}$. Μετά την πάροδο κάποιου χρονικού διαστήματος σε ποια/ποιες ουσία/ουσίες του μίγματος ισορροπίας θα ανιχνευτεί το ισότοπο ${}^*\text{O}$; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Π. Εξ. 2019

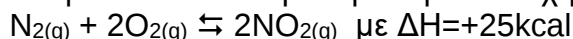
3. Έστω η ακόλουθη χημική εξίσωση:



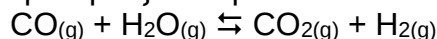
Πώς μεταβάλλεται η τιμή της σταθεράς K_c και η απόδοση στη σύνθεση της αμμωνίας,

- α. με αύξηση της πίεσης του συστήματος, η οποία συνοδεύεται από αντίστοιχη μείωση του όγκου του και
- β. με αύξηση της πίεσης του συστήματος, που επιτυγχάνεται με διοχέτευση αδρανούς αερίου, π.χ. He, σε δοχείο σταθερού όγκου, όπου ισορροπούν τα παραπάνω αέρια και
- γ. με αύξηση της θερμοκρασίας του συστήματος;

Το ίδιο πρόβλημα να αντιμετωπιστεί και για την παρακάτω χημική εξίσωση:



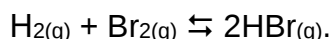
4. Σε $\theta^\circ\text{C}$ περιέχονται σε κατάλληλο δοχείο 0,2mol CO, 0,4mol $\text{H}_2\text{O(g)}$, 0,5mol CO_2 και 0,2 mol H_2 σε KXI, σύμφωνα με την εξίσωση:



Να βρεθεί πόσα mol υδρατμών πρέπει να εισαχθούν στο δοχείο, χωρίς αλλαγή της θερμοκρασίας και χωρίς να υπάρξει υγροποίηση των υδρατμών, ώστε όταν αποκατασταθεί πάλι XI, τα mol του CO_2 να είναι διπλάσια των mol του H_2 .

(απ.: 1,14mol)

5. Σε κενό κλειστό δοχείο που έχει σταθερό όγκο, εισάγουμε 5mol H_2 και 2mol ατμών Br_2 , σε $\theta^\circ\text{C}$, οπότε αρχίζει να σχηματίζεται αέριο HBr κατά την εξίσωση:



Όταν αποκατασταθεί στο δοχείο XI, περιέχονται σ' αυτό ωmol HBr . Αν προσθέσουμε επί πλέον στο δοχείο 3mol ατμών Br_2 , περιέχονται τελικά σ' αυτό 2ωmol αερίου HBr , ενώ η θερμοκρασία παραμένει διαρκώς σταθερή. Να βρεθεί η τιμή της σταθεράς K_c για την παραπάνω αντίδραση.

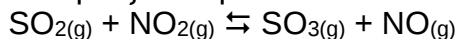
(απ.: $K_c=36$)

6. Σε κλειστό δοχείο μεταβλητού όγκου, ισορροπούν τα αέρια A, B και Γ, με συγκεντρώσεις 2M, 1M και λM αντίστοιχα, κατά την εξίσωση: $2A + B \rightleftharpoons \Gamma$.

Με τη βοήθεια εμβόλου μειώνουμε τον όγκο στο μισό του αρχικού, με αποτέλεσμα όταν αποκατασταθεί πάλι XI, να είναι $[A]=3M$. Ζητείται να βρεθεί η αρχική και η τελική συγκέντρωση του αερίου Γ και η τιμή της K_c για την παραπάνω XI. Η θερμοκρασία να θεωρηθεί ότι παραμένει διαρκώς σταθερή.

(απ.: $4/11M - 27/22M - 1/11M^{-2}$)

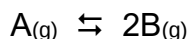
7. Σε κενό κλειστό δοχείο σταθερού όγκου, εισάγεται αέριο μίγμα αποτελούμενο από 0,9 mol SO_2 , 0,2mol NO_2 , 0,5mol SO_3 και 0,3mol NO . Τα αέρια αυτά αντιδρώντας μεταξύ τους καταλήγουν σε KXI, κατά την εξίσωση:



Στην KXI στο δοχείο περιέχονται διπλάσια mol SO_2 απ' ότι NO , ενώ η ολική πίεση είναι 7,6atm. Θεωρώντας ότι η θερμοκρασία παραμένει διαρκώς σταθερή στους $\theta^\circ\text{C}$, να βρεθεί πόσα mol NO πρέπει να εισαχθούν στο δοχείο, στην KXI, ώστε να περιέχονται τελικά σ' αυτό 1,05mol SO_2 . Ποια θα είναι η τελική τιμή της ολικής πίεσης που θα ασκείται στο δοχείο; Ποια θα είναι τέλος η τιμή της K_c στους $\theta^\circ\text{C}$ για την παραπάνω XI;

(απ.: 3mol – 19,6atm – 3)

8. Ορισμένη ποσότητα του αερίου A εισάγεται σε κενό κλειστό δοχείο σταθερού όγκου. Η πίεση που ασκεί το αέριο στα τοιχώματα του δοχείου είναι αρχικά $P_0=1,25\text{atm}$ σε ορισμένη θερμοκρασία T, που φροντίζουμε να μένει σταθερή. Υπό αυτές τις συνθήκες το αέριο αρχίζει να διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση...

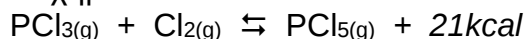


Όταν αποκατασταθεί στο δοχείο XI, η πίεση στα τοιχώματα του δοχείου έχει γίνει ίση με $P_T=1,5\text{atm}$.

Ζητείται να υπολογιστεί ο βαθμός διάσπασης του αερίου A (συντελεστής απόδοσης της αντίδρασης) και η $[A]_{\text{αρχ.}}$, αν στη θερμοκρασία που αναφέρθηκε παραπάνω, για την τιμή της σταθεράς XI της δοθείσας αντίδρασης, είναι $K_c=0,1M$.

(απ.: $\alpha=0,2 - [A]_{\text{αρχ.}}=0,5M$)

9. Σε 400mL διαλύματος KMnO_4 1M προστίθενται 2L διαλύματος HCl 2M, οπότε εκλύεται αέριο Cl_2 . Όλη η ποσότητα του εκλυόμενου χλωρίου διοχετεύεται σε δοχείο σταθερού όγκου 3L, που περιέχει ατμούς PCl_3 και θερμοστατείται στους 227°C , με αποτέλεσμα να αποκατασταθεί XI κατά το σχήμα:

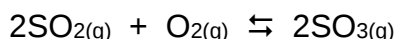


Το ποσό της θερμότητας που ανταλλάσσεται με το περιβάλλον μέχρι να αποκατασταθεί η παραπάνω ΧΙ, είναι $16,8\text{kcal}$, ενώ στο δοχείο επικρατεί τελικά ολική πίεση ίση με $20,5\text{atm}$ και περιέχονται συνολικά $1,5\text{mol}$ αερίων.

Να εξεταστεί αν θα αποχρωματιστεί το διάλυμα του KMnO_4 και να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς ΧΙ, K_c για την παραπάνω αμφίδρομη αντίδραση, στους 227°C .

(απ.: αποχρωματίζεται – 24)

10. Σε κενό κλειστό δοχείο όγκου 10L και σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$, εισάγονται ισομοριακές ποσότητες $\text{SO}_{2(g)}$ και $\text{O}_{2(g)}$ οπότε αρχίζει να πραγματοποιείται η αντίδραση που περιγράφεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση:



Μέχρι να αποκατασταθεί ΧΙ, το σύστημα ανταλλάσσει με το περιβάλλον του, ποσό θερμότητας $q=7,2\text{kcal}$. Αν είναι γνωστό ότι με αύξηση της θερμοκρασίας, η σταθερά K_c για την παραπάνω ισορροπία μειώνεται, να εξηγηθεί αν το ποσό θερμότητας q που ανταλλάχθηκε με το περιβάλλον, ελευθερώθηκε προς αυτό ή απορροφήθηκε από αυτό.

Αν στην ΚΧΙ στο δοχείο περιέχονται συνολικά $0,65\text{mol}$ και η απόδοση της αντίδρασης είναι 75% , να γίνουν τα παρακάτω.

Να υπολογιστούν οι ποσότητες SO_2 και O_2 που εισαχθήκανε αρχικά στο δοχείο προς αντίδραση.

Να υπολογιστούν οι ποσότητες όλων των αερίων που περιέχονται στο δοχείο, μετά την αποκατάσταση σ' αυτό ΧΙ.

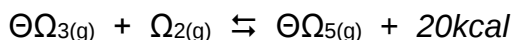
Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c για την αντίδραση που παριστάνεται από την παραπάνω χημική εξίσωση, στους $\theta^\circ\text{C}$.

Να γραφεί η θερμοχημική εξίσωση σχηματισμού του SO_3 από SO_2 και O_2 , για τις συνθήκες που επικρατούσαν μέσα στο δοχείο κατά την πραγματοποίηση της αντίδρασης, μέχρι να αποκατασταθεί τελικά ΧΙ.

Τέλος, ζητείται να υπολογιστεί η ποσότητα του $\text{O}_{2(g)}$ (σε mol), που πρέπει να εισαχθεί στο δοχείο ή να αφαιρεθεί από αυτό, χωρίς να αλλάξει η θερμοκρασία, ώστε να περιέχονται τελικά στο δοχείο, διπλάσια mol $\text{SO}_{3(g)}$ απ' ότι $\text{SO}_{2(g)}$.

(απ.: $K_c=360\text{L/mol}$ – αφαίρεση $0,155\text{mol}$ O_2)

11. Από τα στοιχεία Θ και Ω σχηματίζονται οι αέριες ενώσεις με τύπο $\Theta\Omega_3$ και $\Theta\Omega_5$. Ισομοριακό μίγμα αποτελούμενο από τα αέρια $\Theta\Omega_3$ και Ω_2 (προφανώς το στοιχείο Ω είναι διατομικό), εγκλείεται σε κενό δοχείο σταθερού όγκου $V=4\text{L}$, στο οποίο φροντίζουμε να επικρατεί σταθερή θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$. Ανάμεσα στα δυο αέρια αρχίζει να πραγματοποιείται η αντίδραση που παριστάνεται με την ακόλουθη χημική εξίσωση.



Στο αέριο μίγμα που διαμορφώνεται στην ΚΧΙ, τα μόρια του $\Theta\Omega_5$ αποτελούν το 20% του συνόλου των περιεχόμενων μορίων, ενώ μέχρι να φθάσει το σύστημα σε ΚΧΙ, παρατηρείται συνολική μεταβολή των mol των περιεχόμενων στο δοχείο αερίων, ίση με $0,25\text{mol}$ μέχρι να φθάσει το σύστημα στην ΚΧΙ, ανταλλάσσει με το περιβάλλον, ποσό θερμότητας ίσο με 5kcal . Με βάση τα παραπάνω ζητούνται τα εξής.

1. Να υπολογιστεί η απόδοση σχηματισμού του $\Theta\Omega_5$.

2. Να υπολογιστεί η τιμή στους σταθεράς K_c για την παραπάνω αντίδραση, στους $\theta^\circ\text{C}$.

(απ.: $33,3\%$ - $K_c=4\text{M}^{-1}$)

12. Σε δοχείο μεταβλητού όγκου, που έχει αρχικά όγκο 8L και που διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$, εισάγονται 3mol του αερίου Α, 2mol του αερίου Β και 4mol του αερίου Γ. Όταν μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αποκατασταθεί μεταξύ των αερίων αυτών ΧΙ, κατά το σχήμα...



...στο δοχείο περιέχονται ισομοριακές ποσότητες των αερίων Α και Β.

Με βάση τα παραπάνω ζητείται να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας K_c για την παραπάνω αντίδραση, στους $\theta^\circ\text{C}$.

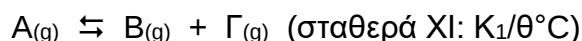
Στη συνέχεια, διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή, μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου και όταν αποκατασταθεί και πάλι ΧΙ, το αέριο μίγμα που περιέχεται τελικά στο δοχείο, είναι ισομοριακό ως προς τα αέρια Β και Γ.

Ζητείται να υπολογιστεί η τελική τιμή του όγκου του δοχείου, μετά τη μεταβολή που επιφέραμε σ' αυτόν.

Ακόμη να υπολογιστούν τα ποσά θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο μίγμα με το περιβάλλον μέχρι να αποκατασταθεί ΚΧΙ στο δοχείο, όταν αυτό έχει όγκο 8L αλλά και όταν το αέριο μίγμα του δοχείου, οδηγηθεί σε νέα θέση ισορροπίας, λόγω μεταβολής του όγκου του δοχείου.

(απ.: $K_c=0,5\text{L/mol} - V_{\text{τελ.}}=1,75\text{L}$)

13. Σε κενό κλειστό δοχείο, όγκου 3L, εισάγονται 5mol του αερίου Α. Εντός του δοχείου η θερμοκρασία είναι σταθερή και ίση με $\theta^\circ\text{C}$. Το αέριο Α διασπάται στα αέρια Β και Γ, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση...



...ενώ παράλληλα μετατρέπεται και στο αέριο Δ, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση...



Μετά την αποκατάσταση ΧΙ, στο δοχείο περιέχεται 1mol του αερίου Α.

Αν είναι $K_2=5 \cdot K_1$, να υπολογιστούν οι ποσότητες των αερίων Β, Γ και Δ, που θα υπάρχουν στο δοχείο, μετά την αποκατάσταση ΧΙ.

(απ.: $n_B=1,5\text{mol}$)

14. Σε κλειστό δοχείο, όγκου 3L και σε σταθερή θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$, περιέχονται σε ΚΧΙ 15 mol SO_3 , 6mol SO_2 , 15mol NO_2 και ορισμένες ποσότητες NO και O_2 .

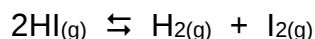
Για τη ΧΙ: $2\text{SO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{g})}$ δίνεται ότι είναι $K_{C1}=6,25\text{M}^{-1}$ σε $\theta^\circ\text{C}$.

Για τη ΧΙ: $2\text{NO}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{g})}$ δίνεται ότι είναι $K_{C2}=25/81\text{M}^{-1}$ σε $\theta^\circ\text{C}$.

Να υπολογιστούν οι ποσότητες των αερίων NO και O_2 που περιέχονται στο δοχείο και η τιμή της σταθεράς K_c σε $\theta^\circ\text{C}$ για τη ΧΙ: $\text{SO}_{2(\text{g})} + \text{NO}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{SO}_{3(\text{g})} + \text{NO}_{(\text{g})}$.

(απ.: 27mol, 3mol – 4,5)

15. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία...

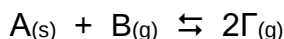


...με απόδοση 50%. Στο δοχείο εισάγεται επιπλέον ποσότητα HI, υπό σταθερή θερμοκρασία. Όταν αποκατασταθεί και πάλι ισορροπία, η απόδοση της αντίδρασης μπορεί να είναι...

- A. δε μπορεί να εκτιμηθεί B. 60% Γ. 40% Δ. 50%

32^{ος} ΠΜΔΧ 2018

16. Σε δοχείο μεταβλητού όγκου και σε ορισμένη θερμοκρασία έχει αποκατασταθεί η ισορροπία...

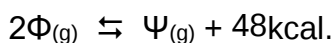


Αν αυξήσουμε τον όγκο του δοχείου, διατηρώντας αμετάβλητη τη θερμοκρασία, η συγκέντρωση του αερίου Γ...

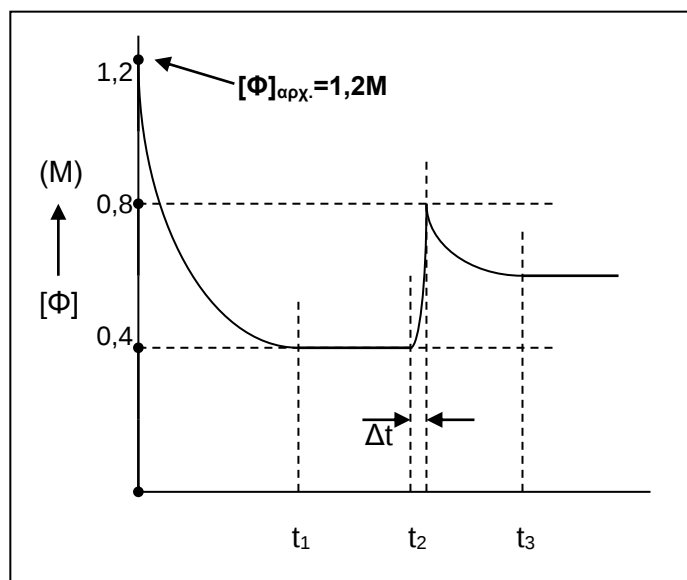
- A. θα αυξηθεί B. θα ελαττωθεί Γ. θα μείνει αμετάβλητη Δ. θα διπλασιαστεί

33^{ος} ΠΜΔΧ 2019

17. Τη χρονική στιγμή 0, σε δοχείο μεταβλητού όγκου, που έχει αρχικά όγκο 5L και διατηρείται διαρκώς σε σταθερή θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$, εισάγεται ορισμένη ποσότητα του αερίου Φ , που αρχίζει να μετατρέπεται στο αέριο Ψ , σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση...



Στο διάγραμμα C – t που ακολουθεί, φαίνεται πως μεταβάλλεται χρονικά η $[\Phi]$.



Όπως προκύπτει από το διάγραμμα, στο δοχείο αποκαθίσταται XI , μετά τη χρονική στιγμή t_1 και διατηρείται μέχρι τη χρονική στιγμή t_2 , οπότε μεταβάλλοντας τον όγκο του δοχείου, εξαναγκάζουμε τη $[\Phi]$, μέσα σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα Δt , από 0,4M να γίνει 0,8M. Αυτή η παρέμβασή μας έχει ως αποτέλεσμα τη διατάραξη της XI , η οποία αποκαθίσταται και πάλι, αργότερα, τη χρονική στιγμή t_3 .

Ζητείται...

1. Να υπολογιστεί η τιμή της $[\Psi]$ τη χρονική στιγμή t_1 .
 2. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c για την παραπάνω αμφίδρομη αντίδραση στους $\theta^\circ\text{C}$.
 3. Να εξηγηθεί προς ποια κατεύθυνση γίνεται η αντίδραση ώστε να αποκατασταθεί και πάλι XI , μετά τη μεταβολή που προκάλεσαμε στον όγκο του δοχείου.
 4. Να βρεθεί η τιμή της $[\Phi]$ μετά τη χρονική στιγμή t_3 .
 5. Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που αντάλλαξε (απελευθέρωσε ή απορρόφησε) το σύστημα με το περιβάλλον, από τη χρονική στιγμή $t_2 + \Delta t$ μέχρι τη στιγμή t_3 .
(απ.: $K_c = 2,5\text{M}^{-1} - [\Phi]_{\text{τελ.}} = 0,6\text{M}$)
18. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία...



Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία, προσθέτουμε στο δοχείο επιπλέον ποσότητα $\text{PCl}_{5(g)}$. Η απόδοση της αντίδρασης...

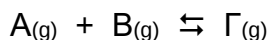
- A. παραμένει σταθερή B. μεγαλώνει Γ. ελαττώνεται
Δ. δεν μπορούμε να προβλέψουμε πως θα μεταβληθεί η απόδοση

32^{ος} ΠΜΔΧ 2018

19. Σε κενό δοχείο όγκου 8L και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, εισάγονται και εγκλείονται 0,2mol του αερίου Α, 0,3mol του αερίου Β και 0,4mol του αερίου Γ. Στο δοχείο προ-

σαρμόζεται κατάλληλα ένα μανόμετρο, που δείχνει ανά πάσα στιγμή την πίεση που ασκείται στα τοιχώματα αυτού από το περιεχόμενο αέριο μείγμα.

Ανεβάζουμε τη θερμοκρασία στους 127°C και φροντίζουμε να διατηρείται σταθερή. Τα τρία αέρια αρχίζουν να αλληλεπιδρούν, σύμφωνα με την ακόλουθη χημική εξίσωση...



Αυτό γίνεται αντιληπτό από το γεγονός ότι η ένδειξη μανομέτρου, διαρκώς αλλάζει.

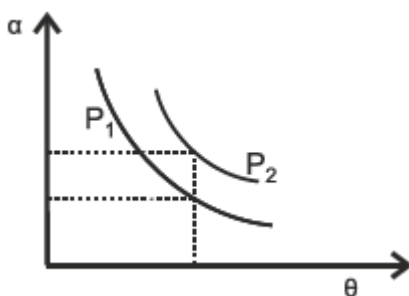
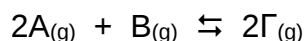
Ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα η ένδειξη του μανομέτρου σταθεροποιείται στις $4,1\text{atm}$. Ζητείται να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c για την παραπάνω αντίδραση στους 127°C .

(απ.: $K_c=20\text{M}^{-1}$)

20. Σε μίγμα που αποτελείται από $6\text{mol CH}_3\text{COOH}$ και 4mol HCOOH , προσθέτουμε ορισμένη ποσότητα CH_3OH και θερμαίνουμε. Να υπολογιστεί η ποσότητα της μεθανόλης που προστέθηκε, αν τελικά σχηματίζονται συνολικά 5mol εστέρων. Δίνεται ότι η αμφίδρομη αντίδραση υδρόλυσης ενός εστέρα είναι ίση με $0,25$, ανεξάρτητα από το ποιος είναι ο εστέρας, αλλά και ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία.

(απ.: $6,25\text{mol}$) 33^{ος} ΠΜΔΧ 2019

21. Σε δοχείο μεταβλητού όγκου πραγματοποιείται η χημική ισορροπία:



Στο παραπάνω διάγραμμα δίνονται δύο γραφικές παραστάσεις της απόδοσης α σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία θ σε δύο διαφορετικές τιμές πίεσης P_1 και P_2 .

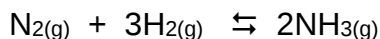
α. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

β. Να εξηγήσετε ποια από τις δύο πιέσεις P_1 , P_2 είναι μεγαλύτερη.

(Πανελλαδικές Εξετάσεις 2022, Θέμα Β4, Μονάδες 2+3)

22. Η αμμωνία (NH_3) είναι ένα σπουδαίο βιομηχανικό αέριο με πολλές χρήσεις.

Ισομοριακό αέριο μίγμα N_2 και H_2 εισάγεται σε θερμαινόμενο σωλήνα θερμοκρασίας $\theta^{\circ}\text{C}$ παρουσία καταλύτη, οπότε συντίθεται η αμμωνία NH_3 , σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση:



Το εξερχόμενο αέριο μίγμα εισάγεται σε δοχείο όγκου V_1 και η σύστασή του παραμένει σταθερή.

- Δ1. Αν το μίγμα περιέχει $20\%\text{v/v NH}_3$, να βρείτε την απόδοση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε.

Μονάδες 6

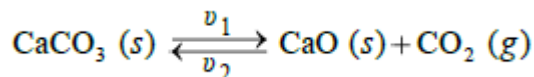
- Δ2. Τα συνολικά mol των αερίων στο δοχείο είναι 10 και η πιο πάνω αντίδραση έχει

$K_c = \frac{20}{27}$ στους $\theta^{\circ}\text{C}$. Να υπολογίσετε τον όγκο V_1 του δοχείου.

Μονάδες 6

- Δ3. Ένα από τα προϊόντα της βιομηχανικής παρασκευής της αμμωνίας (NH_3) είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 , το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ανθρακικού ασβεστίου $\text{CaCO}_{3(s)}$.

Σε δοχείο σταθερού όγκου $V_2=1\text{L}$ εισάγονται $2\text{mol CaCO}_{3(s)}$. Το δοχείο θερμαίνεται στους $\theta^\circ\text{C}$, οπότε το $\text{CaCO}_{3(s)}$ διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



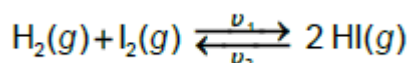
Ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής συγκέντρωσης του CO_2 είναι $u=0,4\text{M/min}$ και ο βαθμός διάσπασης του $\text{CaCO}_{3(s)}$ είναι 0,5. Αν οι αντιδράσεις και προς τις δύο κατευθύνσεις της χημικής ισορροπίας είναι στοιχειώδεις (απλές) τότε:

- να γράψετε το νόμο της ταχύτητας της αντίδρασης διάσπασης του $\text{CaCO}_{3(s)}$ (μονάδες 2), καθώς και το νόμο της αντίθετης αντίδρασης (μονάδες 2).
- να υπολογίσετε τις τιμές και τις μονάδες των σταθερών ταχύτητας k_1 και k_2 (μονάδες 4).
- να υπολογίσετε τα mol του CO_2 που πρέπει να αφαιρεθούν από το δοχείο, ώστε η πίεση σε αυτό να υποδιπλασιαστεί υπό σταθερή θερμοκρασία (μονάδες 5).

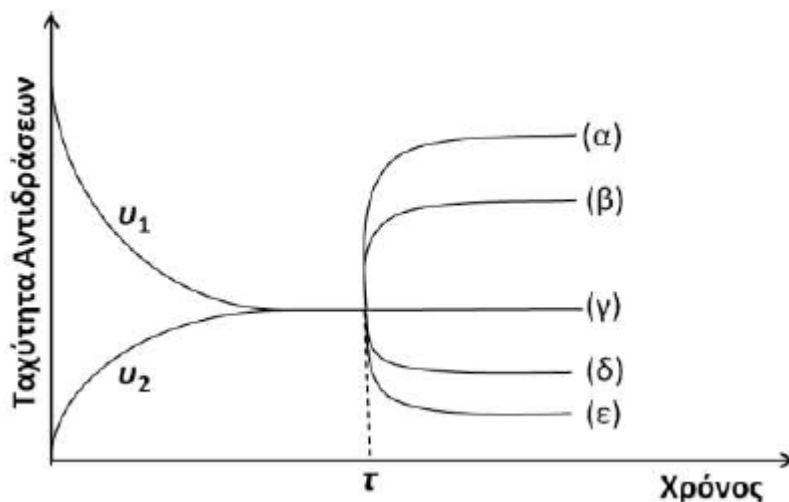
Μονάδες 13

4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων Χημείας 2021

23. Σε ένα κλειστό δοχείο αποκαθίσταται η ακόλουθη ισορροπία...



...όπου u_1 και u_2 είναι οι ταχύτητες των δύο αντίθετων πορειών. Στο ακόλουθο διάγραμμα δίνονται οι μεταβολές των u_1 , u_2 με το χρόνο. Τη χρονική στιγμή τ προστίθεται στο σύστημα κατάλληλος καταλύτης, οπότε η μεταβολή της u_1 ακολουθεί την καμπύλη (β).



- i) Να εξηγήσετε ποια από τις καμπύλες (α), (β), (γ), (δ) και (ε) θα ακολουθήσει η u_2 .

Αν στο ίδιο σύστημα τη χρονική στιγμή τ , αντί για την προσθήκη καταλύτη μεταβληθεί ο όγκος του δοχείου, τότε η u_1 ακολουθεί την καμπύλη (δ).

- ii) Να εξηγήσετε ποια καμπύλη θα ακολουθήσει η u_2 .

iii) Να εξηγήσετε αν αυξήθηκε ή μειώθηκε ο όγκος του δοχείου.

Πανελλαδικές Εξετάσεις Χημείας 2020, Θέμα Β4, Μονάδες 3·2=6

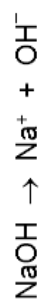
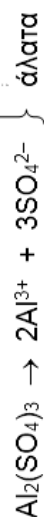
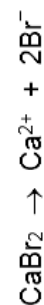
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΩΝ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ (οξέα – βάσεις – άλατα)

Ιοντικοί (στο νερό παθαίνουν **διάσπαση**)

- ❖ Άλατα
- ❖ Ιοντικές βάσεις (υδροξειδία μετάλλων)

Εξισώσεις διάσπασης

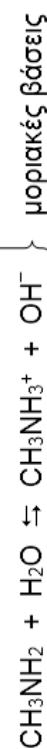
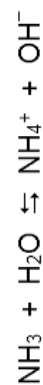
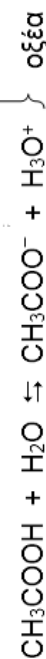
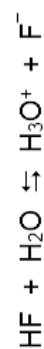
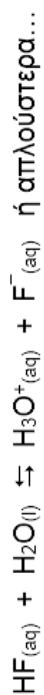


Η διάσπαση που παθαίνουν οι ιοντικοί ηλεκτρολύτες είναι πλήρης, δηλαδή γίνεται σε ποσοστό 100%.

Μοριακοί (στο νερό παθαίνουν **ιοντισμό**)

- ❖ Οξέα
- ❖ Μοριακές βάσεις (π.χ. αμμωνία NH_3)

Εξισώσεις ιοντισμού



Ο ιοντισμός των μοριακών ηλεκτρολυτών δεν είναι πλήρης, γίνεται δηλαδή σε μικρό βαθμό. Για το λόγο αυτό, οι μοριακοί ηλεκτρολύτες χαρακτηρίζονται ως ασθενείς.

Εξαιρούνται και παθαίνουν πλήρη ιοντισμό, είναι δηλαδή ισχυροί ηλεκτρολύτες, τα παρακάτω οξέα:

HCl , HBr , HI , HNO_3 , HClO_4 και H_2SO_4 (στην α' βαθμίδα ιοντισμού του).

Έτσι για ένα ισχυρό οξύ γράφουμε...



ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΙΣΧΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΩΝ

Ισχυροί ηλεκτρολύτες είναι όλοι οι ιοντικοί ηλεκτρολύτες (παθαίνουν στο νερό **πλήρη διάσπαση**) και από τους μοριακούς ηλεκτρολύτες παθαίνουν στο νερό **πλήρη ιοντισμό**, μόνο τα οξέα... HCl , HBr , HI , HNO_3 , HClO_4 και το H_2SO_4 στην α' βαθμίδα ιοντισμού του. Όλοι οι υπόλοιποι μοριακοί ηλεκτρολύτες είναι ασθενείς ηλεκτρολύτες.

Το πόσο ασθενής είναι ένας ηλεκτρολύτης, μπορεί να προσδιοριστεί με δυο μεγέθη. Αυτά είναι ο **βαθμός ιοντισμού** και η **σταθερά ιοντισμού** του ασθενή ηλεκτρολύτη.

Βαθμός ιοντισμού "α" ασθενή ηλεκτρολύτη

Ονομάζεται έτσι το πηλίκο της συγκέντρωσης του ηλεκτρολύτη που έπαθε ιοντισμό, προς τη συνολική συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη που βρίσκεται διαλυμένη στο διάλυμα. Έτσι αν σε διάλυμα του ασθενούς οξέος "**HA**" συγκέντρωσης π.χ. $0,2\text{M}$, έχουν υποστεί ιοντισμό $0,05\text{mol/L}$, δηλαδή έχει ιοντιστεί συγκέντρωση $0,05\text{M}$, μπορούμε να πούμε ότι ο βαθμός ιοντισμού του HA είναι...

$$a = \frac{0,05}{0,2} = 0,25$$

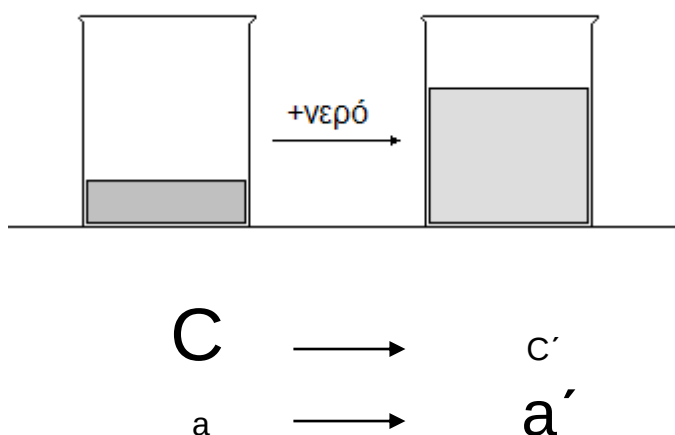
Με πολλαπλασιασμό του βαθμού ιοντισμού επί 100, προκύπτει το ποσοστό ιοντισμού του ηλεκτρολύτη. Στο παράδειγμα που δόθηκε, θα είναι προφανώς...

$$\text{Ποσοστό ιοντισμού} = a \cdot 100 = 0,25 \cdot 100 = 25\%$$

Το ποσοστό αυτό δείχνει ότι από τα 100 διαλυμένα μόρια του ασθενούς οξέος HA , ιοντίστηκαν μόνο τα 25, δηλαδή 1 στα 4.

Ο βαθμός ιοντισμού "α" εξαρτάται από...

- ❖ Τη θερμοκρασία του διαλύματος. Αυξανόμενη της θερμοκρασίας του διαλύματος, αυξάνεται η τιμή του "α", επειδή ο ιοντισμός ενός ηλεκτρολύτη είναι ενδόθερμη διεργασία.
- ❖ Τη συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη στο διάλυμα. Μείωση της συγκέντρωσης του ηλεκτρολύτη στο διάλυμα, συνεπάγεται αύξηση της τιμής του "α". Αυτό φαίνεται καλύτερα στο σχήμα που ακολουθεί.



- ❖ Τη φύση του διαλύτη. Έτσι αν χρησιμοποιηθεί διαλύτης X , που έχει μεγαλύτερη τάση πρόσληψης ιόντος υδρογόνου (H^+), απ' ότι το νερό, είναι αναμενόμενο το ασθενές οξύ "**HA**" να εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή "α" όταν είναι διαλυμένο στο διαλύτη X απ' ότι όταν είναι διαλυμένο στο νερό, σε ίδια εννοείται συγκέντρωση και θερμοκρασία.

- ❖ Τη φύση του ίδιου του ασθενή ηλεκτρολύτη.
- ❖ Την πιθανή παρουσία κοινού ιόντος, οπότε λόγω «επίδρασης κοινού ιόντος» (ΕΚΙ) η τιμή του “α” μειώνεται. Έτσι ο βαθμός ιοντισμού του HF περιορίζεται όταν σε υδατικό διάλυμα HF διαλύσουμε ένα φθοριούχο άλας, π.χ. NaF.
Οι εξισώσεις διάστασης και ιοντισμού των δυο ηλεκτρολυτών είναι...



Όπως φαίνεται, από τη διάσταση του NaF ελευθερώνονται ιόντα F^- , με αποτέλεσμα η ισορροπία στον ιοντισμό του HF να μετατοπίζεται, σύμφωνα με την “αρχή του Le Chatelier”, προς τα αριστερά και ο βαθμός ιοντισμού του HF να ελαττώνεται.

Σε κάθε ανάλογη περίπτωση λέμε ότι έχουμε “**επίδραση κοινού ιόντος**” (ΕΚΙ), με αποτέλεσμα ο “α” να ελαττώνεται. Εδώ το κοινό ιόν είναι προφανώς το F^- .

Ανάμεσα σε δυο ασθενείς ηλεκτρολύτες, ισχυρότερος είναι εκείνος που παρουσιάζει μεγαλύτερο βαθμό ιοντισμού, με την προϋπόθεση όμως ότι τα διαλύματα των δυο ηλεκτρολυτών βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, έχουν την ίδια συγκέντρωση, χρησιμοποιήθηκε σ’ αυτά ο ίδιος διαλύτης και δεν υπάρχει ΕΚΙ.

Σταθερά ιοντισμού ασθενή ηλεκτρολύτη

Προκύπτει από τη σταθερά χημικής ισορροπίας K_c της αμφίδρομης αντίδρασης ιοντισμού του ασθενή ηλεκτρολύτη. Πιο συγκεκριμένα για τον ιοντισμό του υποθετικού ασθενούς μονοπρωτικού οξέος “HA”, θα έχουμε...



Σταθερά X_I : $K_c = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}$

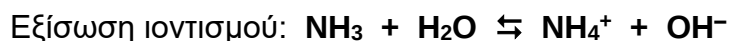
Στην παραπάνω σταθερά X_I , η $[\text{H}_2\text{O}]$ που εμφανίζεται στον παρονομαστή, είναι πρακτικά σταθερή και ίση με 55,5M, με την προϋπόθεση ότι έχουμε αραιό διάλυμα του HA (βλέπε σελ. 31). Με μεταφορά της $[\text{H}_2\text{O}]$ στο πρώτο μέλος της παραπάνω σχέσης, παίρνουμε...

$$K_c \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad \text{ή} \quad K_c \cdot 55,55 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Το α’ μέλος της τελευταίας σχέσης είναι γινόμενο σταθερών ποσοτήτων, άρα σταθερό. Το συμβολίζουμε με “ K_a ” και το ονομάζουμε “σταθερά ιοντισμού” του ασθενούς οξέος HA. Ο δείκτης “a” είναι από τη λέξη “acid” που σημαίνει “οξύ”. Σύμφωνα με τα παραπάνω η τελευταία σχέση θα γραφεί...

Σταθερά ιοντισμού: $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$

Ανάλογα, για τη σταθερά ιοντισμού ασθενούς βάσης, αντί “ K_a ” γράφουμε “ K_b ” (ο δείκτης “b” είναι από τη λέξη “base” που σημαίνει “βάση”). Έτσι για τον ιοντισμό της αμμωνίας (NH_3), θα έχουμε...



Σταθερά ιοντισμού: $K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$

Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη τιμή έχει η σταθερά ιοντισμού K_a (ή K_b), τόσο περισσότερο προς τα δεξιά είναι μετατοπισμένη η αντίδραση ιοντισμού του ασθενούς ηλεκτρολύτη, άρα τόσο ισχυρότερος είναι αυτός.

Η σταθερά ιοντισμού, αφού είναι σταθερά ΧΙ, θα εξαρτάται από...

- ❖ Τη θερμοκρασία του διαλύματος. Όπως αναφέρθηκε και στην περίπτωση του βαθμού ιοντισμού, ο ιοντισμός ενός ασθενούς ηλεκτρολύτη είναι γενικά μια ενδόθερμη διεργασία, άρα ευνοείται από την αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι σε υψηλότερη θερμοκρασία, επειδή η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, θα έχουμε αύξηση της σταθεράς ιοντισμού K_a .
- ❖ Τη φύση του διαλύτη.
- ❖ Τη φύση του ηλεκτρολύτη.

Προφανώς ανάμεσα σε δυο ασθενή οξέα, ισχυρότερο είναι εκείνο που έχει μεγαλύτερη τιμή K_a , με την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία των διαλυμάτων των δυο οξέων είναι ίδια και ότι αυτά έχουν διαλυθεί στον ίδιο διαλύτη.

Είναι φανερό ακόμη, ότι η σύγκριση της ισχύος δυο ηλεκτρολυτών γίνεται ευκολότερα με σύγκριση της τιμής που έχουν οι σταθερές ιοντισμού αυτών, απ' ότι οι βαθμοί ιοντισμού τους, επειδή η σταθερά ιοντισμού εξαρτάται από λιγότερες παραμέτρους, σε σχέση με το βαθμό ιοντισμού του ασθενούς ηλεκτρολύτη.

Αυτοϊοντισμός νερού – pH

Έχει βρεθεί ότι το νερό αυτοϊοντίζεται, σε πάρα πολύ μικρό βαθμό, κατά το σχήμα...



Το ιόν με τύπο " H_3O^+ ", που εμφανίζεται στο β' μέλος της παραπάνω εξίσωσης, ονομάζεται "υδροξόνιο" ή απλούστερα "οξόνιο". Εφαρμόζοντας το νόμο ΧΙ για την παραπάνω αμφίδρομη αντίδραση, παίρνουμε...

$$K_c = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

Μπορούμε να υπολογίσουμε εύκολα τη συγκέντρωση του νερού, αν σκεφτούμε ότι το 1L ορίζεται ως ο όγκος που καταλαμβάνει 1kg νερού, (στους 4°C). Η ποσότητα αυτή εκφρασμένη σε mol είναι...

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow n = \frac{1000}{18} = 55,55 \text{ mol H}_2\text{O}$$

Άρα η συγκέντρωση του νερού μέσα σε μια ποσότητα καθαρού νερού, θα είναι...

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow C = \frac{55,55}{1} = 55,55 \text{ mol/L} \quad \text{ή} \quad C = 55,55 \text{ M.}$$

Την ίδια τιμή για τη συγκέντρωση του νερού υπολογίζουμε και στην περίπτωση οποιουδήποτε αραιού υδατικού διαλύματος, ακολουθώντας τους εξής συλλογισμούς...

Ας θεωρήσουμε ότι σχηματίζουμε ένα αραιό διάλυμα, διαλύοντας ορισμένη ποσότητα από τη διαλυμένη ουσία σε 1L νερού. Εφόσον το σχηματιζόμενο διάλυμα είναι αραιό, μπορούμε να δεχτούμε ότι ο όγκος του διαλύματος που σχηματίζεται δε διαφέρει σημαντικά από τον όγκο του διαλύτη που χρησιμοποιήθηκε αρχικά. Μπορούμε δηλαδή να θεωρήσουμε, χωρίς ουσιαστικό σφάλμα, ότι το διάλυμα που σχηματίσαμε έχει και αυτό όγκο 1L. Προφανώς η $[\text{H}_2\text{O}]$ θα βρεθεί για το αραιό αυτό διάλυμα ίση πάλι με 55,55M.

Με δεδομένη λοιπόν τη $[\text{H}_2\text{O}]$, η σχέση της σταθεράς K_c στην αντίδραση αυτοϊοντισμού του νερού, θα γραφεί...

$$K_c \cdot [H_2O]^2 = [H_3O^+][OH^-] \quad \text{ή} \quad K_c \cdot 55,55^2 = [H_3O^+][OH^-]$$

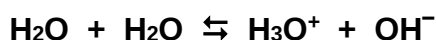
Το α' μέλος της τελευταίας σχέσης είναι γινόμενο σταθερών ποσοτήτων, άρα σταθερό. Το συμβολίζουμε με " K_w " και το ονομάζουμε "σταθερά ιοντισμού" ή "γινόμενο ιόντων" του νερού. Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν μπορούμε να γράψουμε...

$$K_w = [H_3O^+][OH^-]$$

Η σταθερά K_w ως σταθερά X_l που είναι, εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία και μάλιστα αυξάνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, επειδή ο αυτοϊοντισμός του νερού είναι ενδόθερμη διεργασία.

Η τιμή της σταθεράς K_w στους 25°C είναι ίση με 10^{-14} . Το γεγονός ότι η τιμή της K_w είναι τόσο μικρή, δείχνει πόσο πολύ περιορισμένος είναι ο αυτοϊοντισμός του νερού, στη θερμοκρασία αυτή.

Έστω πάλι η εξίσωση αυτοϊοντισμού του νερού.



Από τη στοιχειομετρία αυτής της εξίσωσης, είναι φανερό ότι για κάθε οξόνιο (H_3O^+) που προκύπτει κατά τον αυτοϊοντισμό του νερού, εμφανίζεται ταυτόχρονα και ένα υδροξείδιο (OH^-). Επομένως στο καθαρό νερό ο αριθμός των περιεχόμενων οξωνίων είναι ίσος με τον αριθμό των περιεχόμενων υδροξειδίων, οπότε και οι συγκεντρώσεις αυτών των ιόντων θα είναι ίσες. Καταλαβαίνουμε δηλαδή, ότι στο καθαρό νερό είναι...

$$[H_3O^+] = [OH^-]$$

Το καθαρό νερό αλλά και κάθε υδατικό διάλυμα στο οποίο ισχύει η τελευταία σχέση, χαρακτηρίζεται ως ουδέτερο.

Αν σε υδατικό διάλυμα είναι ...

$$[H_3O^+] > [OH^-]$$

τότε το διάλυμα αυτό χαρακτηρίζεται ως όξινο.

Τέλος αν σε υδατικό διάλυμα είναι ...

$$[H_3O^+] < [OH^-]$$

τότε το διάλυμα αυτό χαρακτηρίζεται ως βασικό.

- ❖ Ειδικά στην περίπτωση που η θερμοκρασία ενός **ουδέτερου** υδατικού διαλύματος είναι **25°C** , θα έχουμε...

$$\left. \begin{array}{l} K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \\ \text{και } [H_3O^+] = [OH^-] \end{array} \right\} \Rightarrow [H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{M}$$

- ❖ Στην περίπτωση ενός **όξινου** υδατικού διαλύματος, στους **25°C** , θα έχουμε...

$$[H_3O^+] > [OH^-] \Leftrightarrow [H_3O^+] \cdot [H_3O^+] > [H_3O^+] \cdot [OH^-] \Leftrightarrow [H_3O^+]^2 > K_w \Rightarrow [H_3O^+]^2 > 10^{-14}$$

Με αποτετραγωνισμό της τελευταίας σχέσης θα πάρουμε...

$$[H_3O^+] > 10^{-7} \text{M}. \quad \text{Για παράδειγμα μπορεί να είναι } [H_3O^+] = 10^{-5} \text{M}.$$

- ❖ Εργαζόμενοι ανάλογα, στην περίπτωση ενός **βασικού** υδατικού διαλύματος, στους **25°C** , θα έχουμε...

$$[H_3O^+] < 10^{-7} \text{M}. \quad \text{Για παράδειγμα μπορεί να είναι } [H_3O^+] = 10^{-10} \text{M}.$$

Σε πολλές εφαρμογές, που σχετίζονται με υδατικά διαλύματα, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε πόσο όξινο είναι το διάλυμα, δηλαδή πόσο μεγάλη είναι σ' αυτό η $[H_3O^+]$. Συνήθως, όπως φάνηκε και λίγο παραπάνω, η συγκέντρωση των οξωνίων ενός υδατι-

κού διαλύματος, αποδίδεται με κάποια αρνητική δύναμη του 10, δηλαδή με έναν όχι και τόσο πρακτικό τρόπο.

Για να αποφεύγεται η χρήση αρνητικών εκθετικών εκφράσεων, όταν κάποιος προσπαθεί να δείξει πόσο όξινο είναι ένα υδατικό διάλυμα, ο S. P. L. Sørensen πρότεινε για τον ίδιο λόγο, να χρησιμοποιείται ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των οξωνίων, αντί της ίδιας της συγκέντρωσης αυτών, και ονόμασε αυτό το λογάριθμο “pH”. Είναι δηλαδή...

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

Έτσι, όταν έχουμε $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4}\text{M}$, θα είναι $\text{pH} = -\log 10^{-4} = -(-4) = 4$.

Κατ’ αναλογία προς τον ορισμό του pH, έχουμε και...

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \text{ αλλά και } \text{pK}_a = -\log K_a \text{ ή } \text{pK}_b = -\log K_b \text{ ή } \text{pK}_w = -\log K_w.$$

Από τα μαθηματικά δικαιολογούνται οι ακόλουθες ισοδυναμίες:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

Επίσης, αν λογαριθμήσουμε τη σχέση της σταθεράς K_w , για τη θερμοκρασία των 25°C , θα έχουμε...

$$\begin{aligned} K_w &= [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] \Leftrightarrow \log\{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]\} = \log K_w \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \log[\text{H}_3\text{O}^+] + \log[\text{OH}^-] = \log 10^{-14} \end{aligned}$$

Πολλαπλασιάζοντας και τα δυο μέλη της τελευταίας ισότητας με το -1 , θα έχουμε...

$$-\log[\text{H}_3\text{O}^+] - \log[\text{OH}^-] = -\log 10^{-14} \text{ ή}$$

$$\{-\log[\text{H}_3\text{O}^+]\} + \{-\log[\text{OH}^-]\} = -(-14) \Rightarrow \text{pH} + \text{pOH} = 14.$$

ΠΡΟΣΟΧΗ! Η τελευταία σχέση ισχύει μόνο για $\theta=25^\circ\text{C}$.

Με βάση όλα τα παραπάνω μπορούμε να σχηματίσουμε τον ακόλουθο πίνακα...

Είδος διαλύματος	Σχέση $\text{H}_3\text{O}^+ - \text{OH}^-$	Μόνο για $\theta=25^\circ\text{C}$.	
Όξινο διάλυμα	$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$	$\text{pH} < 7$	$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$
Ουδέτερο διάλυμα	$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$	$\text{pH} = 7$	
Βασικό διάλυμα	$[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$	$\text{pH} > 7$	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ pH

Σε κάθε υδατικό διάλυμα, ο υπολογισμός της τιμής του pH του, ανάγεται σε προσδιορισμό της $[\text{H}_3\text{O}^+]$, ή της $[\text{OH}^-]$, που περιέχεται στο διάλυμα αυτό. Στη συνέχεια το pH του διαλύματος υπολογίζεται εύκολα από το γνωστό τύπο. Στην απλούστερη περίπτωση, στο υδατικό διάλυμα θα περιέχεται ένα οξύ ή μια βάση ή ένα άλας, οπότε εργαζόμαστε όπως υποδεικνύεται παρακάτω.

Διάλυμα ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης

Γράφουμε τη χημική εξίσωση ιοντισμού (ή διάστασης) του ηλεκτρολύτη και συσχετίζουμε τη συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη με τη $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ή τη $[\text{OH}^-]$.

Παρατηρήσεις

- Σε κάθε υδατικό διάλυμα εκτός από τον ιοντισμό ή τη διάσταση του διαλυμένου ηλεκτρολύτη, λαμβάνει χώρα και ο αυτοϊοντισμός του νερού, σύμφωνα με τη χημική εξί-

σωση που ακολουθεί, από τον οποίο προκύπτει κάποια ποσότητα οξωνίων και υδροξειδίων.



Στην περίπτωση που η συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη δεν είναι πολύ μικρή, (όχι μικρότερη από 10^{-6}M), ο αυτοϊοντισμός του νερού, λόγω ΕΚΙ, περιορίζεται δραματικά, οπότε οι ποσότητες οξωνίων και υδροξειδίων, που προκύπτουν στο διάλυμα από αυτόν, μπορούν να θεωρηθούν αμελητέες.

- Αν αντί της συγκέντρωσης “C” του ηλεκτρολύτη στο διάλυμα, δίνεται κάποια εκατοστιαία περιεκτικότητα αυτού, π.χ. περιεκτικότητα %w/v, θα πρέπει από αυτή να υπολογιστεί η μοριακή κατ’ όγκο συγκέντρωση του διαλύματος (Molarity).
- Αν στο πρόβλημα αναφέρεται ότι γίνεται αραίωση του διαλύματος, τότε χρησιμοποιούμε το γνωστό τύπο της αραίωσης...

$$n_{\text{αρχ.}} = n_{\text{τελ.}} \Rightarrow C_{\text{αρχ.}} \cdot V_{\text{αρχ.}} = C_{\text{τελ.}} \cdot V_{\text{τελ.}}$$

Στον τύπο αυτό, με “n” συμβολίζουμε τα mol του διαλυμένου ηλεκτρολύτη και με το “C” συμβολίζουμε τη συγκέντρωσή του στο διάλυμα.

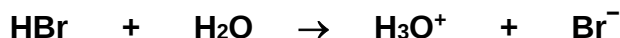
- Εφόσον δεν αναφέρεται κάτι διαφορετικό, η θερμοκρασία των διαλυμάτων στα διάφορα προβλήματα θα λαμβάνεται ίση με 25°C , οπότε θα θεωρούμε ότι είναι $K_w = 10^{-14}$ και ότι άρα θα ισχύει επιπλέον η σχέση **$\text{pH} + \text{pOH} = 14$** .

Παραδείγματα

- Να υπολογιστεί το pH υδροβρωμικού οξέος, συγκέντρωσης **0,01M**.

Λύση

Η εξίσωση ιοντισμού του HBr είναι...



Είναι φανερό ότι από... **0,01M** θα προκύψουν... **0,01M**

Άρα στο διάλυμα θα είναι...

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,01\text{M} = 10^{-2}\text{M} \text{ και}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-2} = 2.$$

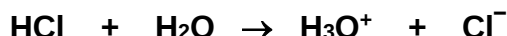
- Υδροχλωρικό οξύ που έχει $\text{pH} = 5$, αραιώνεται σε εκατονταπλάσιο τελικό όγκο. Να υπολογιστεί το pH του αραιωμένου διαλύματος.

Λύση

Αρχικό διάλυμα

Έχουμε... **$\text{pH} = 5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5}\text{M}$** .

Η εξίσωση ιοντισμού του HCl είναι...



Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης ιοντισμού του HCl, είναι προφανές ότι για να είναι...

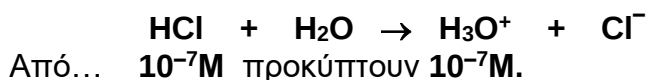
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5}\text{M} \Rightarrow \text{η συγκέντρωση του HCl στο διάλυμα, είναι κι αυτή } C = 10^{-5}\text{M}.$$

Τελικό διάλυμα

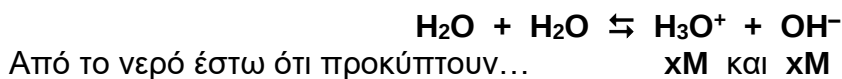
Για να υπολογιστεί το pH του αραιωμένου διαλύματος, πρέπει πρώτα να προσδιοριστεί η συγκέντρωση του HCl στο διάλυμα αυτό. Αυτό γίνεται εύκολα με τη βοήθεια του τύπου της αραίωσης.

$$C_{\text{αρχ.}} \cdot V_{\text{αρχ.}} = C_{\text{τελ.}} \cdot V_{\text{τελ.}} \Rightarrow 10^{-5} \cdot V_{\text{αρχ.}} = C_{\text{τελ.}} \cdot 100V_{\text{τελ.}} \Rightarrow C_{\text{τελ.}} = 10^{-7}\text{M}$$

Επειδή στο τελικό διάλυμα, η συγκέντρωση του HCl είναι πολύ μικρή ($C < 10^{-6} M$), για τον υπολογισμό του pH του διαλύματος, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο αυτοϊοντισμός του νερού. Θα έχουμε λοιπόν... Ιοντισμός του HCl...



Αυτοϊοντισμός του νερού...



Προφανώς θα είναι... $[\text{H}_3\text{O}^+] = (10^{-7} + x) M$ και $[\text{OH}^-] = x M$.

Ακόμη θα ισχύει... $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow$

$$(10^{-7} + x) \cdot x = 10^{-14} \Rightarrow x^2 + 10^{-7} \cdot x - 10^{-14} = 0$$

Η διακρίνουσα της τελευταίας εξίσωσης είναι... $\Delta = 5 \cdot 10^{-14}$.

Από τις δυο ρίζες της εξίσωσης, αποδεκτή είναι η...

$$x = \frac{-10^{-7} + \sqrt{\Delta}}{2} = \frac{10^{-7} \cdot (\sqrt{5} - 1)}{2} = 6.18 \cdot 10^{-8}$$

Για τη συγκέντρωση των οξωνίων στο διάλυμα, θα είναι...

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = (10^{-7} + 6.18 \cdot 10^{-8}) = 1.618 \cdot 10^{-7} M \Rightarrow$$

$$\text{pH} = -\log(1.618 \cdot 10^{-7}) = 6.8.$$

Αν δεν είχαμε λάβει υπόψη μας και τον αυτοϊοντισμό του νερού και προσδιορίζαμε τη $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μόνο από τον ιοντισμό του HCl, θα προέκυπτε... $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} M$.

Έτσι, για το υδροχλωρικό οξύ, στους 25°C , θα είχαμε $\text{pH} = 7!!$ (άτοπο).

- Να υπολογιστεί το pH υδατικού διαλύματος καυστικού νατρίου (NaOH), περιεκτικότητας **0,08% w/v**. Να ληφθεί **$\log 2 \approx 0,3$** . Οι απαιτούμενες για τη λύση των προβλημάτων, τιμές σχετικών ατομικών μαζών (A_r), να θεωρείται πάντα ότι είναι δεδομένες.

Λύση

Αφού εδώ έχουμε διάλυμα βάσης, θα προσδιορίσουμε τη $[\text{OH}^-]$, από τη συγκέντρωση “C” του ηλεκτρολύτη και στη συνέχεια το “pOH” και μετά την τιμή του “pH” του διαλύματος.

Η συγκέντρωση “C” της βάσης (NaOH) στο διάλυμα, θα υπολογιστεί από την περιεκτικότητα του διαλύματος, ως εξής...

Διάλυμα περιεκτικότητας **0,8% w/v**, σημαίνει ότι...

Σε **100 mL** διαλύματος βρίσκονται διαλυμένα **0,08 g** δ. ουσ. (NaOH).

Για τη συγκέντρωση εξάλλου του διαλύματος, είναι γνωστό ότι ισχύει ο τύπος...

$$C = \frac{n}{V} \quad (n: \text{τα mol της διαλυμένης ουσίας και } V: \text{ο όγκος του διαλύματος})$$

Αν στον τύπο αυτό, θέσουμε **$V = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$** , τότε, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας, που αντιστοιχεί στον όγκο αυτό, είναι **0,08 g NaOH**. Η ποσότητα αυτή εκφρασμένη σε mol θα είναι...

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{0,08}{40} = 0,002 \text{ mol NaOH. } (M_r(\text{NaOH}) = 40)$$

Επομένως για τη συγκέντρωση του διαλύματος θα προκύπτει...

$$C = \frac{0,002}{0,1} = 0,02M$$

Τώρα μπορούμε να γράψουμε την εξίσωση **διάστασης** της βάσης...



Προφανώς από... **0,02M** προκύπτουν... **0,02M**

Άρα στο διάλυμα αυτό θα είναι...

$$[OH^-] = 0,02M = 2 \cdot 10^{-2}M \Rightarrow pOH = -\log(2 \cdot 10^{-2}) = 2 - \log 2 \approx 2 - 0,3 = 1,7.$$

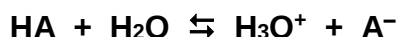
$$\text{Επειδή εξάλλου είναι } pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 1,7 = 12,3.$$

Διάλυμα ασθενούς οξέος ή ασθενούς βάσης

Στην περίπτωση υδατικού διαλύματος ασθενούς οξέος ή βάσης, πρέπει πάλι από τη συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη στο διάλυμα, να προσδιοριστεί η $[H_3O^+]$ ή η $[OH^-]$, ή μπορεί να χρειάζεται να γίνει το αντίστροφο. Τώρα όμως που ο ηλεκτρολύτης είναι ασθενής, αυτή η διαδικασία γίνεται μέσα από την εφαρμογή του νόμου της χημικής ισορροπίας, για τον μερικό ιοντισμό του ασθενή ηλεκτρολύτη.

Γενικά για το υδατικό διάλυμα ενός ασθενούς ηλεκτρολύτη, π.χ. του υποθετικού μονοβασικού οξέος HA, συγκέντρωσης CM, έχουμε τα παρακάτω...

Το ασθενές οξύ HA ιοντίζεται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση...



Αν από τη συνολικά διαλυμένη ποσότητα του ηλεκτρολύτη στο διάλυμα, έχει υποστεί ιοντισμό, μέχρι να αποκατασταθεί XI, ένα μέρος xM, τότε ο βαθμός ιοντισμού "a" του ηλεκτρολύτη στο διάλυμα, είναι...

$$a = \frac{x}{C} \Leftrightarrow x = a \cdot C$$

Για τον ιοντισμό του ηλεκτρολύτη μπορούμε να κάνουμε την ακόλουθη κατάστρωση...

	$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$				$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$		
Αρχικά	CM				CM		
Ιοντίστηκαν	xM			ή	aCM		
Παράχθηκαν		xM	xM			aCM	ACM
KXI	(C-x)M	xM	xM		C(1-a)M	aCM	ACM

Από την εφαρμογή του νόμου XI στην αντίδραση μερικού ιοντισμού του HA, έχουμε...

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow K_a = \frac{x \cdot x}{(C-x)} \quad \text{που γίνεται...} \quad K_a = \frac{x^2}{(C-x)} \quad (\text{σχέση I}) \quad \text{ή}$$

$$K_a = \frac{aC \cdot aC}{(C-aC)} \quad \text{που γίνεται...} \quad K_a = \frac{a^2 \cdot C}{(1-a)} \quad (\text{σχέση II})$$

Είναι φανερό ότι για τον προσδιορισμό του pH του διαλύματος, θα πρέπει να υπολογιστεί η $[H_3O^+]$. Είναι όμως $[H_3O^+] = xM$ ή $[H_3O^+] = aCM$, άρα απλά πρέπει να υπολογιστεί η τιμή του "x" ή η τιμή του "a", από τη "σχέση I" ή τη "σχέση II" αντίστοιχα, εφόσον είναι γνωστά τα μεγέθη "C" και "K_a".

Παρατηρήσεις

- Όταν είναι γνωστά τα "C" και "K_a", για να υπολογιστεί το "x" από τη σχέση I ή το "a" από τη σχέση II, πρέπει να λυθεί σε κάθε περίπτωση, μια δευτεροβάθμια εξίσωση. Η

μορφή αυτής της εξίσωσης απλουστεύεται σημαντικά, αν θεωρηθεί ότι ο ιοντισμός του ασθενή ηλεκτρολύτη είναι πολύ περιορισμένος, οπότε θα μπορούμε να γράψουμε...

$$x \ll C \Rightarrow C - x \approx C \quad \text{ή} \quad a \ll 1 \Rightarrow 1 - a \approx 1$$

Τότε φυσικά οι σχέσεις I και II γίνονται αντίστοιχα...

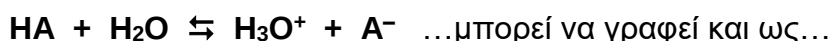
$$K_a = \frac{x^2}{C} \quad \text{και} \quad K_a = a^2 \cdot C \quad (\text{σχέση III})$$

Από τις δυο τελευταίες σχέσεις προκύπτει ότι είναι... $x = \sqrt{K_a \cdot C}$ και $a = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$.

Ο ιοντισμός του ηλεκτρολύτη θεωρείται πολύ περιορισμένος, οπότε επιτρέπεται να γίνονται οι παραπάνω απλουστεύσεις, όταν είναι $a < 0,1$ ή αλλιώς όταν είναι...

$$\sqrt{\frac{K_a}{C}} < 0,1 \Leftrightarrow \frac{K_a}{C} < 10^{-2}$$

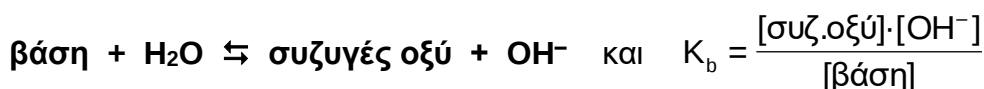
- Από τις σχέσεις II και III φαίνεται ότι το a εξαρτάται από τη συγκέντρωση C του διαλύματος, αλλά και από τη θερμοκρασία αυτού, αφού από αυτήν εξαρτάται η τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του ασθενούς οξέος HA.
Πιο συγκεκριμένα, όταν το διάλυμα αραιώνεται οπότε η συγκέντρωση C αυτού μειώνεται, τότε η τιμή του a μεγαλώνει (**νόμος αραιώσης του Ostwald**), ώστε το 2^ο μέλος της σχέσης II ή III να παραμείνει σταθερό, αφού ισούται με τη σταθερά ιοντισμού K_a του ασθενούς οξέος. Η σχέση II αποτελεί μαθηματική έκφραση του νόμου αυτού.
Ακόμη επειδή ο ιοντισμός του ηλεκτρολύτη είναι διεργασία ενδόθερμη, ευνοείται από την αύξηση της θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται τότε η σταθερά ιοντισμού K_a του ηλεκτρολύτη. Έτσι όμως αυξάνεται και η τιμή του βαθμού ιοντισμού a του ασθενή ηλεκτρολύτη, όπως φαίνεται από τις σχέσεις II και III.
- Όλα τα παραπάνω ισχύουν και στην περίπτωση διαλύματος ασθενούς βάσης, με τη διαφορά ότι η σταθερά ιοντισμού συμβολίζεται " K_b ", ενώ είναι $x = aC = [\text{OH}^-]$.
- Με βάση τους ορισμούς περί οξέων και βάσεων των **Brönsted** και **Lowry**, παρατηρούμε ότι η εξίσωση ιοντισμού του ασθενούς οξέος HA, που αποδίδεται με την εξίσωση...



Ανάλογα, στην έκφραση της σταθεράς ιοντισμού K_a μπορούμε να γράψουμε...

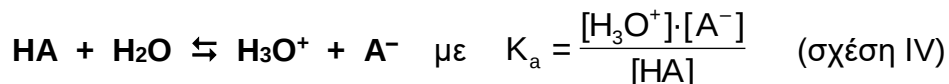
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{συζ. βάση}]}{[\text{οξύ}]}$$

Προφανώς στην περίπτωση διαλύματος ασθενούς βάσης, θα έχουμε...

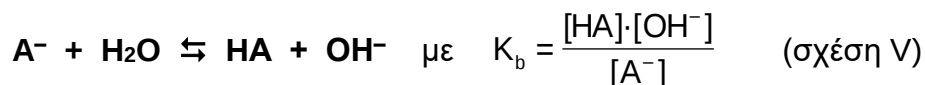


- Στην περίπτωση υδατικού διαλύματος του ασθενούς οξέος HA, αποκαθίστανται στο διάλυμα οι ακόλουθες XI...
 - ❖ Η ισορροπία από τον αυτοϊοντισμό του νερού.

$$2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \quad \text{με} \quad K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$
 - ❖ Η ισορροπία από τον ιοντισμό του ασθενούς οξέος HA.



❖ Η ισορροπία από την αλληλεπίδραση της συζυγούς βάσης A^- με το νερό.



Από τον πολλαπλασιασμό κατά μέλη των δυο τελευταίων ισοτήτων, προκύπτει...

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

Η τελευταία ισότητα φανερώνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της σταθεράς K_a , τόσο μικρότερη θα είναι η τιμή της σταθεράς K_b , δηλαδή όσο ισχυρότερη είναι η όξινη μορφή, τόσο ασθενέστερη θα εμφανίζεται η συζυγής προς αυτή, βασική μορφή. Προφανώς θα ισχύει και το αντίστροφο.

Να σημειωθεί ακόμη ότι για τον προσδιορισμό π.χ. της τιμής του pH ενός διαλύματος του ασθενούς οξέος HA, εργαζόμαστε χρησιμοποιώντας τη σχέση IV, δηλαδή δε χρειάζεται να ληφθεί υπόψη η σχέση V. Τη σχέση V θα χρησιμοποιούσαμε αν είχαμε διάλυμα της συζυγούς βάσης A^- , π.χ. αν είχαμε διάλυμα του άλατος NaA, το οποίο διαλυόμενο στο νερό και παθαίνοντας πλήρη διάσταση, παρέχει το ιόν A^- .

Παραδείγματα

- Να βρεθεί το pH υδατικού διαλύματος οξικού οξέος (CH_3COOH), συγκέντρωσης **0,1M** και ο βαθμός ιοντισμού του οξέος στο διάλυμα. Για το οξικό οξύ να ληφθεί $K_a=10^{-5}$.

Λύση

Αφού είναι $\frac{K_a}{C} = \frac{10^{-5}}{0,1} = 10^{-4} < 10^{-2}$ μπορούμε να θεωρήσουμε, χωρίς να κινδυνεύουμε να διαπράξουμε κάποιο ολέθριο σφάλμα, ότι είναι...

$$K_a = a^2 \cdot C \Rightarrow a = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{10^{-4}} = 10^{-2}.$$

Από την τιμή του βαθμού ιοντισμού που υπολογίστηκε, καταλαβαίνουμε ότι το ποσοστό κατά το οποίο ιοντίζεται το οξύ στο διάλυμά του, είναι...

$\pi = a \cdot 100 = 0,01 \cdot 100 = 1\%$, δηλαδή από κάθε εκατοντάδα μορίων του οξέος που διαλύθηκαν, μόνο ένα ιοντίζεται.

Για τον υπολογισμό του pH του διαλύματος, θα πούμε...

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = a \cdot C = 0,01 \cdot 0,1 = 10^{-3} \text{M} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-3} = 3.$$

❖ Σχόλιο

Η επίλυση του προβλήματος αυτού, έγινε χωρίς να κάνουμε κατάστρωση που να αναφέρεται στον ιοντισμό του οξικού οξέος, αλλά αποκλειστικά και μόνο με τη χρήση των κατάλληλων τύπων, που σχετίζονται γενικότερα με τον ιοντισμό των ασθενών ηλεκτρολυτών. Οι τύποι αυτοί θεωρούνται γνωστοί και δεδομένοι και μπορούμε να τους χρησιμοποιούμε ελεύθερα χωρίς ιδιαίτερη αιτιολόγηση.

- Υδατικό διάλυμα του ασθενούς οξέος **HA**, συγκέντρωσης **10^{-4}M** , παρουσιάζει **pH₁=4,7**, ενώ το ασθενές οξύ **HB** παρουσιάζει βαθμό ιοντισμού **$a_2=0,15$** σε υδατικό διάλυμά του, συγκέντρωσης **10^{-3}M** . Και τα δυο υδατικά διαλύματα βρίσκονται στην **ίδια θερμοκρασία**. Ζητείται να προσδιοριστεί ο βαθμός ιοντισμού του οξέος HA στο διάλυμά του και να εξακριβωθεί ποιο από τα δυο οξέα είναι ισχυρότερο. Να ληφθεί **log2=0,3**.

Λύση

Διάλυμα του HA

$$pH_1=4,7 \Rightarrow [H_3O^+]_1=10^{-4,7}=10^{0,3-5}=10^{0,3} \cdot 10^{-5}=2 \cdot 10^{-5}M$$

Θα είναι όμως...

$$[H_3O^+]=a \cdot C \Leftrightarrow a = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{10^{-4}} = 0,2$$

Από το βαθμό ιοντισμού προκύπτει για το οξύ HA, ότι ιοντίζεται σε ποσοστό...

$$\pi_1=a \cdot 100=0,2 \cdot 100=20\%$$

ενώ το οξύ HB ιοντίζεται σύμφωνα με την εκφώνηση, σε ποσοστό...

$$\pi_2=a \cdot 100=0,15 \cdot 100=15\%.$$

Παρατηρούμε ότι ο βαθμός ιοντισμού του HA είναι μεγαλύτερος του βαθμού ιοντισμού του HB, όμως θα ήταν παρακινδυνευμένο να πούμε ότι γι' αυτό το λόγο, ισχυρότερο από τα δύο, είναι το HA. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να ειπωθεί με απόλυτη ασφάλεια, μόνο αν τα δυο διαλύματα είχαν ίδια συγκέντρωση, σε ίδια θερμοκρασία και με ίδιο διαλύτη. Στην περίπτωση που εξετάζουμε τα διαλύματα δεν έχουν ίδια συγκέντρωση. Έτσι, για να κρίνουμε ποιο από τα δυο οξέα είναι ισχυρότερο, καταφεύγουμε στη σύγκριση των τιμών των σταθερών ιοντισμού τους K_a . Για να οδηγηθούμε σε ασφαλή συμπεράσματα, θα πρέπει τα δυο διαλύματα να έχουν ίδια θερμοκρασία και ίδιο διαλύτη, αυτό όμως είναι κάτι που ισχύει.

Για το οξύ **HA** είναι...

Για το οξύ **HB** είναι...

$$K_{a1} = \frac{a_1^2 \cdot C_1}{(1-a)} = \frac{0,2^2 \cdot 10^{-4}}{(1-0,2)} = 5 \cdot 10^{-6}$$

$$K_{a2} = \frac{a_2^2 \cdot C_2}{(1-a)} = \frac{0,15^2 \cdot 10^{-3}}{(1-0,15)} = 2,64 \cdot 10^{-5}$$

Προφανώς αφού είναι $K_{a2} > K_{a1}$ ισχυρότερο οξύ είναι το **HB**.

- Έστω ότι σε **θ°C** το καθαρό νερό έχει **pH=6,8**. Να βρεθεί το pH υδατικού διαλύματος ασθενούς βάσης **B**, συγκέντρωσης **0,1M** και θερμοκρασίας **θ°C**, αν στη θερμοκρασία αυτή η βάση B παρουσιάζει σταθερά ιοντισμού **$K_b=10^{-9}$** .

Λύση

Για το καθαρό νερό είναι πάντα... $[H_3O^+]=[OH^-]$ και $K_w=[H_3O^+]\cdot[OH^-]$.

Σύμφωνα με την εκφώνηση, στους **θ°C** το καθαρό νερό έχει **pH=6,8**.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι για το καθαρό νερό, στους **θ°C**, θα είναι...

$$[H_3O^+]=10^{-pH}=10^{-6,8}M=[OH^-] \text{ και } K_w=[H_3O^+]\cdot[OH^-]=10^{-6,8} \cdot 10^{-6,8}=10^{-13,6}.$$

Προφανώς, λόγω αυτής της τιμής της σταθεράς K_w στους **θ°C**, για κάθε υδατικό διάλυμα στη θερμοκρασία αυτή, θα είναι... **pH + pOH = 13,6**.

Γράφουμε την εξίσωση για τον ιοντισμό της βάσης B, και από κάτω δημιουργούμε την αντίστοιχη κατάστρωση.

	B + H₂O ⇌ BH⁺ + OH⁻			
Αρχικά	CM			(κατά την εκφώνηση... C=0,1M)
Ιοντίστηκαν	xM			
Παράχθηκαν		xM	xM	
KXI	(C-x)M	xM	xM	

Για τη σταθερά ιοντισμού της βάσης B, θα έχουμε...

$$K_b = \frac{[BH^+]\cdot[OH^-]}{[B]} = \frac{x^2}{(C-x)}$$

Είναι όμως $\frac{K_b}{C} = \frac{10^{-9}}{0,1} = 10^{-8} < 10^{-2}$, άρα ο τύπος της σταθεράς ιοντισμού K_b , μπορεί να γραφεί...

$$K_b = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_b \cdot C} = \sqrt{10^{-9} \cdot 0,1} = 10^{-5} \text{ M} = [\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pOH} = -\log 10^{-5} = 5.$$

Για τον υπολογισμό του pH του διαλύματος θα πρέπει να προσέξουμε ότι το διάλυμα δε βρίσκεται στους 25°C, αλλά στους θ°C, όπου είναι $K_w = 10^{-13,6}$ και $\text{pH} + \text{pOH} = 13,6$.

Αφού βρέθηκε λοιπόν ότι είναι $\text{pOH} = 5 \Rightarrow \text{pH} = 13,6 - 5 = 8,6$.

Διάλυμα άλατος

Σχετικά με τον χαρακτήρα (όξινο, βασικό ή ουδέτερο), ενός υδατικού διαλύματος κάποιου άλατος, διακρίνουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις.

- Το άλας προέρχεται από εξουδετέρωση **ισχυρού οξέος** από **ισχυρή βάση**, π.χ. **NaCl**, που προέρχεται από την εξουδετέρωση του **NaOH** από το **HCl**.

Τα ιόντα αυτού του άλατος είναι το **Na⁺** και το **Cl⁻**.

Το εφυδατωμένο **Na⁺** αποτελεί την πολύ ασθενή συζυγή όξινη μορφή του **NaOH**, που είναι μια ισχυρή βάση. Αυτός είναι ο λόγος που το **Na⁺** δεν αλληλεπιδρά με το νερό.

Ομοίως και η αλληλεπίδραση του **Cl⁻** με το νερό είναι αμελητέα καθώς το **Cl⁻** είναι η συζυγής βάση του **HCl**, που είναι ισχυρό οξύ.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το υδατικό διάλυμα ενός τέτοιου άλατος, λόγω της αμελητέας αλληλεπίδρασης των ιόντων του με το νερό, είναι **ουδέτερο** και άρα θα εμφανίζει **pH=7, (στους 25°C)**.

- Το άλας προέρχεται από εξουδετέρωση **ασθενούς οξέος** από **ισχυρή βάση**, π.χ. **NaF**, που προέρχεται από την εξουδετέρωση του **HF** από το **NaOH**.

Τα ιόντα αυτού του άλατος είναι το **Na⁺** και το **F⁻**.

Το εφυδατωμένο **Na⁺**, όπως αναφέρθηκε λίγο πριν, πρακτικά, δεν αλληλεπιδρά με το νερό.

Το **F⁻** όμως, είναι συζυγής βάση του **HF**, που είναι ασθενές οξύ. Έτσι η αλληλεπίδραση των ιόντων **F⁻** με το νερό, δε μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα. Από αυτή την αλληλεπίδραση, σχηματίζονται **OH⁻** με αποτέλεσμα το διάλυμα ενός τέτοιου άλατος να είναι **βασικό**, εμφανίζοντας **pH>7, (στους 25°C)**.

- Το άλας προέρχεται από εξουδετέρωση **ασθενούς βάσης** από **ισχυρό οξύ**, π.χ. **NH₄Cl**, που προέρχεται από την εξουδετέρωση της αμμωνίας (**NH₃**) από το **HCl**.

Τα ιόντα αυτού του άλατος είναι το **αμμώνιο NH₄⁺** και το **Cl⁻**.

Το **Cl⁻**, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πρακτικά, δεν αλληλεπιδρά με το νερό.

Το **NH₄⁺** όμως είναι το συζυγές οξύ της αμμωνίας, η οποία είναι μια ασθενής βάση. Έτσι, η αλληλεπίδρασή του αμμωνίου με το νερό δε μπορεί να αγνοηθεί. Από αυτή την αλληλεπίδραση, σχηματίζονται **H₃O⁺** με αποτέλεσμα το διάλυμα ενός τέτοιου άλατος να είναι **όξινο** με **pH<7, (στους 25°C)**.

- Το άλας προέρχεται από εξουδετέρωση **ασθενούς βάσης** από **ασθενές οξύ**, π.χ. **NH₄F**, που προέρχεται από την εξουδετέρωση της αμμωνίας (**NH₃**) από το **HF**.

Τα ιόντα αυτού του άλατος είναι το **NH₄⁺** και το **F⁻**.

Το **NH₄⁺** είναι το συζυγές οξύ της αμμωνίας, που είναι μια ασθενής βάση, οπότε η αλληλεπίδραση του αμμωνίου με το νερό δε μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα.

Ομοίως δε μπορεί να αγνοηθεί και η αλληλεπίδραση του **F⁻** με το νερό, αφού το **F⁻** αποτελεί τη συζυγή βάση του **HF**, που είναι ένα ασθενές οξύ.

Το αν το διάλυμα ενός τέτοιου άλατος, θα είναι τελικά **όξινο, βασικό ή ουδέτερο**, εξαρτάται από τις τιμές των σταθερών K_b και K_a , για την αντίδραση της **ανιονικής βάσης** και του **κατιονικού οξέος** αντίστοιχα, με το νερό.

Αν είναι $K_b > K_a$, τότε το ανιόν-βάση (F^-) αλληλεπιδρά εντονότερα με το νερό, απ' ό τι το κατιόν-οξύ (NH_4^+), με αποτέλεσμα τα παραγόμενα OH^- να είναι περισσότερα από τα παραγόμενα H_3O^+ και το διάλυμα να **βασικό**.

Προφανώς αν είναι $K_b < K_a$, το διάλυμα θα είναι **όξινο**, ενώ αν είναι $K_b = K_a$, το διάλυμα θα είναι ουδέτερο.

Για να υπολογίσουμε γενικά το pH ενός υδατικού διαλύματος κάποιου άλατος, γράφουμε αρχικά την εξίσωση διάστασης αυτού και κατόπιν την εξίσωση αλληλεπίδρασης με το νερό, εκείνου του ιόντος του άλατος που προέρχεται από ασθενή ηλεκτρολύτη. Στη συνέχεια εργαζόμαστε όπως στην περίπτωση προσδιορισμού του pH διαλύματος ασθενούς ηλεκτρολύτη.

Στο σημείο αυτό, είναι καλό να ξεκαθαριστεί ο τρόπος αντιμετώπισης ενός οξέος HA , που αναφέρεται σε κάποιο πρόβλημα και για το οποίο (οξύ) αποφεύγεται επιμελώς να χαρακτηριστεί ως ισχυρό ή ασθενές. **Ένα τέτοιο οξύ συμπεραίνουμε ότι οπωσδήποτε είναι ισχυρό, αν...**

- ...με αραίωση διαλύματός του σε δεκαπλάσιο τελικό όγκο, η τιμή του pH του αρχικού διαλύματος αυξάνεται κατά μία μονάδα, δηλαδή ισχύει $pH_2 = pH_1 + 1$. Σε μια τέτοια περίπτωση, η ποσότητα οξωνίων στο αρχικό διάλυμα, εκφρασμένη σε mol, θα είναι...

$$\dots n_1 = [H_3O^+]_1 \cdot V_1 = 10^{-pH_1} \cdot V_1 \text{ mol}, \dots$$

...ενώ στο τελικό διάλυμα η αντίστοιχη ποσότητα οξωνίων θα είναι...

$$\dots n_2 = [H_3O^+]_2 \cdot V_2 = 10^{-pH_2} \cdot V_2 = 10^{-(pH_1+1)} \cdot 10 \cdot V_1 = 10^{-pH_1} \cdot V_1 = n_1.$$

Το γεγονός ότι γενικότερα κατά την αραίωση ενός διαλύματος του οξέος HA , δε μεταβάλλεται η ποσότητα (εκφρασμένη σε mol) των οξωνίων, που προέρχονται από τον ιοντισμό του οξέος, οφείλεται προφανώς στο ότι το οξύ αυτό είναι ισχυρό. Εννοείται ότι η αραίωση δεν πρέπει να μειώνει τη συγκέντρωση του οξέος τόσο, που να αναγκάζομαστε να λάβουμε υπόψη μας τον αυτοϊοντισμό του νερού για να προσδιορίσουμε τα mol των οξωνίων στο αραιωμένο διάλυμα.

Αν το οξύ HA ήταν ασθενές, τότε στο αραιωμένο διάλυμά του θα περιεχόταν μεγαλύτερη ποσότητα οξωνίων, απ' ό τι στο αρχικό διάλυμα, αφού όπως είναι γνωστό, κατά την αραίωση, ο βαθμός ιοντισμού ενός ασθενούς οξέος μεγαλώνει.

- ...το pH διαλύματος του άλατος NaA , δε μεταβάλλεται κατά την αραίωσή του. Κάτι τέτοιο μας υποχρεώνει να σκεφτούμε ότι η παρουσία του άλατος στο διάλυμα δεν επηρεάζει τη διαμόρφωση της τιμής του pH, οπότε οδηγούμαστε αβίαστα στο συμπέρασμα, ότι το ιόν A^- πρακτικά, δεν αλληλεπιδρά με το νερό, άρα το συζυγές της οξύ, δηλαδή το οξύ HA , δε μπορεί παρά να είναι ένα ισχυρό οξύ.
- ...το pH του διαλύματος του οξέος HA δεν αλλάζει αν σε αυτό προστεθεί και διαλυθεί κάποια (όχι αμελητέα) ποσότητα στερεού άλατος NaA . Αν το οξύ HA ήταν ασθενές, σε μια τέτοια περίπτωση, το pH του διαλύματος θα αυξανόταν, αφού λόγω EKl (επίδρασης κοινού ιόντος) ο βαθμός ιοντισμού του οξέος θα μειωνόταν.

Παραδείγματα

- Να υπολογιστεί το pH υδατικού διαλύματος NH_4Cl , συγκέντρωσης **0,1M**. Δίνεται η σταθερά ιοντισμού της αμμωνίας (NH_3), $K_b = 10^{-5}$.

Λύση

Το NH_4Cl , ως άλας που είναι, στο νερό παθαίνει πλήρη διάσταση, κατά το σχήμα...



Από... **0,1M** έχουμε **0,1M** και **0,1M**.

Από τα ιόντα που ελευθερώνονται στο διάλυμα, από τη διάσταση του άλατος, το χλωρίον (**Cl⁻**) είναι κατά τους **Brönsted – Lowry**, η συζυγής βάση του **HCl**, που είναι ισχυρότατο οξύ. Επομένως το **Cl⁻** είναι ασθενέστατη βάση και άρα η αλληλεπίδραση αυτού του ιόντος με το νερό, είναι αμελητέα.

Δεν ισχύουν βέβαια τα ίδια και για το ιόν του αμμωνίου (**NH₄⁺**). Αυτό είναι το συζυγές οξύ της αμμωνίας (**NH₃**), η οποία είναι μια ασθενής βάση. Άρα η αλληλεπίδραση του αμμωνίου με το νερό, δε μπορεί να αγνοηθεί. Γράφουμε λοιπόν για το αμμώνιο...



Αρχικά	CM			(με C=0,1M)
Αντέδρασαν	xM			
Παράχθηκαν		xM	xM	
KXI	(C-x)M	xM	xM	

Για τη σταθερά XI στην παραπάνω αμφίδρομη αντίδραση, θα έχουμε...

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

Θα είναι ακόμη...

$$K_a = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{x^2}{(C-x)}$$

Είναι όμως... $\frac{K_a}{C} = \frac{10^{-9}}{0,1} = 10^{-8} < 10^{-2}$, άρα για την K_a μπορούμε να γράψουμε...

$$K_a = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x = \sqrt{K_a \cdot C} = \sqrt{10^{-9} \cdot 0,1} = 10^{-5} \text{M} = [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-5} = 5.$$

- Υδατικό διάλυμα οξικού οξέος (**CH₃COOH**), έχει **pH=3**. Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος; Ποια ποσότητα (σε g), στερεού **NaOH (M_r=40)**, πρέπει να προστεθεί σε **400mL** του διαλύματος του οξικού οξέος, ώστε να εξουδετερωθεί πλήρως το οξύ; Ποια θα είναι η τιμή του pH του διαλύματος που θα προκύψει από την εξουδετέρωση του οξέος; Να θεωρηθεί ότι η προσθήκη του στερεού NaOH στο διάλυμα του οξέος, δε μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος και να ληφθεί για το οξικό οξύ, **K_a=10⁻⁵**.

Λύση

Υπολογισμός συγκέντρωσης

Στο διάλυμα του οξέος είναι... **pH=3** $\Rightarrow$ **[H₃O⁺]=10⁻³M**.

Η εξίσωση ιοντισμού του οξικού οξέος και η αντίστοιχη κατάστρωση, είναι...



Αρχικά	CM			
Ιοντίστηκαν	xM			
Παράχθηκαν		xM	xM	
KXI	(C-x)M	xM	xM	(με x=10 ⁻³ M)

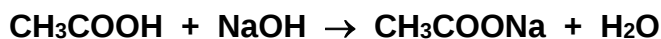
Για την παραπάνω αμφίδρομη αντίδραση θα έχουμε...

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{(10^{-3})^2}{(C - 10^{-3})} \Rightarrow C - 10^{-3} = 0,1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = 0,1 + 10^{-3} \approx 0,1\text{M}.$$

Εξουδετέρωση

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της εξουδετέρωσης...



Βλέπουμε ότι οξύ και βάση αντιδρούν κατά την εξουδετέρωση με αναλογία mol **1:1**.

Η ποσότητα του οξικού οξέος στο διάλυμα, που έχει όγκο **400mL (0,4L)**, είναι...

$$n = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,4 = 0,04\text{mol CH}_3\text{COOH}.$$

Προφανώς η ποσότητα του NaOH που απαιτείται για την εξουδετέρωση της παραπάνω ποσότητας του οξέος, θα είναι και αυτή ίση με **0,04mol**. Για τον υπολογισμό της ποσότητας αυτής σε g, θα πούμε...

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r = 0,04 \cdot 40 = 1,6\text{gNaOH}.$$

Υπολογισμός pH του τελικού διαλύματος

Το τελικό διάλυμα, που συνεχίζει να έχει όγκο 0,4L, περιέχει μόνο το άλας που σχηματίστηκε, από την εξουδετέρωση του οξέος με τη βάση, δηλαδή το CH_3COONa (οξικό νάτριο). Από τη στοιχειομετρική αναλογία της αντίδρασης εξουδετέρωσης, καταλαβαίνουμε ότι η ποσότητα του άλατος θα είναι και αυτή ίση με 0,04mol. Άρα για τη συγκέντρωση του άλατος στο τελικό διάλυμα, θα έχουμε...

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,04}{0,4} = 0,1\text{M}$$

Για τον υπολογισμό του pH ακολουθούμε τη γνωστή διαδικασία, εκτιμούμε δε εκ των προτέρων, ότι το ζητούμενο pH θα υπερβαίνει το 7, αφού το αλάτι προέρχεται από την εξουδετέρωση ασθενούς οξέος από ισχυρή βάση.

Η εξίσωση διάστασης του άλατος είναι...



Από... **0,1M** προκύπτουν **0,1M**

Αδιαφορούμε εντελώς για το ιόν Na^+ , γιατί όπως έχει ήδη αναφερθεί, η αλληλεπίδρασή του με το νερό είναι αμελητέα. Δεν συμβαίνει το ίδιο βέβαια με το οξικό ανιόν, που είναι η συζυγής βάση του ασθενούς οξικού οξέος. Για το οξικό ανιόν λοιπόν, γράφουμε...



Αρχικά 0,1M

Αντιδρούν yM

Παράγονται yM yM

KXl (0,1-y)M yM yM

Για τη σταθερά K_l της παραπάνω αντίδρασης, θα έχουμε...

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \quad \text{και} \quad K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10^{-9} = \frac{y^2}{(0,1-y)}$$

Επειδή όμως είναι... $\frac{K_b}{C} = \frac{10^{-9}}{0,1} = 10^{-8} < 10^{-2}$, η τελευταία σχέση απλουστεύεται και γράφεται...

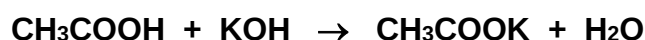
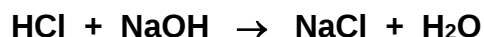
$$10^{-9} = \frac{y^2}{0,1} \Rightarrow y = 10^{-5} \text{M} = [\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pOH} = 5 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 5 = 9.$$

pH και εξουδετέρωση

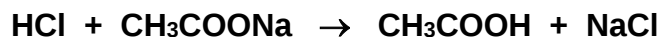
Πολλές φορές καλούμαστε να λύσουμε προβλήματα, στα οποία δίνεται ή ζητείται το pH του διαλύματος που προκύπτει από την εξουδετέρωση ενός διαλύματος οξέος, από ένα διάλυμα βάσης. Να τονιστεί στο σημείο αυτό, ότι οι όροι «οξύ» και «βάση» δεν χρησιμοποιούνται εδώ με την κλασική έννοια που έχουν από τη θεωρία της ηλεκτρολυτικής διάστασης του Arrhenius (θηδΑ), αλλά με την ευρύτερη έννοια που απέκτησαν από τη θεωρία των Brønsted και Lowry (οξύ BL και βάση BL).

Έτσι το διάλυμα του οξέος μπορεί να είναι υδροχλωρικό οξύ (HCl), μπορεί όμως να είναι και διάλυμα χλωριούχου αμμωνίου (NH₄Cl). Σύμφωνα με τη θηδΑ, το HCl είναι οξύ, ενώ το NH₄Cl είναι άλας. Το άλας αυτό όμως, διαλυόμενο στο νερό δίσταται στα ιόντα NH₄⁺ και Cl⁻, τα οποία κατά τους Brønsted και Lowry είναι οξύ και βάση αντίστοιχα, έχοντας ανάλογη αλληλεπίδραση με τα μόρια του νερού. Από τα ιόντα αυτά, το Cl⁻ ελάχιστα αλληλεπιδρά με το νερό, καθώς αποτελεί την ασθενέστατη συζυγή βάση, του HCl, που είναι ισχυρότατο οξύ. Δε συμβαίνει όμως το ίδιο με το NH₄⁺, που είναι το συζυγές οξύ της αμμωνίας, που είναι μια ασθενής βάση. Έτσι μέσα στο υδατικό διάλυμα του NH₄Cl, τα ιόντα NH₄⁺ που ελευθερώνονται από τη διάσταση του άλατος, αλληλεπιδρώντας με το νερό παράγουν οξόνια, αναγκάζοντας την τιμή του pH να πέσει κάτω από το 7.

Από τα παραπάνω καταλαβαίνουμε ότι σε μια αντίδραση εξουδετέρωσης, είναι δυνατό το οξύ και η βάση να έχουν την κλασική κατά τη θηδΑ μορφή, όπως π.χ. στις δυο εξισώσεις.



Μπορεί όμως σε κάποιες περιπτώσεις να έχουμε εξουδετέρωση ανάμεσα σε κλασική βάση και οξύ BL, ή ανάμεσα σε κλασικό οξύ και βάση BL, όπως δείχνεται με τις εξισώσεις που ακολουθούν.



Κατά την κλασική ορολογία στην τελευταία αντίδραση, αντέδρασαν ένα οξύ (HCl) με ένα άλας (CH₃COONa), σχηματίζοντας νέο οξύ και νέο άλας. Αν δούμε όμως τα πράγματα υπό την οπτική γωνία των Brønsted και Lowry, έχουμε μια αντίδραση εξουδετέρωσης, ανάμεσα στο HCl (κλασικό οξύ) και το CH₃COO⁻, (βάση BL) που περιέχεται στο CH₃COONa.

Η τεχνική επίλυσης ανάλογων προς τα παραπάνω, προβλημάτων, παρέχεται μέσα από τα παραδείγματα που ακολουθούν.

1^η περίπτωση

Ισχυρό οξύ με ισχυρή βάση (κατά την κλασική ορολογία)

Μπορεί να έχουμε τις εξής υποπεριπτώσεις:

- A.** Μπορεί να γίνεται πλήρης εξουδετέρωση ανάμεσα στο οξύ και τη βάση, οπότε στο τελικό διάλυμα θα περιέχεται μόνο το άλας που θα έχει παραχθεί. Στην περίπτωση αυτή

επειδή το άλας προέρχεται από ισχυρό οξύ και ισχυρή βάση, τα ιόντα του δεν αλληλεπιδρούν με το νερό, με αποτέλεσμα το τελικό διάλυμα να είναι ουδέτερο (**pH=7 στους 25°C**).

- B.** Μπορεί να υπάρχει περίσσεια του ενός από τους δυο ισχυρούς «αντιπάλους», οπότε στο τελικό διάλυμα εκτός από το παραγόμενο άλας θα υπάρχει και η ποσότητα που δεν αντέδρασε από το αντιδρών που ήταν σε περίσσεια, (**βλ. παράδειγμα 1^ο**). Αυτή η ποσότητα είναι που θα καθορίσει την τιμή του pH στο τελικό διάλυμα, καθώς το σχηματιζόμενο κατά την εξουδετέρωση άλας, ουδόλως συμμετέχει στη διαμόρφωση της τιμής του pH, αφού προέρχεται από “ισχυρούς γονείς”.

Παράδειγμα 1ο

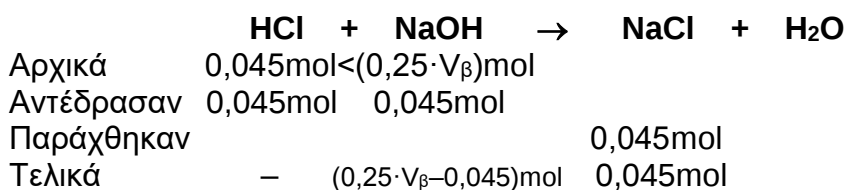
Ποιον όγκο υδατικού διαλύματος **NaOH 0,25M** πρέπει να προσθέσουμε σε **300mL** υδατικού διαλύματος **HCl 0,15M**, ώστε το διάλυμα που θα προκύψει τελικά να έχει **pH=12**;

Λύση

Διάλυμα οξέος: $n_o = C_o \cdot V_o = 0,15 \cdot 0,3 = 0,045 \text{ mol HCl}$.

Διάλυμα βάσης: $n_b = C_b \cdot V_b = (0,25 \cdot V_b) \text{ mol NaOH}$.

Αν η αντίδραση εξουδετέρωσης ανάμεσα στο οξύ και τη βάση ήταν πλήρης, στο τελικό διάλυμα θα περιεχόταν μόνο το παραγόμενο άλας (**NaCl**) και το **pH** του διαλύματος θα ήταν ίσο με **7**. Αφού όμως, σύμφωνα με την εκφώνηση, το **pH** στο τελικό διάλυμα ισούται με **12**, συμπεραίνουμε ότι η εξουδετέρωση δεν ήταν πλήρης και ότι προφανώς περίσσεψε κάποια ποσότητα από τη βάση. Μπορούμε συνεπώς να γράψουμε την εξίσωση εξουδετέρωσης και να συνεχίσουμε με την κατάστρωση που ακολουθεί.



Για την τελική τιμή του pH “ενοχοποιείται” πλήρως η ποσότητα της βάσης που περίσσεψε. Η συγκέντρωσή της στο τελικό διάλυμα θα είναι...

$$C = \frac{n}{V} = \frac{(0,25 \cdot V_b - 0,045)}{(V_b + 0,3)}$$

...και αφού είναι **pH=12** $\Rightarrow$ **pOH=14–12=2** $\Rightarrow$ **[OH⁻]=10⁻²M=0,01M**.

Γράφουμε την εξίσωση διάστασης του NaOH.



Από τη στοιχειομετρική αναλογία της εξίσωσης διάστασης του **NaOH**, γίνεται φανερό ότι για να είναι **[OH⁻]=0,01M**, θα πρέπει και για το **NaOH** να είναι στο τελικό διάλυμα, **C=0,01M**. Άρα θα έχουμε...

$$\frac{(0,25 \cdot V_b - 0,045)}{(V_b + 0,3)} = 0,01 \Rightarrow 0,25V_b - 0,045 = 0,01V_b + 0,003 \Rightarrow$$

$$0,24V_b = 0,048 \Rightarrow V_b = \frac{0,048}{0,24} = 0,2\text{L}$$

2^η περίπτωση

Ισχυρό οξύ με ασθενή βάση ή ασθενές οξύ με ισχυρή βάση

Μπορεί να έχουμε τις εξής υποπεριπτώσεις:

A. Οι ποσότητες οξέος και βάσης είναι γνωστές. Από τις ποσότητες αυτές, είναι δυνατό να προκύπτει ότι γίνεται πλήρης εξουδετέρωση, ή μπορεί να περισσεύει το οξύ ή η βάση. Ό,τι απ' τα δυο κι αν συμβαίνει, ενεργούμε ως εξής...

- Γράφουμε την εξίσωση της εξουδετέρωσης.
- Σημειώνουμε τις ποσότητες που αντέδρασαν και παράχθηκαν και εξακριβώνουμε ποιες ουσίες θα περιέχονται στο τελικό διάλυμα, υπολογίζοντας και τη συγκέντρωση καθεμιάς από αυτές.
- Γράφουμε τις εξισώσεις διάστασης ή ιοντισμού αυτών των ουσιών.
- Για ασθενείς ηλεκτρολύτες εφαρμόζουμε το νόμο της ΧI, δηλαδή χρησιμοποιούμε τους τύπους των σταθερών K_a και K_b .
- Προσέχουμε και λαμβάνουμε υπόψη μας την ύπαρξη ΕΚI.

Αν η εξουδετέρωση είναι πλήρης, στο τελικό διάλυμα θα περιέχεται μόνο το αλάτι που θα έχει σχηματιστεί, **(βλ. παράδειγμα 2°)**. Το pH του διαλύματος θα εξαρτάται από τη φύση του άλατος και τη συγκέντρωσή του στο τελικό διάλυμα. Έτσι αν το αλάτι προέρχεται από ισχυρό οξύ και ασθενή βάση, το τελικό διάλυμα θα έχει $pH < 7$, ενώ στην αντίθετη περίπτωση θα είναι $pH > 7$.

Αν δε συμβαίνει πλήρης εξουδετέρωση, στο τελικό διάλυμα εκτός από το σχηματιζόμενο άλας, θα περιέχεται και η ποσότητα από το οξύ ή τη βάση, που δεν εξουδετερώθηκε, διότι είχε προστεθεί από την αρχή σε περίσσεια. Αν έχει περισσέψει ισχυρό οξύ ή ισχυρή βάση, η τιμή του pH ουσιαστικά καθορίζεται από αυτή την περίσσεια του ισχυρού οξέος ή βάσης, **(βλ. παράδειγμα 3°)**. Αν έχει περισσέψει ασθενές οξύ ή ασθενής βάση πρέπει για τον υπολογισμό της τιμής του pH του τελικού διαλύματος, να ληφθεί υπόψη η ασκούμενη ΕΚI **(βλ. παράδειγμα 4°)**.

Παράδειγμα 2ο

Σε **100mL** υδατικού διαλύματος **NaOH 0,5M** προσθέτουμε **400mL** υδατικού διαλύματος **CH₃COOH, 0,125M**. Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος. Για το **CH₃COOH** να ληφθεί $K_a=10^{-5}$.

Λύση

Διάλυμα οξέος: $n_o = C_o \cdot V_o = 0,125 \cdot 0,4 = 0,05 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$.

Διάλυμα βάσης: $n_b = C_b \cdot V_b = 0,5 \cdot 0,1 = 0,05 \text{ mol NaOH}$.

Η εξίσωση της αντίδρασης εξουδετέρωσης και η αντίστοιχη κατάστρωση, είναι...

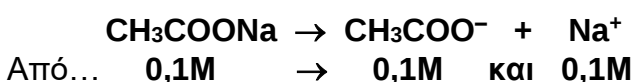


Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι έγινε πλήρης εξουδετέρωση, οπότε στο τελικό διάλυμα θα περιέχονται μόνο τα **0,05mol** του σχηματιζόμενου άλατος, με συγκέντρωση...

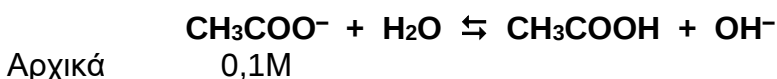
$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,05}{0,5} = 0,1 \text{ M.}$$

Ο υπολογισμός του pH του τελικού διαλύματος, γίνεται κατά τα γνωστά.

Γράφουμε την εξίσωση διάστασης του άλατος και την αντίστοιχη κατάστρωση.



Από τα δύο ιόντα του άλατος, μόνο το οξικό ανιόν αλληλεπιδρά με το νερό, διαμορφώνοντας έτσι την τιμή του pH στο τελικό διάλυμα. Η εξίσωση της αντίδρασης με το νερό και η αντίστοιχη κατάστρωση είναι...



Αντιδρούν	xM		
Παράγονται		xM	xM
KXI	(0,1-x)M	xM	xM

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε το νόμο της ΧI για την παραπάνω αντίδραση, όπου το αιθανικό ιόν συμπεριφέρεται απέναντι στο νερό, ως βάση, οπότε γράφουμε...

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad (\text{με } K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}).$$

Θα έχουμε λοιπόν...

$$K_b = \frac{x \cdot x}{C - x} \quad (\text{σχέση I})$$

Είναι όμως... $\frac{K_b}{C} = \frac{10^{-9}}{0,1} = 10^{-8} \ll 10^{-2}$, οπότε η σχέση I γράφεται...

$$K_b = \frac{x^2}{C} \Rightarrow x^2 = K_b \cdot C \Rightarrow x = \sqrt{K_b \cdot C} \Rightarrow x = \sqrt{10^{-9} \cdot 0,1} = 10^{-5} \text{ M.}$$

Όπως φαίνεται λοιπόν, στο τελικό διάλυμα θα είναι... $x = [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$.

Άρα θα έχουμε $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 10^{-5} = 5$, οπότε θα είναι $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5 = 9$.

Παράδειγμα 3ο

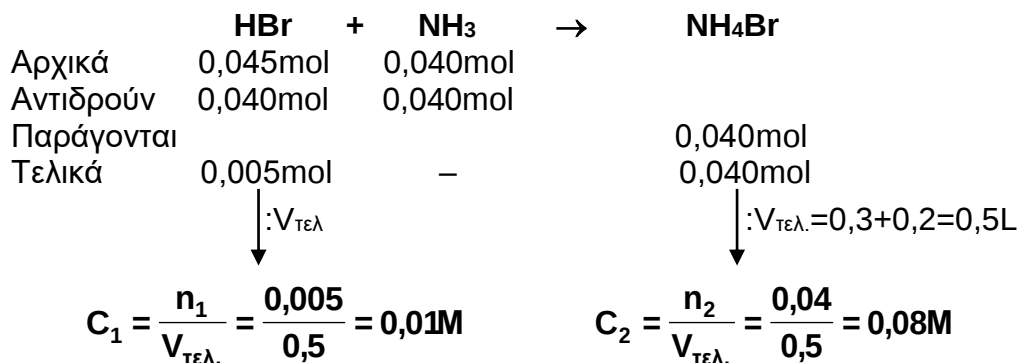
Σε **300mL** υδατικού διαλύματος **HBr 0,15M** προσθέτουμε **200mL** υδατικού διαλύματος **NH₃ (K_b=10⁻⁵), 0,2M**. Να υπολογιστεί το **pH** του τελικού διαλύματος.

Λύση

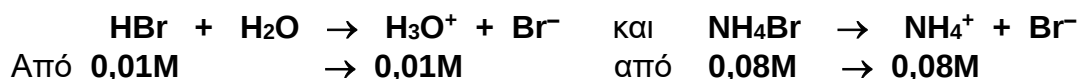
Διάλυμα οξέος: $n_o = C_o \cdot V_o = 0,15 \cdot 0,3 = 0,045 \text{ mol HBr}$.

Διάλυμα βάσης: $n_\beta = C_\beta \cdot V_\beta = 0,2 \cdot 0,2 = 0,040 \text{ mol NH}_3$.

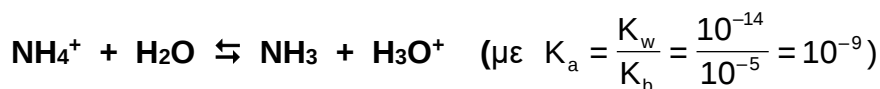
Γράφουμε την εξίσωση της αντίδρασης εξουδετέρωσης, ανάμεσα στο οξύ και τη βάση και σημειώνουμε τις ποσότητες που αντιδρούν και παράγονται.



Γράφουμε τις εξισώσεις ιοντισμού του **HBr** και διάστασης του **NH₄Br**.



Δεν ασχολούμαστε καθόλου με το ιόν **Br⁻**, που είναι η ασθενέστατη συζυγής βάση του HBr, που είναι ισχυρό οξύ. Άρα το Br⁻ πρακτικά δεν αλληλεπιδρά με το νερό. Αντίθετα, το κατιόν του άλατος, δηλαδή το αμμώνιο (**NH₄⁺**), είναι η συζυγής όξινη μορφή της αμμωνίας (**NH₃**), η οποία είναι ασθενής βάση, οπότε η αλληλεπίδραση των ιόντων αμμωνίου με το νερό δεν μπορεί να αγνοηθεί. Γράφουμε λοιπόν την εξίσωση για αυτή την αντίδραση και συνεχίζουμε με την αντίστοιχη κατάστρωση.



Αρχικά	0,08M		
Αντιδρούν	xM		
Παράγονται		xM	xM
KXI	(0,08-x)M	xM	xM

Παρατηρούμε ότι οξώνια (H_3O^+) σχηματίζονται και από τον ιοντισμό του HBr αλλά και από την αντίδραση του αμμωνίου με το νερό. Είναι φανερό, ότι εξαιτίας του ιοντισμού του HBr , ασκείται ΕΚΙ στην αμφίδρομη αντίδραση του NH_4^+ με το νερό, με κοινό ιόν το οξώνιο. Το αποτέλεσμα είναι, η αντίδραση του αμμωνίου με το νερό να παρεμποδίζεται σχεδόν εντελώς, οπότε για τη $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μπορούμε να γράψουμε...

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = (0,01+x)\text{M} \approx 0,01\text{M} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,01 = 2$$

Είναι φανερό ότι το pH του τελικού διαλύματος καθορίστηκε από την ποσότητα του ισχυρού οξέος που περίσσεψε, δηλαδή του HBr .

Παράδειγμα 4ο

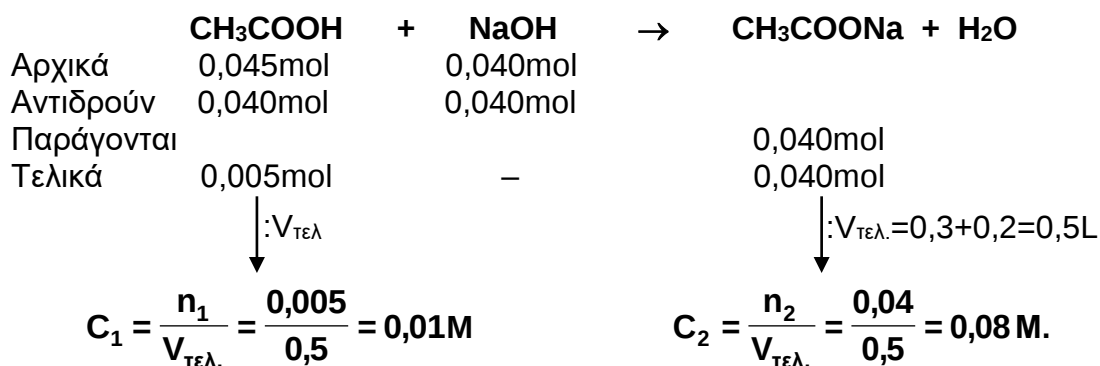
Σε **300mL** υδατικού διαλύματος **CH_3COOH 0,15M** προσθέτουμε **200mL** υδατικού διαλύματος **NaOH , 0,2M**. Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος. Για το αιθανικό οξύ να ληφθεί $K_a = 10^{-5}$ και επίσης να ληφθεί $\log 5 = 0,7$.

Λύση

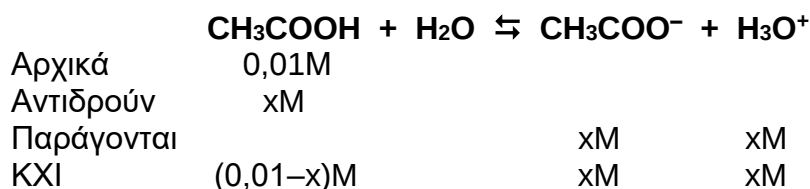
Διάλυμα οξέος: $n_o = C_o \cdot V_o = 0,15 \cdot 0,3 = 0,045\text{mol}$ CH_3COOH .

Διάλυμα βάσης: $n_\beta = C_\beta \cdot V_\beta = 0,2 \cdot 0,2 = 0,040\text{mol}$ NaOH .

Γράφουμε την εξίσωση της αντίδρασης εξουδετέρωσης, ανάμεσα στο οξύ και τη βάση και σημειώνουμε τις ποσότητες που αντιδρούν και παράγονται.



Γράφουμε την εξίσωση ιοντισμού του CH_3COOH και διάστασης του CH_3COONa , με τις αντίστοιχες καταστρώσεις.



Από 0,08M $\rightarrow$ 0,08M

Εφαρμόζοντας στον ιοντισμό του αιθανικού οξέος το νόμο της ΧΙ, παίρνουμε...

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{(0,08+x) \cdot x}{(0,01-x)} \quad (\text{σχέση I})$$

Επειδή σύμφωνα με τα δεδομένα του προβλήματος είναι...

$$\frac{K_a}{C} = \frac{10^{-5}}{0,01} = 10^{-3} < 10^{-2}$$

... αλλά επιπλέον έχουμε και ΕΚΙ, από τα αιθανικά ιόντα στον ιοντισμό του αιθανικού οξέος, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι θα είναι...

$x \ll 0,01$ άρα και $x \ll 0,08$, οπότε τελικά θα έχουμε...

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = (0,01-x) \text{M} \approx 0,01 \text{M} \quad \text{και} \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = (0,08+x) \text{M} \approx 0,08 \text{M},$$

... οπότε η σχέση I γράφεται...

$$10^{-5} = \frac{0,08 \cdot x}{0,01} \Rightarrow x = \frac{10^{-5}}{8} = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{M} = [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log(5^3 \cdot 10^{-8}) = 8 - 3 \cdot \log 5 = 8 - 3 \cdot 0,7 = 8 - 2,1 = 5,9.$$

Σχόλιο

Να σημειωθεί ότι στο τελευταίο παράδειγμα, το τελικό διάλυμα θα μπορούσε να αντιμετωπισθεί και ως ρυθμιστικό διάλυμα (ΡΔ), εφόσον σ' αυτό περιέχονται ένα ασθενές οξύ (CH_3COOH) και η συζυγής προς αυτό βασική μορφή (CH_3COO^-), σε συγκεντρώσεις όχι πολύ μικρές, αλλά τέτοιες που να επιτρέπουν τη μεταμόρφωση της σχέσης I στην εξίσωση Henderson – Hasselbalch, από την οποία υπολογίζεται κατευθείαν το pH, (λαμβάνοντας υπόψη ότι είναι... $\log 2 = \log(10:5) = 1 - \log 5 = 1 - 0,7 = 0,3$) ως εξής...

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_{\text{βασ.}}}{C_{\text{οξ.}}} \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-5} + \log \frac{0,08}{0,01} \Rightarrow \text{pH} = 5 + \log 2^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 5 + 3 \cdot \log 2 = 5 + 3 \cdot 0,3 = 5,9.$$

Β. Οι ποσότητες οξέος και βάσης δεν είναι γνωστές. Στην περίπτωση, που θα γινόταν πλήρης εξουδετέρωση, το τελικό διάλυμα θα είχε $\text{pH} \neq 7$. Για να καταλάβουμε αν στο τελικό διάλυμα είναι σε περίσσεια το οξύ ή η βάση, υπολογίζουμε την τιμή που θα είχε το pH του τελικού διαλύματος αν η εξουδετέρωση ανάμεσα στο οξύ και τη βάση ήταν πλήρης (**βλ. παράδειγμα 5ο**).

Αν λοιπόν προκύπτει έτσι μια τιμή "**pH=λ**", και δίνεται ότι το τελικό διάλυμα έχει **pH>λ**, τότε προφανώς η εξουδετέρωση δεν είναι πλήρης και υπάρχει περίσσεια της βάσης, με αποτέλεσμα το **pH** να προκύπτει μεγαλύτερο από "**λ**".

Αν πάλι δίνεται ότι στο τελικό διάλυμα είναι **pH<λ**, είναι φανερό ότι θα υπάρχει περίσσεια του οξέος.

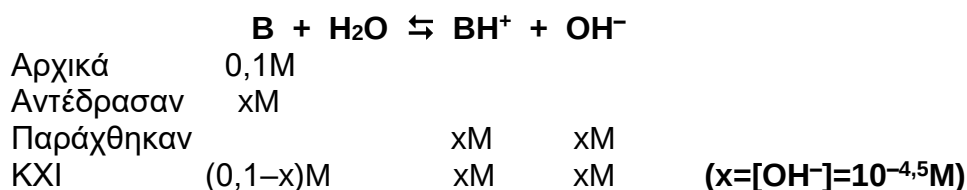
Παράδειγμα 5ο

Σε υδατικό διάλυμα της ασθενούς βάσης **B**, συγκέντρωσης **0,1M**, είναι **pH=9,5**. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς ιοντισμού της βάσης και η ποσότητα (σε **mol**) του αερίου **HCl** που πρέπει να διοχετεύσουμε σε **100mL** του παραπάνω διαλύματος της βάσης, χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του διαλύματος, ώστε να προκύψει διάλυμα με **pH=6**.

Λύση

Στο αρχικό διάλυμα είναι... **pH=9,5** $\Rightarrow$ **pOH=14-9,5=4,5** $\Rightarrow$ **[OH⁻]=10^{-4,5}M**.

Γράφουμε την εξίσωση ιοντισμού της βάσης και την αντίστοιχη κατάστρωση...



Από την εφαρμογή του νόμου της ΧΙ έχουμε...

$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = \frac{x^2}{(0,1-x)} = \frac{(10^{-4,5})^2}{(0,1-10^{-4,5})} \approx \frac{10^{-9}}{0,1} = 10^{-8}$$

Όταν διοχετεύσουμε στο διάλυμα της βάσης B, το HCl, θα γίνει εξουδετέρωση ανάμεσα στο οξύ και τη βάση. Στο διάλυμα που θα προκύψει τελικά θα είναι pH=6. Αυτή η τιμή pH βρίσκεται στην όξινη περιοχή τιμών pH. Σημαίνει αυτό ότι οπωσδήποτε περισσεύει τελικά το οξύ; Όχι απαραίτητα, γιατί και στην περίπτωση πλήρους εξουδετέρωσης ανάμεσα στο οξύ και την ασθενή βάση, το pH του τελικού διαλύματος θα ήταν μικρότερο του 7. Για να σιγουρέψουμε λοιπόν, αν στο τελικό διάλυμα υπάρχει περίσσεια του HCl ή της βάσης B, θα υπολογίσουμε την τιμή που θα αποκτούσε το pH του διαλύματος, αν η εξουδετέρωση ανάμεσα στο οξύ και τη βάση ήταν πλήρης.

Στα 100mL του διαλύματος της βάσης B, περιέχονται... $n_B = C_B \cdot V_B = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ mol B}$.

Γράφουμε στη συνέχεια τη χημική εξίσωση της αντίδρασης εξουδετέρωσης.



Αν έχουμε πλήρη εξουδετέρωση... 0,01mol με 0,01mol δίνουν 0,01mol

Όπως φαίνεται λοιπόν, αν η εξουδετέρωση της βάσης από το HCl ήταν πλήρης, στο τελικό διάλυμα, όγκου 100mL θα υπήρχαν μόνο 0,01mol του άλατος BHCl, δηλαδή η συγκέντρωση του διαλύματος θα ήταν...

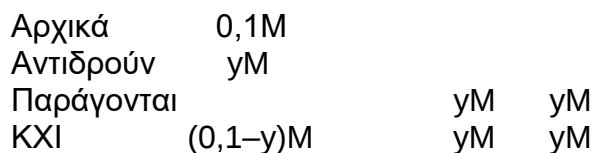
$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,1} = 0,1M.$$

Η διάσταση του άλατος δίνει...



Από... 0,1M $\rightarrow$ 0,1M.

Τα ιόντα Cl^- δεν αλληλεπιδρούν με το νερό, αφού αποτελούν την ασθενέστατη συζυγή βασική μορφή του HCl, που είναι ισχυρό οξύ. Με το νερό όμως, αλληλεπιδρούν τα ιόντα BH^+ κατά την εξίσωση...



Από την εφαρμογή του νόμου της ΧΙ θα έχουμε...

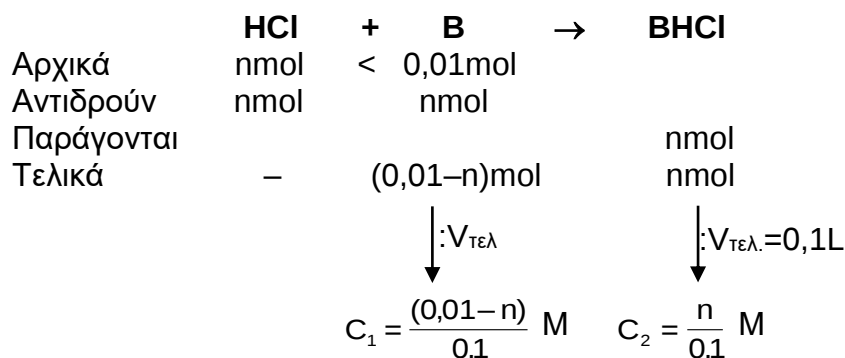
$$K_a = \frac{[B][H_3O^+]}{[BH^+]} \Rightarrow 10^{-6} = \frac{y^2}{(0,1-y)} \quad (\text{σχέση I})$$

Επειδή όμως είναι... $\frac{K_a}{C} = \frac{10^{-6}}{0,1} = 10^{-5} \ll 10^{-2}$ η σχέση I γράφεται...

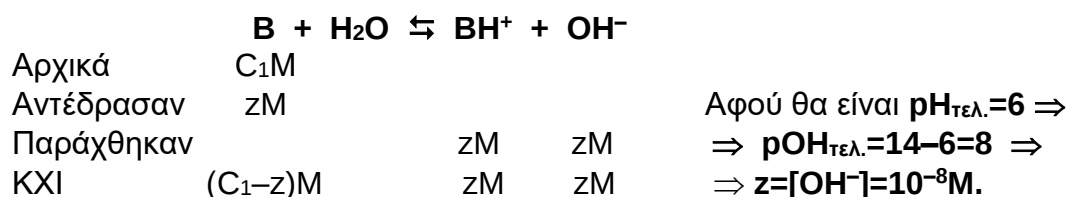
$$10^{-6} = \frac{y^2}{0,1} \Rightarrow y = 10^{-3,5} \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{pH}=3,5.$$

Αν λοιπόν είχε γίνει πλήρης εξουδετέρωση της βάσης από το οξύ, το διάλυμα που θα σχηματιζόταν τελικά θα είχε **pH=3,5**. Σύμφωνα με την εκφώνηση όμως, στο τελικό διάλυμα είναι **pH=6>3,5**, οπότε είμαστε υποχρεωμένοι να δεχθούμε ότι για να προκύψει αυτή η τιμή pH, θα πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα της βάσης, ποσότητα οξέος μικρότερη από αυτήν που οδηγεί σε pH=3,5. Επομένως η ποσότητα του οξέος, που θα πρέπει να διοχετεύσουμε στο διάλυμα της βάσης, θα είναι “**nmol HCl**” και θα ισχύει... **n<0,01**.

Γράφουμε τώρα την αντίδραση εξουδετέρωσης και τη σχετική κατάστρωση...



Ιοντισμός της βάσης και κατάστρωση...



Διάσταση του άλατος...



Από την εφαρμογή του νόμου της ΧΙ στην εξίσωση ιοντισμού της ασθενούς βάσης, θα έχουμε...

$$K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} = \frac{(C_2 + z) \cdot z}{(C_1 - z)} \Rightarrow 10^{-8} = \frac{(C_2 + 10^{-8}) \cdot 10^{-8}}{(C_1 - 10^{-8})} \Rightarrow C_1 - C_2 = 2 \cdot 10^{-8} \Rightarrow$$

$$\frac{0,01-n}{0,1} - \frac{n}{0,1} = 2 \cdot 10^{-8} \Rightarrow 0,01 - 2 \cdot n = 2 \cdot 10^{-9} \Rightarrow 2 \cdot n = 0,01 - 2 \cdot 10^{-9} \Rightarrow 2 \cdot n \approx 0,01 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n \approx 0,005 \text{ mol HCl}.$$

Σύγκριση ισχυρού και ασθενούς οξέος σε διάλυμα ίδιας C και T

Έστω ότι έχουμε το διάλυμα Δ₁ όπου περιέχεται υδροχλωρικό οξύ (HCl) συγκέντρωσης CM, σε θ°C και ίσο όγκο διαλύματος Δ₂, στο οποίο περιέχεται υδατικό διάλυμα οξικού οξέος (CH₃COOH), συγκέντρωσης CM, επίσης σε θ°C.

Για αυτά τα δύο διαλύματα, ισχύουν οι παρακάτω παρατηρήσεις, που αναφέρονται στο τι ισχύει για το pH τους, τι συμβαίνει με αυτό όταν αραιώνονται κλπ.

Διάλυμα Δ ₁	Διάλυμα Δ ₂
HCl	CH ₃ COOH
CM	CM
VL	VL
pH ₁	pH ₂
θ°C	θ°C

Ποσότητα διαλυμένης ουσίας (σε mol)

$$n = C \cdot V$$

$$n = C \cdot V$$

Συγκέντρωση οξωνίων

$$[H_3O^+]_1 = CM$$

$$[H_3O^+]_2 = a \cdot CM$$

Στο διάλυμα Δ₁ θα είναι $[H_3O^+]_1 = CM$, δηλαδή η συγκέντρωση των οξωνίων ταυτίζεται με τη συγκέντρωση του HCl στο διάλυμα, αφού αυτό (το οξύ), είναι ισχυρό, οπότε παθαίνει πλήρη ιοντισμό.

Στο διάλυμα Δ₂ ένα μέρος μόνο του ασθενούς οξέος ιοντίζεται, με αποτέλεσμα να είναι $[H_3O^+]_2 = a \cdot CM < CM$, με $a < 1$.

Αφού λοιπόν είναι $a < 1$, προφανώς θα έχουμε... $[H_3O^+]_1 > [H_3O^+]_2$.

Λογαριθμίζοντας την τελευταία σχέση παίρνουμε...

$$\begin{aligned} \dots \log[H_3O^+]_1 > \log[H_3O^+]_2 &\Rightarrow -\log[H_3O^+]_1 < -\log[H_3O^+]_2 \\ &\Rightarrow \mathbf{pH_1 < pH_2} \end{aligned}$$

❖ Αυξάνοντας τη θερμοκρασία από θ°C σε θ'°C

Και πάλι, από τον πλήρη ιοντισμό του HCl στο διάλυμα θα είναι $[H_3O^+]_1' = CM$ και άρα θα είναι $[H_3O^+]_1' = [H_3O^+]_1 = CM$, οπότε και $pH_1' = pH_1$.

Στο διάλυμα του ασθενούς οξέος θα είναι $[H_3O^+]_2' = a' \cdot C$, όμως τώρα θα είναι $a' > a$, αφού όπως γνωρίζουμε σε υψηλότερη θερμοκρασία, το ασθενές οξύ ιοντίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό, άρα θα έχουμε... $[H_3O^+]_2' > [H_3O^+]_2$, που με λογαρίθμηση δίνει τελικά... $pH_2' < pH_2$.

Προφανώς θα είναι πάλι... $[H_3O^+]_1' > [H_3O^+]_2'$ αφού είναι $a' < 1$ που δίνει $pH_1' < pH_2'$.

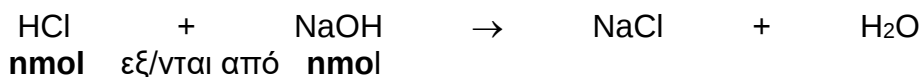
ΠΡΟΣΟΧΗ!

Στο Δ₁ σε θ'°C αν και είναι $pH_1' = pH_1$, δηλαδή το pH του διαλύματος του ισχυρού οξέος δεν αλλάζει όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του διαλύματος, για το pOH δεν ισχύει το ίδιο.

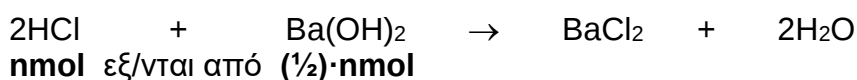
Έχουμε... $pOH_1 = pK_w - pH_1$ και $pOH_1' = pK_w' - pH_1'$.

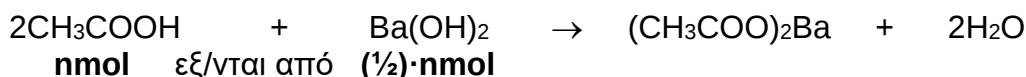
Όμως είναι $pK_w' < pK_w$, άρα θα είναι... $pOH_1' < pOH_1$.

❖ Εξουδετέρωση με διάλυμα NaOH (απαιτούμενη ποσότητα βάσης σε mol)



❖ Εξουδετέρωση με διάλυμα Ba(OH)₂ (απαιτούμενη ποσότητα βάσης σε mol)





Συμπέρασμα: Η ποσότητα μιας βάσης (σε mol) που απαιτείται για να εξουδετερωθεί ορισμένη ποσότητα οξέος, εξαρτάται μόνο από την ποσότητα του οξέος και τη στοιχειομετρική αναλογία της μεταξύ τους αντίδρασης εξουδετέρωσης. Δεν παίζει κάποιο ρόλο το pH του διαλύματος του οξέος ή της βάσης, ούτε το αν το οξύ ή η βάση είναι ισχυροί ή ασθενείς ηλεκτρολύτες.

Τρόποι αύξησης του pH ενός διαλύματος ασθενούς οξέος HA

1. Με αραιώση
2. Με ψύξη του διαλύματος, οπότε περιορίζεται ο ιοντισμός του οξέος. Στην περίπτωση διαλύματος ισχυρού οξέος, το pH του δεν αλλάζει με τη θερμοκρασία, αλλάζει όμως το pOH του.
3. Προσθήκη στο διάλυμα υπολογίσιμης ποσότητας βάσης, ασθενούς (π.χ. NH_3 ή NaCN , KF , NaA κλπ) ή ισχυρής (π.χ. NaOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ κλπ).
4. Ανάμιξη του διαλύματος του οξέος με άλλο αραιότερο διάλυμα του ίδιου οξέος, διότι έτσι θα προκύψει τελικά ένα διάλυμα με συγκέντρωση μικρότερη από εκείνη του αρχικού διαλύματος, οπότε το pH θα αυξηθεί.
5. Γενικά με ανάμιξη του αρχικού διαλύματος με άλλο υδατικό σύστημα (συμπεριλαμβανομένου και του καθαρού διαλύτη, δηλαδή του νερού), που έχει μεγαλύτερο pH.

ΑΛΥΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ-ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ιοντισμός νερού – pH και διαλύματα ισχυρών οξέων και βάσεων

- ➔ Η θερμοκρασία των διαλυμάτων, όταν δεν αναφέρεται κάτι διαφορετικό, να θεωρείται ίση με 25°C.
- ➔ Οι τιμές A_r των διαφόρων στοιχείων να θεωρούνται δεδομένες.
- Να συμπληρωθούν τα κενά στις παρακάτω προτάσεις, με τις κατάλληλες λέξεις:
 - Η διαδικασία σχηματισμού ιόντων κατά τη διάλυση μοριακών ενώσεων στο H_2O , ονομάζεται
 - Ουσίες, όπως το H_2O , που μπορούν να δρουν είτε ως οξέα είτε ως βάσεις, ονομάζονται
 - Ποιες από τις ουσίες, που δίνεται ο τύπος τους παρακάτω δρουν αμφιπρωτικά;
 - H_2O
 - NO_2^-
 - HSO_4^-
 - HPO_4^{2-}
 - Να συμπληρωθεί κατάλληλα ο παρακάτω πίνακας.

	α	β	γ	δ	ε
Συζυγές οξύ		$HCOOH$	NH_4^+		H_2O
Συζυγής βάση	ClO^-			H_2O	

Π. Εξ. 2000

- Ποιο από τα παρακάτω αποτελεί συζυγές ζεύγος οξέος – βάσης, κατά Brønsted – Lowry:
 - HCN / CN^-
 - H_3O^+ / OH^-
 - H_2CO_3 / CO_3^{2-}
 - NH_4^+ / NH_2^-
- Ένα υδατικό διάλυμα είναι βασικό στους 25°C, όταν:
 - $[OH^-] > [H_3O^+]$
 - $[OH^-] < [H_3O^+]$
 - $pH < 7$
 - $pOH > 7$

Π. Εξ. 2005

Π. Εξ. 2007

Π. Εξ. 2000

- Υδατικό διάλυμα έχει $pH=7$. Είναι αυτό το διάλυμα ουδέτερο;
- Ο ιοντισμός του νερού είναι διεργασία ενδόθερμη. Γνωρίζοντας ότι το καθαρό νερό έχει στους 25°C, $pH=7$ να εξετάσετε αν το νερό στους 40°C θα έχει pH μεγαλύτερο, μικρότερο ή ίσο με επτά. Το νερό στους 40°C, θα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο;
- Τα υδατικά διαλύματα Α, Β και Γ, σε θερμοκρασία 25°C, έχουν αντίστοιχα τιμές pH 4, 7 και 10. Τι θα συμβεί στην τιμή του pH αυτών των διαλυμάτων, αν υποστούν άπειρη αραίωση;
- Να χαρακτηριστούν οι παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).
 - Ίσοι όγκοι διαλυμάτων HCl (ισχυρό οξύ) και HF (ασθενές οξύ), της ίδιας συγκέντρωσης, απαιτούν ίδια ποσότητα βάσης (εκφρασμένη σε mol), για να εξουδετερωθούν.
 - Υδατικό διάλυμα HCl και υδατικό διάλυμα HF , έχουν ίδια συγκέντρωση, άρα και ίδια τιμή pH .
 - Σε $\theta^\circ C$ το καθαρό νερό έχει $pH=7,2$, άρα σε $\theta^\circ C$ το καθαρό νερό είναι βασικό.

...
...
...

10. Να υπολογιστεί το pH των υδατικών διαλυμάτων: α) HNO_3 0,1M, β) KOH 0,01M, γ) Ca(OH)_2 $5 \cdot 10^{-4}\text{M}$.
(απ.: 1 – 12 – 11)
11. Υδατικό διάλυμα έχει $\text{pH}=3$, σε $\theta=25^\circ\text{C}$. Να υπολογιστεί η $[\text{H}_3\text{O}^+]$, η $[\text{OH}^-]$ και η τιμή pOH αυτού του διαλύματος.
(απ.: 10^{-3}M – 10^{-11}M - 11)
12. 0,896L αερίου HCl , μετρημένα σε $P=2\text{atm}$ και $\theta=273^\circ\text{C}$, διαλύονται σε νερό, οπότε σχηματίζονται 400mL υδροχλωρικού οξέος. Ποιο θα είναι το pH αυτού του διαλύματος;
(απ.: 1)
13. Ποιο είναι το pH υδατικού διαλύματος KOH ($M_r=56$), περιεκτικότητας 0,56%w/v;
(απ.: 13)
14. Να βρεθεί η %w/v περιεκτικότητα υδατικού διαλύματος HBr , που έχει $\text{pH}=0$.
(απ.: 8,1%w/v)
15. Υδατικό διάλυμα KOH , πυκνότητας 1,051g/mL, έχει $\text{pH}=14$. Να υπολογιστεί η %w/w περιεκτικότητά του διαλύματος.
(απ.: 5,33%w/w)
16. Να βρεθεί το pH υδατικού διαλύματος, στο οποίο σε 25°C , είναι $[\text{H}_3\text{O}^+]=10[\text{OH}^-]$.
(απ.: 6,5)

Αραιώσεις - Αναμίξεις

17. Υδατικό δ/μα HNO_3 με $\text{pH}=2$, αραιώνεται σε διπλάσιο τελικό όγκο. Τι pH θα έχει το τελικό διάλυμα; Δίνεται ότι $\log 5=0,7$.
(απ.: 2,3)
18. Να βρεθεί το pH του διαλύματος που προκύπτει από την ανάμιξη 11mL νερού με 1mL υδροχλωρικού οξέος, περιεκτικότητας 30,672%w/w και πυκνότητας 1,428g/mL.
(απ.: περίπου 0)
19. Υδατικό δ/μα HCl που έχει $\text{pH}=5$, αραιώνεται σε 1000πλάσιο τελικό όγκο. Ποιο θα είναι το pH του τελικού διαλύματος;
(απ.: 6,72)
20. Αναμιγνύονται 25mL υδατικού διαλύματος Ba(OH)_2 0,003M με 40mL υδατικού διαλύματος NaOH 0,015M και προστίθεται επιπλέον τόσο νερό, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει όγκο ίσο με 75mL. Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος.
(απ.: 11)
21. Πόσα g στερεού NaOH πρέπει να προσθέσουμε σε 50mL υδατικού δ/τος NaOH , που έχει $\text{pH}=13$, ώστε το pH αυτού του διαλύματος, να μεταβληθεί κατά μια μονάδα; Να θεωρηθεί, ότι ο όγκος του διαλύματος δε μεταβάλλεται αισθητά, κατά την προσθήκη του στερεού NaOH .
(απ.: 1,8g)
22. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε δυο υδατικά διαλύματα HCl , με τιμές pH, 2 και 5 αντίστοιχα, ώστε το διάλυμα που θα σχηματιστεί τελικά, να έχει $\text{pH}=3$;
(απ.: 11:100)

Εξουδετέρωση

23. Ποιόν όγκο υδατικού διαλύματος HCl 0,02M πρέπει να αναμίξουμε με 150mL υδατικού δ/τος NaOH 0,03M, ώστε να προκύψει τελικό διάλυμα με $\text{pH}=2$;
(απ.: 600mL)
24. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθεί υδατικό διάλυμα HBr 0,1M με υδατικό διάλυμα NaOH 0,15M, ώστε να σχηματιστεί τελικά, διάλυμα με $\text{pH}=13$;
(απ.: 1:4)
25. 10mL υδατικού διαλύματος HBr αραιώνονται με 9-πλάσιο όγκο νερού. Από το αραιωμένο διάλυμα λαμβάνουμε 20mL, τα οποία για να εξουδετερωθούν απαιτούν 10mL υδα-

τικού διαλύματος NaOH $0,02\text{M}$. Να υπολογιστεί το pH του υδροβρωμικού οξέος πριν αυτό αραιωθεί.

(απ.: 1)

26. Αναμιγνύονται 200mL υδροχλωρικού οξέος με 800mL υδατικού διαλύματος NaOH διπλάσιας συγκέντρωσης και προκύπτει έτσι διάλυμα με $\text{pH}=13$. Ποιες ήταν οι συγκεντρώσεις των δυο αρχικών διαλυμάτων;

(απ.: $C_{\text{ox}}=1/14\text{M}$)

27. $0,245\text{g}$ του διπρωτικού οξέος H_2A εξουδετερώνονται πλήρως από 50mL υδατικού διαλύματος NaOH , που έχει $\text{pH}=13$. Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα του οξέος.

(απ.: 98)

28. Υδατικό διάλυμα HNO_3 που έχει $\text{pH}=2$, αραιώνεται σε διπλάσιο τελικό όγκο. Να υπολογιστεί ο όγκος υδατικού διαλύματος $\text{Ba}(\text{OH})_2$, συγκέντρωσης $0,004\text{M}$, που μπορεί να εξουδετερώσει 40mL από το αραιωμένο διάλυμα του HNO_3 .

(απ.: 25mL)

29. Να υπολογιστεί ο όγκος υδατικού διαλύματος τριβασικού οξέος, συγκέντρωσης $0,001\text{M}$, που απαιτείται για την εξουδετέρωση 300mL υδατικού διαλύματος $\text{Ba}(\text{OH})_2$, που έχει $\text{pH}=11$.

(απ.: 100mL)

30. Το άθροισμα της τιμής pH ενός υδατικού διαλύματος HBr με την τιμή pH ενός υδατικού διαλύματος KOH , σε $\theta=25^\circ\text{C}$, είναι ίσο με 13. Να υπολογιστεί η αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμιχθούν τα δυο παραπάνω διαλύματα, ώστε να συμβεί πλήρης εξουδετέρωση μεταξύ τους.

(απ.: 1:10)

31. Όταν υδατικό διάλυμα HCl (διάλυμα Α) αναμιγνύεται με υδατικό διάλυμα NaOH (διάλυμα Β), υπό αναλογία όγκων $1/9$, προκύπτει τελικό διάλυμα με $\text{pH}=3$, ενώ όταν η παραπάνω ανάμιξη γίνεται υπό αναλογία όγκων $99/1001$, το σχηματιζόμενο τελικό διάλυμα έχει $\text{pH}=10$. Με βάση τα δεδομένα αυτά να υπολογιστεί το pH των διαλυμάτων Α και Β.

(απ.: 1 και 12)

32. Το άθροισμα της τιμής pH υδατικού διαλύματος HCl (διάλυμα Α) με την τιμή pH υδατικού διαλύματος NaOH (διάλυμα Β), είναι ίσο με 13. Όταν αναμιγνύονται τα παραπάνω διαλύματα υπό αναλογία όγκων $1/9$, προκύπτει τελικό διάλυμα με $\text{pH}=3$. Με βάση τα δεδομένα αυτά να υπολογιστεί το pH των διαλυμάτων Α και Β.

(απ.: 1 και 12)

Ιοντισμός ασθενών οξέων και βάσεων και pH

1. Σε αραιό υδατικό διάλυμα NH_3 όγκου V_1 με βαθμό ιοντισμού α_1 ($\alpha_1 < 0,1$) προσθέτουμε νερό υπό σταθερή θερμοκρασία, μέχρι ο τελικός όγκος του διαλύματος να γίνει $4V_1$. Ο βαθμός ιοντισμού α_2 της NH_3 στο αραιωμένο διάλυμα είναι:

α. $\alpha_2=2\alpha_1$

γ. $\alpha_2=\alpha_1$

β. $\alpha_2=4\alpha_1$

δ. $\alpha_2=\alpha_1/2$

Π. Εξ. 2004

2. Δίνονται τα τρία παρακάτω υδατικά διαλύματα του ασθενούς οξέος HA :

Δ_1 συγκέντρωσης c_1 και θερμοκρασίας 25°C ,

Δ_2 συγκέντρωσης c_2 ($c_2 > c_1$) και θερμοκρασίας 25°C και

Δ_3 συγκέντρωσης $c_3=c_2$ και θερμοκρασίας 45°C .

Ο βαθμός ιοντισμού του οξέος HA στα παραπάνω διαλύματα είναι αντίστοιχα α_1 , α_2 και α_3 όπου σε κάθε περίπτωση ο βαθμός ιοντισμού είναι μικρότερος από 0,1.

α. Σε ποιο από τα παραπάνω διαλύματα η σταθερά ιοντισμού K_a του οξέος HA έχει τη μεγαλύτερη τιμή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β. Για τους βαθμούς ιοντισμού ισχύει:

- 1) $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3$
- 2) $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$
- 3) $\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_3$
- 4) $\alpha_3 < \alpha_2 < \alpha_1$

Να επιλέξετε τη σωστή από τις παραπάνω σχέσεις. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Π. Εξ. 2005

3. Δίνονται τα παρακάτω υδατικά διαλύματα:

Διάλυμα Δ₁, του ασθενούς οξέος ΗΑ, συγκέντρωσης C₁ και θερμοκρασίας θ°C. Ο βαθμός ιοντισμού του οξέος στο διάλυμα αυτό είναι α₁=0,02.

Διάλυμα Δ₂, του ασθενούς οξέος ΗΒ, συγκέντρωσης C₂>C₁ και θερμοκρασίας θ°C. Ο βαθμός ιοντισμού του οξέος στο διάλυμα αυτό είναι α₂=0,02.

Να εξηγηθεί, χωρίς να προσφύγουμε στην τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a των δυο οξέων, ποιο από αυτά είναι ισχυρότερο.

4. Σε υδατικό διάλυμα του ασθενούς οξέος ΗΑ, προσθέτουμε νερό προκαλώντας αραιώση. Θεωρώντας ότι και στο αρχικό, αλλά και στο αραιωμένο διάλυμα είναι α<0,1, να εξηγηθεί πώς μεταβάλλονται κατά την αραιώση τα ακόλουθα μεγέθη...

- α. Η ποσότητα του διαλυμένου οξέος.
- β. Η συγκέντρωση του οξέος στο διάλυμα.
- γ. Ο βαθμός ιοντισμού α του οξέος.
- δ. Η συγκέντρωση των οξωνίων, δηλαδή η [H₃O⁺].
- ε. Το pH του διαλύματος.
- ζ. Η ποσότητα των οξωνίων σε mol, δηλαδή το n_{H₃O⁺}.

5. Σε 1L υδατικού διαλύματος του οξέος ΗΑ που έχει pH=3, προσθέτουμε 9L νερό οπότε σχηματίζονται 10L διαλύματος με pH=4. Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με 1L υδατικού διαλύματος του οξέος ΗΒ που έχει επίσης pH=3, παίρνουμε τελικά διάλυμα με pH=3,5. Τι συμπέρασμα προκύπτει από τα παραπάνω για την ισχύ των δύο οξέων;

2^{ος} Πανελλήνιος Διαγωνισμός Χημείας 1988

6. Υδατικό διάλυμα ΗCl και υδατικό διάλυμα CH₃COOH έχουν ίδιο pH. Ίσοι όγκοι των δύο αυτών διαλυμάτων εξουδετερώνονται πλήρως με το ίδιο διάλυμα NaOH. Σε ποια από τις δυο εξουδετερώσεις καταναλώνεται μεγαλύτερη ποσότητα από το διάλυμα του NaOH; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Π. Εξ. 2007

7. 0,03mol ασθενούς οξέος ΗΑ διαλύονται σε νερό και προκύπτουν 600mL διαλύματος αυτού του οξέος. Αν στο διάλυμα αυτό, το οξύ παρουσιάζει βαθμό ιοντισμού 0,02, να υπολογιστεί το pH του διαλύματος.

(απ.: 3)

8. Σε 250mL υδατικού διαλύματος του ασθενούς οξέος ΗΑ, περιέχονται διαλυμένα 0,01mol ΗΑ. Αν το διάλυμα έχει pH=2. Σε τι ποσοστό ιοντίζεται το οξύ στο διάλυμα αυτό;

(απ.: 25%)

9. Σε ποιόν όγκο πρέπει να αραιώσουμε 100mL υδατικού διαλύματος ενός πολύ ασθενούς οξέος ΗΑ, συγκέντρωσης 0,3M, ώστε να διπλασιαστεί ο βαθμός ιοντισμού του;

(απ.: 400mL)

10. Σε δυο πολύ αραιά υδατικά διαλύματα του μεθανικού οξέος (HCOOH), το οξύ έχει βαθμό ιοντισμού 0,2 στο 1^ο διάλυμα και 0,4 στο 2^ο διάλυμα. Αναμιγνύουμε 100mL του 1^{ου} διαλύματος με 300mL του 2^{ου} διαλύματος. Να βρεθεί ο βαθμός ιοντισμού του οξέος, στο διάλυμα που θα σχηματιστεί από την παραπάνω ανάμιξη.

(απ.: 0,299)

11. Δύο αραιά υδατικά διαλύματα Δ_1 , Δ_2 ίδιας θερμοκρασίας περιέχουν αντίστοιχα τα οξέα CH_3COOH και HCOOH , με ίδια συγκέντρωση. Το Δ_1 έχει τιμή $\text{pH}=4$ και το Δ_2 έχει $\text{pH}=3$. Να εξηγηθεί ποιο από τα δυο οξέα είναι ισχυρότερο.

Π. Εξ. 2001

12. Το οξύ HA , σε υδατικό διάλυμά του, συγκέντρωσης $0,5\text{M}$ και σε $\theta^\circ\text{C}$, παρουσιάζει βαθμό ιοντισμού $0,01$, ενώ το οξύ HB σε υδατικό διάλυμά του συγκέντρωσης $0,2\text{M}$ και στην ίδια θερμοκρασία, εμφανίζει βαθμό ιοντισμού $0,015$. Ποιο από τα δυο οξέα είναι ισχυρότερο;

(απ.: το HA)

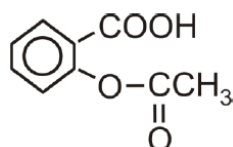
13. Ποιο από τα παρακάτω διαλύματα οξέων που έχουν ίδια συγκέντρωση και βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, έχει τη μικρότερη τιμή pH ;

Δίνονται οι αντίστοιχες σταθερές ιοντισμού των οξέων.

α. HCOOH με $K_a=2 \cdot 10^{-4}$ β. CH_3COOH με $K_a=2 \cdot 10^{-5}$ γ. ClCH_2COOH με $K_a=1,5 \cdot 10^{-3}$ δ. Cl_2CHCOOH με $K_a=5 \cdot 10^{-2}$.

Π. Εξ. 2002

14. Η ασπιρίνη...



...είναι ασθενές οργανικό οξύ, το οποίο όταν βρεθεί στο υδατικό περιβάλλον του γαστρεντερικού σωλήνα, ιοντίζεται.

α. Να γραφεί η χημική αντίδραση ιοντισμού της ασπιρίνης.

β. Η ασπιρίνη απορροφάται ευκολότερα στη μη ιοντική της μορφή. Να εξηγήσετε πού θα απορροφηθεί περισσότερο: στο στομάχι όπου το $\text{pH}=1,5$ ή στο λεπτό έντερο, όπου το $\text{pH}=8$;

Π. Εξ. 2019

Διαλύματα αλάτων και pH

15. Τα υδατικά διαλύματα Δ_1 , Δ_2 και Δ_3 περιέχουν HCl , CH_3COONa και NH_4Cl αντίστοιχα. Τα διαλύματα αυτά βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C και έχουν την ίδια συγκέντρωση c .

α. Να καταταχθούν τα παραπάνω διαλύματα κατά σειρά αυξανόμενης τιμής pH .

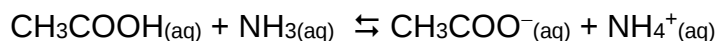
β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Π. Εξ. 2004

16. Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού:

 $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})=10^{-5}$, $K_b(\text{NH}_3)=10^{-5}$ και $K_w=10^{-14}$.

α. Να προβλέψετε προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η ισορροπία, στην αντίδραση που αποδίδεται με την παρακάτω χημική εξίσωση και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



β. Να προβλέψετε αν ένα υδατικό διάλυμα του άλατος $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο, γράφοντας τις αντιδράσεις των ιόντων του άλατος με το νερό. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Π. Εξ. 2003

17. Με προσθήκη νερού δε μεταβάλλεται το pH υδατικού διαλύματος:

α. CH_3COOH γ. NaCl β. NH_4Cl δ. CH_3COONa

Π. Εξ. 2003

18. Βασικό είναι το υδατικό διάλυμα της ένωσης:
 α. KCl γ. NH_4NO_3
 β. CH_3COOK δ. $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$

Π. Εξ. 2001

19. Το pH υδατικού διαλύματος NaCl, όταν θερμαίνεται από τους 25°C στους 45°C ...
 α. αυξάνεται β. μειώνεται
 γ. δεν αλλάζει δ. δεν έχουμε αρκετά δεδομένα για να απαντήσουμε
20. Να υπολογιστεί το pH υδατικού διαλύματος NH_4Cl , συγκέντρωσης 0,1M. Για την NH_3 να ληφθεί $K_b=10^{-5}$.

(απ.: 5)

21. Ποιος όγκος υδατικού διαλύματος NaOH 0,15M απαιτείται για να εξουδετερωθούν 150mL υδατικού διαλύματος CH_3COOH , συγκέντρωσης 0,3M; Ποιο θα είναι το pH στο τελικό διάλυμα που θα προκύψει από την εξουδετέρωση του οξέος από τη βάση; Για το οξικό οξύ να ληφθεί $K_a=10^{-5}$.

(απ.: 300mL – 9)

22. Να υπολογιστεί ο όγκος υδατικού διαλύματος $\text{Ba}(\text{OH})_2$, που έχει pH=13,3, ο οποίος απαιτείται για να εξουδετερώσει 200mL υδατικού διαλύματος HCOOH , συγκέντρωσης 0,2M. Ποιο θα είναι το pH του τελικού διαλύματος, που θα προκύψει από την παραπάνω εξουδετέρωση; Να θεωρηθεί ότι για το HCOOH είναι $K_a=10^{-4}$ και ότι $\log 2=0,3$.

(απ.: 200mL – 8,5)

Ε.Κ.Ι.

23. Να εξηγηθεί αν θα μεταβληθεί το pH υδατικού διαλύματος NH_3 , όταν σε αυτό προσθέσουμε στερεό NH_4Cl , με σταθερή θερμοκρασία και χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του αρχικού διαλύματος.

Π. Εξ. 2004

24. Να βρεθεί ο βαθμός ιοντισμού του ασθενούς οξέος HA και το pH... α) σε υδατικό διάλυμά του 0,01M και β) σε υδατικό διάλυμά του 0,01M που όμως περιέχει και το άλας NaA σε συγκέντρωση 0,001M. Για το οξύ HA να ληφθεί $K_a=10^{-6}$.

(απ.: $\alpha_a=0,01$, $\text{pH}_a=4$ – $\alpha_\beta=0,001$, $\text{pH}_\beta=5$)

25. Σε 200mL υδατικού διαλύματος του CH_3COOH περιέχονται 1,2g από αυτό. Να προσδιοριστεί ο βαθμός ιοντισμού του οξέος και το pH του διαλύματος.

Αν στο παραπάνω διάλυμα διοχετεύσουμε και διαλύσουμε $44,8\text{cm}^3$ αερίου HCl, μετρημένα σε stp, πόσος θα γίνει ο βαθμός ιοντισμού του αιθανικού οξέος και τι τιμή θα εμφανίσει το pH του διαλύματος;

Κατά τη διάλυση του αερίου HCl, ο όγκος του διαλύματος δεν αλλάζει. Για το οξικό οξύ να ληφθεί $K_a=10^{-5}$.

(απ.: 0,01, $\text{pH}=3$ – 0,001, $\text{pH}=2$)

26. Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού του οξέος HB σε υδατικό διάλυμα αυτού, συγκέντρωσης 0,25M. Επίσης να βρεθεί και το pH του διαλύματος.

Να ληφθεί $\log 3=0,48$ και για το οξύ να θεωρηθεί ότι είναι $K_a=1,2 \cdot 10^{-5}$.

200mL του παραπάνω διαλύματος αναμιγνύονται με 300mL υδατικού διαλύματος του άλατος NaB, συγκέντρωσης 0,2M. Ποια τιμή θα έχει ο βαθμός ιοντισμού του οξέος HB στο διάλυμα που σχηματίζεται από την παραπάνω ανάμιξη και ποιο θα είναι το pH αυτού;

(απ.: $\alpha=4 \cdot 3^{1/2} \cdot 10^{-3}$, $\text{pH}=2,76$ – $\alpha'=10^{-4}$, $\text{pH}'=5$)

27. Σε 400mL υδατικού διαλύματος NH_3 περιέχονται 0,4mol NH_3 και το διάλυμα παρουσιάζει τιμή $\text{pH}=11,5$. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε και διαλύουμε, χωρίς να προκληθεί ουσιαστική μεταβολή στον όγκο του διαλύματος, 1,6g στερεού NaOH. Να βρεθεί πόσο

θα μεταβληθούν ο βαθμός ιοντισμού της αμμωνίας και το pH του διαλύματος εξαιτίας της διάλυσης του NaOH.

(απ.: $a:10^{-2,5} \rightarrow 10^{-4}$ – pH:11,5 $\rightarrow$ 13)

28. Σε 500mL υδατικού διαλύματος του ασθενούς οξέος HA, είναι διαλυμένα 0,25mol HA. Ο βαθμός ιοντισμού του οξέος, σ' αυτό το διάλυμα, είναι 0,002. Ποιο είναι το pH του διαλύματος; Να βρεθεί η τιμή που θα αποκτήσει ο βαθμός ιοντισμού του οξέος και πόσο θα γίνει το pH του διαλύματος, αν στο παραπάνω διάλυμα προσθέσουμε:

α. 0,75mol HA, χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του διαλύματος.

β. 0,005mol HCl, χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του διαλύματος.

γ. 300mL νερού.

δ. 1L άλλου υδατικού διαλύματος του ίδιου οξέος, στο οποίο αυτό παρουσιάζει βαθμό ιοντισμού ίσο με 0,004.

Να ληφθεί $\log 2 = 0,3$.

(απ.: $3 - a_a = 0,001$ - $pH_a = 2,7$ - $a_b = 0,0002$, $pH_b = 2$ - $a_\gamma = 8 \cdot 10^{-3,5}$, $pH_\gamma = 3,1$ - $a_\delta = 8^{1/2} \cdot 10^{-3}$, $pH_\delta = 3,15$)

29. Το οξύ με τύπο H_2A ιοντίζεται πλήρως στο 1^ο στάδιο ιοντισμού του, ενώ στο 2^ο στάδιο ιοντίζεται σε ποσοστό 25%. Αν σε 250mL υδατικού διαλύματος του παραπάνω οξέος βρίσκονται διαλυμένα 0,002mol αυτού, να βρεθεί το pH του διαλύματος και η τιμή της σταθεράς ιοντισμού του οξέος κατά το 2^ο στάδιο ιοντισμού του.

(απ.: $2 - 1/300$)

30. Σε 200mL υδατικού διαλύματος του οξέος H_2A , βρίσκονται διαλυμένα $1,5 \cdot 10^{-3}$ mol H_2A , ενώ το δ/μα εμφανίζει $pH = 2$. Αν το οξύ ιοντίζεται πλήρως στο 1^ο στάδιο ιοντισμού του, να βρεθεί ο βαθμός ιοντισμού του οξέος και η τιμή της σταθεράς ιοντισμού αυτού, στο 2^ο στάδιο ιοντισμού του.

(απ.: $1/3 - 5 \cdot 10^{-3}$)

31. Το H_2SO_4 ιοντίζεται πλήρως κατά το 1^ο στάδιο ιοντισμού του, ενώ στο 2^ο στάδιο ιοντίζεται μερικώς, με αντίστοιχη τιμή σταθεράς ιοντισμού $K_{a2} = 0,012$. Με βάση τα παραπάνω να υπολογιστεί το pH ενός υδατικού διαλύματος H_2SO_4 συγκέντρωσης 0,005M. Να ληφθεί $\log 2 = 0,3$.

(απ.: 2,1)

32. Σε υδατικό διάλυμα του διπρωτικού οξέος H_2A , συγκέντρωσης 0,01M, ο βαθμός ιοντισμού του οξέος στο 1^ο στάδιο ιοντισμού του, είναι 9/10, ενώ στο 2^ο στάδιο ιοντισμού, το οξύ εμφανίζει βαθμό ιοντισμού $a_2 = 1/9$. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις στο διάλυμα των: H_2A , HA^- , A^{2-} και H_3O^+ . Επίσης να βρεθεί το pH του παραπάνω διαλύματος και οι τιμές των σταθερών ιοντισμού του οξέος και για τις δυο βαθμίδες ιοντισμού του.

(απ.: $10^{-3}M - 8 \cdot 10^{-3}M - 10^{-3}M - 10^{-2}M - 2 - 0,08 - 1,25 \cdot 10^{-3}$)

33. 400mL υδατικού διαλύματος του άλατος NaA, συγκέντρωσης 0,6M, αναμιγνύονται με 100mL υδροχλωρικού οξέος, που έχει $pH = 0,1$. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος που σχηματίζεται τελικά. Να ληφθεί $\log 2 = 0,3$ και για το οξύ HA να θεωρηθεί ότι η σταθερά ιοντισμού του είναι $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$. Υπόδειξη: να ληφθεί $10^{-0,1} = 10^{0,9-1} = (10^{0,3})^3 \cdot 10^{-1}$.

(απ.: 5)

34. Προσθέτουμε 0,1L υδατικού διαλύματος $Ba(OH)_2$, συγκέντρωσης 0,1M, σε 0,1L υδατικού διαλύματος $HCOOH$, συγκέντρωσης 0,4M. Να υπολογιστεί το pH του σχηματιζόμενου διαλύματος. Για το $HCOOH$ να ληφθεί $K_a = 10^{-4}$.

(απ.: 4)

Προβλήματα που απαιτούν αυξημένη προσοχή!

35. Σε $\theta^\circ C$ το καθαρό νερό έχει $pH = 6,8$. Να βρεθεί το pH υδατικού διαλύματος του άλατος με τύπο NaA, συγκέντρωσης 0,1M που βρίσκεται σε $\theta^\circ C$, αν στη θερμοκρασία αυτή το ασθενές οξύ HA παρουσιάζει σταθερά ιοντισμού $K_a = 10^{-5}$.

(απ.: $pH = 8,8$)

36. Δίνονται τα παρακάτω υδατικά διαλύματα.

Διάλυμα Δ₁ του ασθενούς οξέος HA, συγκέντρωσης 0,1M, που σε θερμοκρασία θ°C παρουσιάζει pH=3.

Διάλυμα Δ₂ του άλατος NaA, συγκέντρωσης 0,1M, που σε θερμοκρασία θ°C παρουσιάζει pH=8,5.

Διάλυμα Δ₃ του ασθενούς οξέος HB, συγκέντρωσης 1M, που σε θερμοκρασία 25°C παρουσιάζει pH=2,5.

Να εξηγηθεί αν είναι θ>25°C, ή θ<25°C, ή θ=25°C.

Να εξηγηθεί ακόμη, ποιο από τα δύο οξέα HA και HB είναι ισχυρότερο;

Σε κάθε περίπτωση αλληλεπίδρασης ασθενούς όξινης ή βασικής μορφής με το νερό, να θεωρηθεί ότι είναι... K_a ή $b/C < 10^{-2}$ και να γίνουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: ισχυρότερο το HB)

37. Ποια είναι η τιμή του pH υδατικού διαλύματος οξέος ή βάσης που προκύπτει από άπειρη αραιώση ενός αντίστοιχου αρχικού διαλύματος;

Να δειχθεί ότι ο βαθμός ιοντισμού ενός ασθενούς μονοπρωτικού οξέος ή μιας ασθενούς μονοπρωτικής βάσης, σε υδατικό διάλυμά τους, δίνεται αντίστοιχα από τη σχέση:

$$\alpha = K_a / (K_a + [H_3O^+]) \quad \text{ή} \quad \alpha = K_b / (K_b + [OH^-])$$

Στη συνέχεια να υπολογιστεί η μέγιστη τιμή του βαθμού ιοντισμού για το HCN και την NH₃ που έχουν αντίστοιχα σταθερές ιοντισμού: $K_a = 4 \cdot 10^{-10}$ και $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

(απ.: 4/1004 – 180/181)

38. Το οξύ H₂A παθαίνει πλήρη ιοντισμό στην πρώτη βαθμίδα ιοντισμού, ενώ το 2^ο στάδιο ιοντισμού του χαρακτηρίζεται από τιμή σταθεράς ιοντισμού $K_a = 10^{-4}$. Να βρεθεί το pH υδατικού διαλύματος του οξέος αυτού, συγκέντρωσης 0,1M (διάλυμα Δ₁).

Ποιος όγκος υδατικού διαλύματος NaOH 0,2M απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση 50mL του παραπάνω διαλύματος Δ₁;

Στο διάλυμα που προκύπτει από την παραπάνω εξουδετέρωση προσθέτουμε νερό, μέχρι ο όγκος να γίνει ίσος με 500mL και προκύπτει έτσι το διάλυμα Δ₂. Να βρεθεί το pH του διαλύματος Δ₂.

Να θεωρηθεί ότι είναι θ=25°C.

(απ.: 1, 50mL, 8)

39. Υδατικό διάλυμα του οξέος HA (διάλυμα Δ₁) έχει pH=1,7 και αραιώνεται σε δεκαπλάσιο τελικό όγκο. Το αραιωμένο διάλυμα που προκύπτει (διάλυμα Δ₂), έχει pH=2,7. Να υπολογιστεί η τιμή pH υδατικού διαλύματος του άλατος NaA, 0,1M (διάλυμα Δ₃). Να υπολογιστεί ακόμη η τιμή pH του διαλύματος που θα προκύψει από την αραιώση ορισμένου όγκου του διαλύματος Δ₃, σε διπλάσιο τελικό όγκο, (διάλυμα Δ₄), αλλά και η τιμή pH υδατικού διαλύματος του οξέος HA, συγκέντρωσης 0,1M (διάλυμα Δ₅).

Ποιος όγκος του διαλύματος Δ₅ πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να εξουδετερώσουμε 100mL διαλύματος NH₃ συγκέντρωσης 0,4M; Τι pH θα έχει το διάλυμα που θα προκύψει από την παραπάνω εξουδετέρωση;

Να ληφθεί $\log 2 = 0,3$ και για την NH₃ $K_b = 10^{-5}$.

(απ.: 400mL Δ₅ – 5,05)

40. Υδατικό διάλυμα του ασθενούς οξέος HA, συγκέντρωσης 0,1M, έχει pH₁=λ, ενώ υδατικό διάλυμα του άλατος NaA, συγκέντρωσης 0,1M, έχει pH₂=3·λ. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_a για το οξύ HA και η τιμή pH των δύο διαλυμάτων.

Να θεωρηθεί ότι είναι $K_w = 10^{-14}$ και ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν να γίνουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: $K_a = 10^{-5}$ – λ=3)

41. 20mL υδατικού διαλύματος CH₃COONa συγκέντρωσης 0,1M αναμιγνύονται με 80mL υδατικού διαλύματος NaF, συγκέντρωσης 1M. Να βρεθεί το pH του διαλύματος που

προκύπτει. Να θεωρηθεί ότι είναι $K_w=10^{-14}$ και ότι για το CH_3COOH είναι $K_a=10^{-5}$, ενώ για το HF είναι $K_a=10^{-4}$.

(απ.: 9)

42. Υδατικό διάλυμα Δ_1 , του ασθενούς οξέος HA , συγκέντρωσης C_1 , σε θερμοκρασία θ_1 έχει $\text{pH}=\kappa$.

Σε 300mL του διαλύματος Δ_1 προσθέτουμε 60mL ύδατος, οπότε προκύπτουν 360mL διαλύματος Δ_2 . Ταυτόχρονα φροντίζουμε η θερμοκρασία του νέου διαλύματος να γίνει $\theta_2>\theta_1$. Το διάλυμα Δ_2 έχει και αυτό $\text{pH}=\kappa$.

Με βάση τα παραπάνω να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς ιοντισμού του οξέος, στη θερμοκρασία θ_2 (K_{a2}), αν είναι γνωστό ότι στη θερμοκρασία θ_1 η αντίστοιχη τιμή είναι $K_{a1}=2 \cdot 10^{-6}$.

Να θεωρηθεί ότι και στα δύο διαλύματα είναι $\frac{K_a}{C} < 0,01$.

(απ. $K_{a2}=2,4 \cdot 10^{-6}$)

43. Υδατικό διάλυμα Δ_1 του οξέος HA , αραιώνεται σε εκατονταπλάσιο τελικό όγκο. Στο αραιωμένο διάλυμα Δ_2 που προκύπτει, περιέχονται δεκαπλάσια ιόντα A^- σε σχέση με το Δ_1 . Αν για το διάλυμα Δ_2 είναι $\text{pH}_2=4,8$, να προσδιοριστεί το pH_1 του αρχικού διαλύματος Δ_1 .

(απ. 3,8)

Ισχυρός αλλά... σεμνός!

44. Υδατικό διάλυμα του οξέος HA , συγκέντρωσης 0,01M, παρουσιάζει $\text{pH}=2$. Να βρεθεί το pH υδατικού διαλύματος του άλατος NaA , συγκέντρωσης 0,1M.

(απ.: ;)

45. Το pH υδατικού διαλύματος του άλατος NaA , δεν αλλάζει όταν το διάλυμα αραιώνεται σε τριπλάσιο τελικό όγκο. Να υπολογιστεί το pH υδατικού διαλύματος του οξέος HA , συγκέντρωσης 0,01M.

46. Το pH υδατικού διαλύματος του οξέος HB δεν αλλάζει όταν σε ορισμένο όγκο από αυτό προστεθεί, χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του διαλύματος, κάποια ποσότητα (όχι αμελητέα), από το στερεό άλας NaB .

Υδατικό διάλυμα Δ_1 του οξέος HB , που έχει $\text{pH}=2,7$, αραιώνεται με εννιαπλάσιο όγκο νερού και προκύπτει έτσι το διάλυμα Δ_2 . Να βρεθεί το pH του διαλύματος Δ_2 .

(απ.: 3,7)

47. Ορισμένος όγκος υδατικού διαλύματος Δ_1 του οξέος HA , που έχει $\text{pH}=1,2$, αραιώνεται σε εκατονταπλάσιο τελικό όγκο και σχηματίζεται έτσι το διάλυμα Δ_2 , που έχει $\text{pH}=3,2$.

Να βρεθεί το pH υδατικού διαλύματος του άλατος NaA , συγκέντρωσης 0,1M. Αν ορισμένος όγκος αυτού του διαλύματος αραιωθεί σε διπλάσιο τελικό όγκο, πόσο θα γίνει το pH του διαλύματος;

(απ.: ;)

48. Ορισμένος όγκος υδατικού διαλύματος Δ_1 του οξέος HA , που έχει $\text{pH}=3$, αναμιγνύεται με ίσο όγκο υδατικού διαλύματος Δ_2 του άλατος NaA , συγκέντρωσης 0,1M και σχηματίζεται έτσι το διάλυμα Δ_3 , που έχει $\text{pH}=3,3$.

Να βρεθεί το pH του διαλύματος Δ_2 .

Το ενδεχόμενο το οξύ HA να είναι ασθενές, να αντιμετωπιστεί θεωρώντας ότι επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν οι γνωστές προσεγγίσεις, που γίνονται σε ανάλογες περιπτώσεις.

(απ.: ;)

49. Σε ορισμένο όγκο υδατικού διαλύματος του άλατος NaB , που έχει θερμοκρασία 25°C , προσθέτουμε και διαλύουμε κάποια ποσότητα, όχι αμελητέα, στερεού άλατος NaB και

παρατηρούμε ότι το pH του διαλύματος δεν αλλάζει. Να εξηγηθεί τι θα συμβεί με το pH του διαλύματος, αν αυτό στη συνέχεια θερμανθεί στους 60°C.

(απ.: μείωση του pH)

50. Υδατικό διάλυμα HCl (διάλυμα Δ₁) έχει pH=κ και αναμιγνύεται με υδατικό διάλυμα KCl και προκύπτει έτσι το διάλυμα Δ₂, που έχει pH=λ. Να εξηγηθεί ποιο είναι σωστό από τα παρακάτω...

α. ... κ>λ.

β. ... λ>κ.

γ. ... κ=λ.

51. Σε κάθε περίπτωση ογκομέτρησης κάποιου υδατικού διαλύματος του οξέος HA με υδατικό διάλυμα NaOH, στην ίδια πάντα θερμοκρασία, το διάλυμα που προκύπτει στο ισοδύναμο σημείο, εμφανίζει την ίδια τιμή pH.

Να υπολογιστεί πόσο θα μεταβληθεί το pH υδατικού διαλύματος του οξέος HA, συγκέντρωσης 0,1M, αν ορισμένος όγκος από αυτό αναμιχθεί με ίσο όγκο υδατικού διαλύματος του άλατος NaA, συγκέντρωσης 0,1M.

(απ.: ΔpH=log2)

52. Υδατικό διάλυμα του οξέος HA, συγκέντρωσης C, έχει pH=λ και όταν βρίσκεται στη θερμοκρασία θ₁, αλλά και όταν η θερμοκρασία του γίνει θ₂>θ₁.

Να εξηγηθεί πόσο θα μεταβληθεί το pH του διαλύματος αυτού, αν σε ορισμένο όγκο αυτού...

- ...προσθέσουμε και διαλύσουμε 0,01mol στερεού άλατος NaA. Να θεωρηθεί ότι η διάλυση του στερεού δεν προκαλεί μεταβολή στον όγκο του διαλύματος.
- ...προσθέσουμε τριπλάσιο όγκο διαλύματος του άλατος NaA, ορισμένης συγκέντρωσης.

(απ.: ΔpH=2·log2)

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

(Η θερμοκρασία όπου δεν αναφέρεται να θεωρείται 25°C – Ar στοιχείων: γνωστά)

1. Ποιο από τα παρακάτω ζεύγη ενώσεων όταν διαλυθεί σε νερό, δίνει ρυθμιστικό διάλυμα;
 - α. HCl - NaCl
 - β. HCOOH - HCOONa
 - γ. HCl – NH₄Cl
 - δ. NaOH – CH₃COONa

Π. Εξ. 2001
2. Σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα;
 - α. στοιχειομετρική εξουδετέρωση CH₃COOH με NaOH,
 - β. ανάμιξη 1L δ/τος CH₃COONa 2M με 1L δ/τος HCl 1M,
 - γ. ανάμιξη 1L δ/τος NH₃ 2M με 1L δ/τος HNO₃ 1M,
 - δ. ανάμιξη 1L δ/τος NH₄NO₃ 2M με 1L δ/τος NaOH 1M και
 - ε. ανάμιξη 1L δ/τος HCl 2M με 1L δ/τος KCN 1M.

(απ.: β, γ, δ)
3. Ρυθμιστικό διάλυμα έχει συγκέντρωση σε HCN 0,3M και σε KCN 0,3M. Να βρεθεί το pH του διαλύματος αυτού αν το HCN έχει $K_a=4 \cdot 10^{-10}$. Να ληφθεί $\log 2=0,3$.

(απ.: 9,4)
4. Σε 1L υδατικού διαλύματος του ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA, συγκέντρωσης 1M, προσθέτουμε και διαλύουμε 1mol του άλατος του οξέος αυτού με νάτριο (δηλ. NaA), χωρίς ουσιώδη μεταβολή στον όγκο του διαλύματος. Αν το οξύ HA έχει σταθερά ιοντισμού $K_a=10^{-6}$, να υπολογιστεί η [H₃O⁺] και το pH του ρυθμιστικού διαλύματος που σχηματίζεται.

Πόσο θα γίνει η [H₃O⁺] και το pH αυτού του ρυθμιστικού διαλύματος, αν διοχετεύσουμε και διαλύσουμε σ' αυτό 224mL HCl_(g) (μετρημένα σε stp), χωρίς ουσιώδη μεταβολή του όγκου του;

(απ.: $10^{-6}M - 6 - 1,02 \cdot 10^{-6}M - 5,99$)
5. Υδατικό διάλυμα του ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA, συγκέντρωσης 0,3M, αναμιγνύεται με υδατικό διάλυμα NaOH 0,3M, με αναλογία όγκων 3/2. Αν για το οξύ είναι $K_a=2 \cdot 10^{-5}$ να βρεθεί το pH του διαλύματος που προκύπτει από την παραπάνω ανάμιξη.

Αν σε 50mL του διαλύματος αυτού προσθέσουμε και διαλύσουμε 2,24mL HCl_(g) (μετρημένα σε stp), χωρίς ουσιώδη μεταβολή του όγκου του διαλύματος, ποια θα είναι η τιμή του pH, στο διάλυμα που σχηματίζεται τελικά;

(απ.: 5 – 4,98)
6. Ποιους όγκους από δυο υδατικά διαλύματα NaOH και CH₃COOH, συγκέντρωσης 1M το κάθε ένα, πρέπει να αναμείξουμε, ώστε να προκύψει τελικά ρυθμιστικό διάλυμα με pH=4 και όγκο 1L. Δίνεται ότι το οξικό οξύ έχει $K_a=1,8 \cdot 10^{-5}$.

(απ.: 132mL)
7. Ποιόν όγκο υδατικού διαλύματος NH₄Cl 1,2M πρέπει να προσθέσουμε σε 800mL υδατικού διαλύματος NH₃ 4M, ώστε να σχηματιστεί τελικά ρυθμιστικό διάλυμα με pH=9. Δίνεται ότι η αμμωνία έχει $K_b= 1,8 \cdot 10^{-5}$.

(απ.: 4,8L)
8. Σε 1L ρυθμιστικού διαλύματος περιέχονται διαλυμένα 0,3mol NH₃ και 0,3mol NH₄Cl.
 - α. Να βρεθεί το pH του διαλύματος.
 - β. Πόσο θα γίνει το pH του διαλύματος αυτού αν πραγματοποιηθούν οι ακόλουθες παρεμβάσεις:
 - αν προσθέσουμε σ' αυτό 0,05mol HCl,
 - αν προσθέσουμε σ' αυτό 0,05mol NH₃,
 - αν προσθέσουμε σ' αυτό 0,05mol NaOH.

Να θεωρηθεί ότι οι παραπάνω παρεμβάσεις πρακτικά δεν αλλάζουν τον όγκο του διαλύματος και ότι η NH_3 έχει $K_b=10^{-5}$. Να ληφθεί $\log 2=0,3$, $\log 6=0,8$ και $\log 7=0,84$.

(απ.: $9 - 8,86 - 9,04 - 9,14$)

9. Σε ένα υδατικό διάλυμα CH_3COOH συγκέντρωσης $0,1\text{M}$ έχουμε $[\text{H}_3\text{O}^+]=0,001\text{M}$. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος που έχει συγκέντρωση $0,1\text{M}$ σε CH_3COOH και $0,5\text{M}$ σε CH_3COONa . Να ληφθεί $\log 5=0,7$.

(απ.: $5,7$)

10. Υδατικό διάλυμα του ασθενούς οξέος HA , εξουδετερώνεται πλήρως από $72,24\text{mL}$ υδατικού διαλύματος NaOH $0,1\text{M}$. Στη συνέχεια προστίθενται $36,12\text{mL}$ υδατικού διαλύματος HCl $0,1\text{M}$ με αποτέλεσμα να σχηματιστεί τελικά ένα ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH}=6$. Να υπολογιστεί η σταθερά K_a του οξέος HA .

(απ.: 10^{-6})

11. Ποιους όγκους από ένα υδατικό διάλυμα NH_3 $1,2\text{M}$ και από ένα διάλυμα NH_4Cl $1,2\text{M}$ πρέπει να αναμείξουμε, ώστε να προκύψουν 250mL διαλύματος με $\text{pH}=8$; Δίνεται ότι η NH_3 έχει $K_b=1,8 \cdot 10^{-5}$.

(απ.: $13,16\text{mL}$)

12. Δύο υδατικά ρυθμιστικά διαλύματα NH_3 , NH_4Cl έχουν τιμές pH 9 και 10. Στο 2° διάλυμα περιέχεται τριπλάσια ποσότητα αμμωνίας σε σχέση με το 1° διάλυμα. Αν στο 1° διάλυμα περιέχονται $0,06\text{mol}$ NH_4Cl , να βρεθεί η ποσότητα NH_4Cl που βρίσκεται διαλυμένη στο 2° διάλυμα.

(απ.: $0,018\text{mol}$)

13. Ένα υδατικό ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει το ασθενές οξύ HA και το άλας του με Na , δηλ. το NaA με συγκεντρώσεις αντίστοιχα $1,5\text{M}$ και $1,25\text{M}$.

Ένα άλλο υδατικό ρυθμιστικό διάλυμα, περιέχει τις ίδιες διαλυμένες ουσίες σε συγκεντρώσεις $0,18\text{M}$ για το οξύ και $1,5\text{M}$ για το άλας. Αν το 1° διάλυμα έχει $\text{pH}=4$, να βρεθούν:

- το pH του 2ου διαλύματος,
- το pH του διαλύματος που θα προκύψει από ανάμιξη ίσων όγκων των δύο παραπάνω διαλυμάτων (να ληφθεί $\log(55/28)=1,29$) και
- το pH του διαλύματος που θα σχηματιστεί από ανάμιξη των παραπάνω διαλυμάτων με αναλογία όγκων 2:3. Να ληφθεί $\log(140/59)=0,37$.

(απ.: $5 - 4,29 - 4,37$)

14. Να βρεθεί ο μέγιστος όγκος του ρυθμιστικού διαλύματος με $\text{pH}=5$ που μπορούμε να παρασκευάσουμε, αν διαθέτουμε $0,5\text{L}$ υδατικού διαλύματος CH_3COOH , συγκέντρωσης $0,5\text{M}$ και $0,5\text{L}$ υδατικού διαλύματος CH_3COONa , συγκέντρωσης $0,25\text{M}$. Για το CH_3COOH να ληφθεί $K_a=1,8 \cdot 10^{-5}$.

(απ.: 639mL)

15. Σε 125mL υδατικού διαλύματος HCl , συγκέντρωσης $0,2\text{M}$ προσθέτουμε 250mL υδατικού διαλύματος KCN , συγκέντρωσης $0,5\text{M}$. Αν το HCN έχει σταθερά $K_a=4 \cdot 10^{-10}$ να βρεθεί το pH του σχηματιζόμενου διαλύματος.

(απ.: 10)

16. Υδατικό διάλυμα του ασθενούς οξέος HA χρειάζεται για την πλήρη εξουδετέρωσή του 20mL υδατικού διαλύματος NaOH . Όταν στο διάλυμα του οξέος έχουν προστεθεί 12mL από το βασικό διάλυμα, το συνολικό διάλυμα που έχει σχηματιστεί, εμφανίζει $\text{pH}=6$. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_a του οξέος. Να θεωρηθεί ότι μετά την προσθήκη του βασικού διαλύματος στο διάλυμα του οξέος, οι συγκεντρώσεις των συστατικών του τελικού διαλύματος είναι τέτοιες, ώστε να επιτρέπονται οι γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: $1,5 \cdot 10^{-6}$)

17. Σε 100mL υδατικού διαλύματος CH_3COOH που έχει $\text{pH}=2$, προσθέτουμε στερεό NaOH , χωρίς να συμβεί ουσιώδης μεταβολή του όγκου του διαλύματος, με αποτέλεσμα

να διπλασιαστεί το pH του δ/τος. Αν το οξικό οξύ έχει $K_a=1,8 \cdot 10^{-5}$, να υπολογιστεί η ποσότητα του NaOH που προσθέσαμε.

(απ.: 3,39g)

18. Σε 36mL υδατικού διαλύματος CH_3COOH περιέχονται διαλυμένα 0,12g του οξέος. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε 36mL υδατικού διαλύματος CH_3COONa , οπότε το pH του αρχικού διαλύματος του οξέος διπλασιάζεται. Να υπολογιστεί η %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος του CH_3COONa . Για τη σταθερά ιοντισμού του CH_3COOH να ληφθεί, $K_a=1,8 \cdot 10^{-5}$.

(απ.: 8,2%)

19. Σε ένα ρυθμιστικό διάλυμα HA/NaA που έχει $\text{pH}=\lambda$, τα συστατικά του περιέχονται με αναλογία mol 1:2. Σε 800mL αυτού του διαλύματος (διάλυμα Δ_1), διοχετεύουμε 4,48L $\text{HCl}_{(g)}$ μετρημένα σε stp, με αποτέλεσμα να προκύψουν 800mL του ρυθμιστικού διαλύματος Δ_2 , στο οποίο είναι $\text{pH}=4,7$. Αν για το οξύ HA είναι $K_a=2 \cdot 10^{-5}$, να προσδιοριστούν οι ποσότητες των συστατικών του διαλύματος Δ_1 και να βρεθεί η τιμή του λ .

Να ληφθεί $\log 2=0,3$.

(απ.: 0,4mol HA – 5)

20. Υδατικό διάλυμα Δ_1 του οξέος HA έχει συγκέντρωση 0,5M και $\text{pH}=2,5$. Αν διαθέτουμε 450mL του διαλύματος Δ_1 και 800mL ενός διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 0,2M (διάλυμα Δ_2), να προσδιοριστεί ο μέγιστος όγκος ρυθμιστικού διαλύματος HA/NaA με $\text{pH}=5$, που μπορούμε να παρασκευάσουμε, αναμιγνύοντας κατάλληλους όγκους των παραπάνω διαλυμάτων.

(απ.: 1,2L)

21. Σε 1L ενός ρυθμιστικού διαλύματος περιέχονται 0,4mol του ασθενούς οξέος HA και 0,4mol του άλατος NaA. Με δεδομένο ότι για το οξύ HA είναι $K_a=10^{-4}$, να προσδιοριστεί η ρυθμιστική ικανότητα* του διαλύματος αυτού. Το ίδιο να γίνει και στην περίπτωση που οι διαλυμένες ποσότητες είναι 0,2mol HA και 0,2mol NaA. Να ληφθεί $K_w=10^{-14}$.

* Ρυθμιστική ικανότητα ενός ΡΔ είναι η ποσότητα (σε mol) ενός ισχυρού οξέος ή μιας ισχυρής βάσης, που απαιτείται να προστεθεί σε 1L του ΡΔ, ώστε να αλλάξει το pH αυτού κατά μια μονάδα.

(απ.: 3,6/11 και 1,8/11mol)

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΕ ΠΡΙΝ ΣΥΝΕΧΙΣΕΙΣ...

Εφόσον δεν αναφέρεται κάτι διαφορετικό να θεωρείται ότι είναι $K_w=10^{-14}$.

1. Υδατικό διάλυμα CH_3COONa (Δ_1) έχει συγκέντρωση 0,4M.
 - α. Ποιο είναι το pH του διαλύματος Δ_1 ;
 - β. Πόσα mol αερίου HCl πρέπει να διαλύσουμε σε 250mL του διαλύματος Δ_1 ώστε να προκύψει διάλυμα Δ_2 με pH i) 5 ή ii) 1.
Με την προσθήκη του αερίου HCl να θεωρηθεί ότι δε μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος. Να ληφθεί $\log 2=0,3$ και για το CH_3COOH να θεωρηθεί ότι είναι $K_a=10^{-5}$.
(απ.: $\text{pH}_1=9,3$ – 0,05mol – 0,125mol)
2. Ποιο είναι το pH υδατικού διαλύματος Δ_1 του οξέος HA, που έχει $K_a=10^{-9}$ και στο οποίο το οξύ παρουσιάζει βαθμό ιοντισμού ίσο με 10^{-4} ;
Ποια ποσότητα στερεού NaOH, εκφρασμένη σε g πρέπει να προσθέσουμε σε 400mL του διαλύματος Δ_1 , ώστε να προκύψει διάλυμα με pH ίσο με 10; Να θεωρηθεί ότι με την προσθήκη του στερεού NaOH στο διάλυμα Δ_1 , δεν αλλάζει αισθητά ο όγκος του.
(απ.: 5 – 1,45g)
3. Ποιο είναι το pH υδατικού διαλύματος του άλατος NaA, συγκέντρωσης 1M;
20mL του διαλύματος Δ_1 αραιώνονται σε δεκαπλάσιο τελικό όγκο, οπότε σχηματίζονται 200mL του διαλύματος Δ_2 . Ποιο είναι το pH του διαλύματος Δ_2 ;

Ποιος όγκος διαλύματος HCl που έχει $\text{pH}=1$, πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα Δ_2 , ώστε το σχηματιζόμενο τελικά διάλυμα (διάλυμα Δ_3), να έχει $\text{pH}=5$; Για το μονοπρωτικό οξύ HA να ληφθεί $K_a=10^{-6}$.

(απ.: $10 - 9,5 - \sim 182\text{mL}$)

4. Στο υδατικό διάλυμα Δ_1 του άλατος NaA συγκέντρωσης 1M, είναι $[\text{OH}^-]=10^6 \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$, ενώ σε υδατικό διάλυμα HCl, (διάλυμα Δ_2), είναι $\text{pH}=1$. Να υπολογιστεί...

α. η σταθερά ιοντισμού του οξέος HA.

β. η αναλογία όγκων υπό την οποία πρέπει να αναμιχθούν τα διαλύματα Δ_1 και Δ_2 , ώστε να σχηματιστεί διάλυμα Δ_3 με $\text{pH}=6$.

(απ.: 1:5)

5. Στο υδατικό διάλυμα της μεθυλαμίνης $\text{CH}_3\text{-NH}_2$, (Δ_1), είναι $\text{pH}=12$. Ποια είναι η συγκέντρωση της μεθυλαμίνης στο Δ_1 ;

Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν το διάλυμα Δ_1 με διάλυμα HCl (Δ_2), που έχει $\text{pH}=1,3$, ώστε να σχηματιστεί τελικά διάλυμα Δ_3 με $\text{pH}=10$; Για τη μεθυλαμίνη να θεωρηθεί ότι είναι $K_b=5 \cdot 10^{-4}$. Να ληφθεί ακόμη $\log 5=0,7$.

(απ.: 0,2M – 3:10)

6. Σε ένα υδατικό διάλυμα NH_4Cl (διάλυμα Δ_1), είναι $[\text{OH}^-]=10^{-4} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$. Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος Δ_1 ;

Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν το διάλυμα Δ_1 με διάλυμα NaOH (διάλυμα Δ_2), συγκέντρωσης 0,2M, ώστε να σχηματιστεί τελικά το διάλυμα Δ_3 με $\text{pH}=9$; Για την επίλυση του προβλήματος να θεωρηθεί ότι για την NH_3 είναι $K_b=10^{-5}$.

(απ.: 0,1M – 4:1)

7. Ποιο είναι το pH υδατικού διαλύματος οξέος HA, συγκέντρωσης 0,1M;

Ποια ποσότητα στερεού NaOH πρέπει να προσθέσουμε σε 400mL του παραπάνω διαλύματος του οξέος HA, ώστε να σχηματιστεί τελικά διάλυμα με $\text{pH}=8$;

Να θεωρηθεί ότι η προσθήκη της ποσότητας του στερεού NaOH δε μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος του οξέος.

Ακόμη να θεωρηθεί ότι είναι $\theta=25^\circ\text{C}$ και ότι για το οξύ είναι $K_a=10^{-9}$.

(απ.: 0,0145g)

8. Το pH υδατικού διαλύματος του οξέος HA (διάλυμα Δ_1), συγκέντρωσης 0,1M, ισούται με 3. Σε 200mL του παραπάνω διαλύματος, διοχετεύεται αέριο HCl με αποτέλεσμα το pH να μεταβληθεί κατά 2 μονάδες και να σχηματιστεί έτσι το διάλυμα Δ_2 . Να υπολογιστεί η ποσότητα του HCl που προστέθηκε, εκφρασμένη σε mol.

Πόσα g στερεού NaOH πρέπει να διαλυθούν στο διάλυμα Δ_2 , ώστε να προκύψει το διάλυμα Δ_3 που να έχει $\text{pH}=9$;

Να θεωρηθεί ότι η προσθήκη του αερίου HCl στο διάλυμα Δ_1 δεν επιφέρει ουσιαστική μεταβολή στον όγκο του και το ίδιο να θεωρηθεί ότι ισχύει και για την προσθήκη του στερεού NaOH στο διάλυμα Δ_2 .

(απ.: 0,02mol HCl – 1,6g NaOH)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΙΟΝΤΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

1. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2000

Υδατικό διάλυμα αιθανικού νατρίου (CH_3COONa) 0,1M όγκου 2L (διάλυμα Δ_1) έχει $\text{pH}=9$.

α. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού K_a του αιθανικού οξέος.

Μονάδες 8

β. Στο 1L από το διάλυμα Δ_1 προστίθενται 99L νερού, οπότε προκύπτει το διάλυμα Δ_2 . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_2 .

Μονάδες 8

γ. Στο υπόλοιπο 1L από το διάλυμα Δ_1 διαλύονται 0,05mol υδροχλωρίου (HCl), χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος, οπότε προκύπτει το διάλυμα Δ_3 . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_3 .

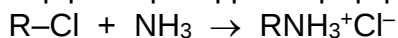
Μονάδες 9

Όλα τα παραπάνω διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C. Δίνεται: $K_w=10^{-14}$.

(απ.: $pH_2=8$)

2. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2001

Κατά την επίδραση υδατικού διαλύματος NH_3 σε αλκυλοχλωρίδιο, σχηματίζεται ποσοτικά άλας αλκυλαμμωνίου σύμφωνα με τη μονόδρομη αντίδραση:



Το υδατικό διάλυμα του άλατος που προκύπτει, όγκου 1L, έχει συγκέντρωση 0,1M και τιμή $pH=5$.

α. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του οξέος RNH_3^+ . Μονάδες 7

β. Στο παραπάνω διάλυμα προστίθενται 8g στερεού $NaOH$, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος, οπότε προκύπτει νέο διάλυμα.

i. Να γράψετε όλες τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται στο νέο διάλυμα. Μονάδες 6

ii. Να υπολογίσετε την τιμή του pH του νέου διαλύματος. Μονάδες 12

Δίνονται $K_w=10^{-14}$, θερμοκρασία 25°C, $M_r(NaOH)=40$.

Οι γνωστές προσεγγίσεις επιτρέπονται από τα δεδομένα του προβλήματος.

(απ.: $K_a=10^{-9}$, $pH_{τελ.}=13$)

3. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2002

Σε δύο διαφορετικά δοχεία περιέχονται τα παρακάτω υδατικά διαλύματα σε θερμοκρασία 25°C:

Δ_1 : HCl 1M

Δ_2 : $HCOONa$ 1M

A. Να υπολογίσετε το pH των παραπάνω διαλυμάτων. Μονάδες 8

B. 50mL του διαλύματος Δ_1 αραιώνονται με προσθήκη νερού, σε σταθερή θερμοκρασία 25°C, έως τελικού όγκου 200mL (διάλυμα Δ_3). 100mL του διαλύματος Δ_2 αραιώνονται με προσθήκη νερού, σε σταθερή θερμοκρασία 25°C, έως τελικού όγκου 800mL (διάλυμα Δ_4). Τα διαλύματα Δ_3 και Δ_4 αναμιγνύονται σχηματίζοντας το Δ_5 .

α. Ποιο είναι το pH του διαλύματος Δ_5 ; Μονάδες 8

β. 0,15mol HCl διαλύονται στο διάλυμα Δ_5 χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, σε θερμοκρασία 25°C, σχηματίζοντας το διάλυμα Δ_6 . Ποιο είναι το pH του διαλύματος Δ_6 ; Μονάδες 9

Δίνονται: $K_w=10^{-14}$, $K_a(HCOOH)=10^{-4}$, σε θερμοκρασία 25°C.

Να ληφθούν υπόψη οι γνωστές προσεγγίσεις που επιτρέπονται από τα δεδομένα του προβλήματος.

(απ.: $pH_1=0$, $pH_2=9$, $pH_5=4$)

4. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2003

Διαθέτουμε διάλυμα Δ_1 που περιέχει $HCOOH$ συγκέντρωσης cM. Ογκομετρώνται 50mL του διαλύματος Δ_1 με πρότυπο διάλυμα $NaOH$ συγκέντρωσης 1M. Για την πλήρη εξουδετέρωση του $HCOOH$ απαιτούνται 100mL διαλύματος $NaOH$, οπότε προκύπτει τελικό διάλυμα Δ_2 όγκου 150mL.

α. Στο διάλυμα Δ_1 να υπολογίσετε τη συγκέντρωση cM του $HCOOH$ και το βαθμό ιοντισμού του. Μονάδες 9

β. Τα 150mL του διαλύματος Δ_2 αραιώνονται με νερό μέχρι όγκου 500mL, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ_3 . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_3 . Μονάδες 8

γ. Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος διαλύματος $KMnO_4$ συγκέντρωσης 0,5M οξινισμένου με H_2SO_4 , που μπορεί να αποχρωματισθεί από 200mL του αρχικού διαλύματος Δ_1 ; Μονάδες 8

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα είναι υδατικά, στους 25°C και ότι $K_a(HCOOH)=2 \cdot 10^{-4}$ και $K_w=10^{-14}$.

Να γίνουν όλες οι δυνατές προσεγγίσεις που επιτρέπονται από τα αριθμητικά δεδομένα του προβλήματος.

(απ.: $c=2M$, $\alpha=0,01$, $pH_3=8,5$)

5. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2004

Σε δυο διαφορετικά δοχεία περιέχονται τα υδατικά διαλύματα Δ_1 : CH_3COOH 0,1M και Δ_2 : CH_3COONa 0,1M.

Να υπολογίσετε:

- το pH καθενός από τα παραπάνω διαλύματα. Μονάδες 6
- το pH του διαλύματος Δ_3 που προκύπτει από την ανάμιξη ίσων όγκων από τα διαλύματα Δ_1 και Δ_2 . Μονάδες 8
- την αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμείξουμε το διάλυμα Δ_1 με διάλυμα $NaOH$ 0,2M, έτσι ώστε να προκύψει διάλυμα Δ_4 το οποίο να έχει pH ίσο με 4. Μονάδες 11

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται στους $25^\circ C$ και $K_a(CH_3COOH)=10^{-5}$, $K_w=10^{-14}$.

(απ.: $pH_1=3$, $pH_2=9$, $pH_3=5$, $\lambda=22:1$)

6. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2005

Υδατικό διάλυμα (Δ_1) όγκου 600mL περιέχει 13,8g κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος ($RCOOH$, όπου $R:C_nH_{2n+1}$, $n \geq 0$). Ο βαθμός ιοντισμού του οξέος στο διάλυμα είναι $\alpha=2 \cdot 10^{-2}$ και το διάλυμα έχει $pH=2$.

1. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού K_a του οξέος $RCOOH$. Μονάδες 4
2. Να βρείτε το συντακτικό τύπο του οξέος $RCOOH$. Μονάδες 4
- Β. Στο διάλυμα Δ_1 προστίθενται 750mL υδατικού διαλύματος $NaOH$ 0,4M. Το διάλυμα που προκύπτει, αραιώνεται σε τελικό όγκο 1,5L (διάλυμα Δ_2). Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Δ_2 . Μονάδες 8
- Γ. Στο διάλυμα Δ_2 προστίθενται 0,15mol HCl , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος και προκύπτει διάλυμα Δ_3 . Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ και $RCOO^-$ που περιέχονται στο διάλυμα Δ_3 . Μονάδες 9

Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε $\theta=25^\circ C$, όπου $K_w=10^{-14}$.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες $C:12$, $H:1$, $O:16$.

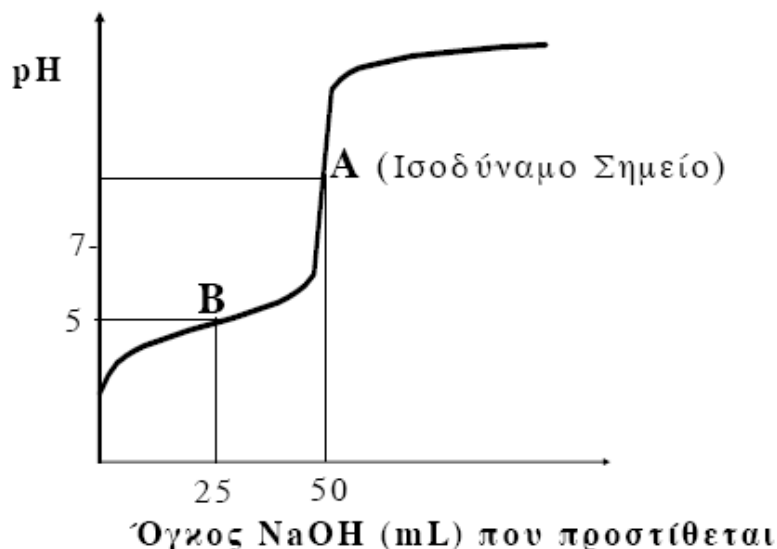
Για τη λύση του προβλήματος να χρησιμοποιηθούν οι γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: $K_a=2 \cdot 10^{-4}$, $HCOOH$, $pH_2=8,5$)

7. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2006

Υδατικό διάλυμα Δ_1 περιέχει ασθενές οξύ HA . 50mL του διαλύματος Δ_1 ογκομετρώνται με πρότυπο διάλυμα Δ_2 $NaOH$ συγκέντρωσης 0,2M.

Στο παρακάτω σχήμα δίνεται η καμπύλη της ογκομέτρησης:



Για την πλήρη εξουδετέρωση του HA απαιτούνται 50mL του διαλύματος Δ₂.

- A. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του οξέος HA στο διάλυμα Δ₁. Μονάδες 4
- B. 1. Στο σημείο B της καμπύλης ογκομέτρησης έχουν προστεθεί 25mL του προτύπου διαλύματος Δ₂ και το pH του διαλύματος που προκύπτει είναι 5. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού K_a του οξέος HA. Μονάδες 8
2. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο. Μονάδες 7
- Γ. Υδατικό διάλυμα Δ₃ ασθενούς οξέος HB 0,1M έχει pH=2,5. Ποιο από τα δυο οξέα HA, HB είναι το ισχυρότερο; Μονάδες 6

Δίνονται:

Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία θ=25°C, όπου K_w=10⁻¹⁴.

Τα αριθμητικά δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: 0,2M, K_a=10⁻⁵, pH_{ισ}=9, HB)

8. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2007

Διαθέτουμε δυο υδατικά διαλύματα CH₃NH₂, τα Δ₁ και Δ₂. Το διάλυμα Δ₁ έχει συγκέντρωση 1M και pH=12. Για το διάλυμα Δ₂ ισχύει η σχέση [OH⁻]=10⁸·[H₃O⁺].

- A. 1. Να υπολογίσετε την K_b της CH₃NH₂. Μονάδες 4
2. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση της CH₃NH₂ στο διάλυμα Δ₂. Μονάδες 5
- B. Όγκος V₁ του διαλύματος Δ₁ αναμιγνύεται με όγκο V₂ του διαλύματος Δ₂ και προκύπτει διάλυμα Δ₃ με pH=11,5.
1. Να υπολογίσετε την αναλογία όγκων V₁/V₂. Μονάδες 6
2. Να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων που υπάρχουν στο διάλυμα Δ₃. Μονάδες 3
- Γ. Να υπολογίσετε τα mol αερίου HCl που πρέπει να προστεθούν σε 100mL του διαλύματος Δ₁ (χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος), ώστε να προκύψει διάλυμα με pH=5. Μονάδες 7

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C, όπου K_w=10⁻¹⁴.

Για τη λύση του προβλήματος να χρησιμοποιηθούν οι γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: K_b=10⁻⁴, C₂=0,01M)

9. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2008

Υδατικό διάλυμα (Δ₁) όγκου 1600mL περιέχει 0,04mol άλατος NaA ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA. Στο διάλυμα Δ₁ προστίθενται 448mL αερίου υδροχλωρίου (HCl) μετρημένα σε στρ, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος και προκύπτει διάλυμα Δ₂ με pH=5.

1. Να υπολογίσετε:
- α. τη σταθερά ιοντισμού K_a του οξέος HA. Μονάδες 10
- β. τη συγκέντρωση των ιόντων H₃O⁺ στο διάλυμα Δ₁. Μονάδες 7
2. Στο διάλυμα Δ₂ προστίθενται 400mL διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 2,5·10⁻²M και προκύπτει διάλυμα Δ₃. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των ιόντων H₃O⁺ στο διάλυμα Δ₃. Μονάδες 8

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C όπου K_w=10⁻¹⁴.

Τα αριθμητικά δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: K_a=10⁻⁵)

10. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2009

Υδατικό διάλυμα Δ₁ περιέχει NH₃ συγκέντρωσης 0,1M.

1. 100mL του Δ₁ αραιώνονται με xL νερού και προκύπτει διάλυμα Δ₂. Το pH του Δ₂ διαφέρει κατά μία μονάδα, από το pH του Δ₁. Να υπολογιστεί ο όγκος x του νερού που προστέθηκε. Μονάδες 6
2. Σε 100mL του Δ₁ προστίθενται 0,4g στερεού NaOH, χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του διαλύματος, και το διάλυμα που προκύπτει, αραιώνεται μέχρι τελικού όγκου 1L (διάλυμα Δ₃). Να υπολογιστεί:

α. Ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 στο Δ_3 .

β. Το pH του Δ_3 .

Μονάδες 10

3. Στο διάλυμα Δ_3 προστίθενται 0,02mol HCl χωρίς ουσιώδη μεταβολή του όγκου του διαλύματος και σχηματίζεται έτσι το διάλυμα Δ_4 . Να υπολογιστεί το pH του Δ_4 .

Μονάδες 9

Δίνονται:

- Η σταθερά ιοντισμού της NH_3 : $K_b=10^{-5}$.
- Η σχετική μοριακή μάζα M_r του NaOH : $M_r=40$.
- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^\circ\text{C}$, όπου είναι $K_w=10^{-14}$.

Για τη λύση του προβλήματος να χρησιμοποιηθούν οι γνωστές προσεγγίσεις.

(απ. $x=9,9\text{L}$)

11. 4^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2010

Διαθέτουμε υδατικά διαλύματα CH_3COOH 0,1M (διάλυμα Y_1) και CH_3COOH 0,2M (διάλυμα Y_2).

- A. Να βρεθεί πόσα mL H_2O πρέπει να προστεθούν σε 100mL διαλύματος Y_1 , ώστε να τριπλασιαστεί ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COOH ; Μονάδες 6
- B. Σε 100mL διαλύματος Y_2 προσθέτουμε 100mL διαλύματος NaOH 0,1M, οπότε προκύπτει διάλυμα Y_3 . Να βρεθεί το pH του διαλύματος Y_3 . Μονάδες 6
- Γ. Σε 100mL διαλύματος Y_2 προσθέτουμε 100mL διαλύματος NaOH 0,2M, οπότε προκύπτει διάλυμα Y_4 . Να βρεθεί το pH του διαλύματος Y_4 . Μονάδες 6
- Δ. Να βρεθεί πόσα mL διαλύματος NaOH 0,1M πρέπει να προστεθούν σε 101mL του διαλύματος Y_2 , ώστε να προκύψει διάλυμα Y_5 με $\text{pH}=7$; Μονάδες 7

Δίνεται ότι:

- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^\circ\text{C}$, $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})=10^{-5}$, $K_w=10^{-14}$.
- Κατά την ανάμιξη των διαλυμάτων δεν προκύπτει μεταβολή των όγκων των διαλυμάτων.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: 800mL)

12. 4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2012

Διαθέτουμε τα υδατικά διαλύματα: διάλυμα Y_1 : ασθενές μονοπρωτικό οξύ HA 0,1M και διάλυμα Y_2 : NaOH 0,1M.

- Δ1. Αναμειγνύουμε 20mL διαλύματος Y_1 με 10mL διαλύματος Y_2 , οπότε προκύπτει διάλυμα Y_3 με $\text{pH}=4$. Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού K_a του HA . Μονάδες 5
- Δ2. Σε 18mL διαλύματος Y_1 προσθέτουμε 22mL διαλύματος Y_2 και προκύπτει διάλυμα Y_4 . Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Y_4 . Μονάδες 8
- Δ3. Υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HB , όγκου 60mL (διάλυμα Y_5), ογκομετρείται με το διάλυμα Y_2 . Βρίσκουμε πειραματικά ότι, όταν προσθέσουμε 20mL διαλύματος Y_2 στο διάλυμα Y_5 , προκύπτει διάλυμα με $\text{pH}=4$, ενώ όταν προσθέσουμε 50mL διαλύματος Y_2 στο διάλυμα Y_5 , προκύπτει διάλυμα με $\text{pH}=5$. Να βρεθούν:

- α. η σταθερά ιοντισμού K_a του οξέος HB , Μονάδες 6
- β. το pH στο ισοδύναμο σημείο της παραπάνω ογκομέτρησης. Μονάδες 6

Δίνεται ότι, όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^\circ\text{C}$, $K_w=10^{-14}$ και ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: $K_a(\text{HA})=10^{-4}$, 12, $K_a(\text{HB})=5 \cdot 10^{-5}$, 8,5)

13. Ποιος είναι ο βαθμός ιοντισμού και το pH υδατικού διαλύματος HCl , συγκέντρωσης 0,1M; Πόσος θα γίνει ο βαθμός ιοντισμού και το pH του διαλύματος αυτού, όταν το αραιώσουμε σε δεκαπλάσιο τελικό όγκο;

Ποιος όγκος υδατικού διαλύματος NaOH που έχει $\text{pH}=13,3$, απαιτείται για να εξουδετερωθούν 300mL από το αρχικό διάλυμα του HCl ; Ποιο θα είναι το pH του διαλύματος που θα προκύψει από την παραπάνω εξουδετέρωση;

Ποιες θα ήταν οι απαντήσεις στην περίπτωση που αντί του HCl είχαμε το ασθενές οξύ HA, με σταθερά $K_a=10^{-5}$; Να ληφθεί $\log 2=0,3$ και $\theta=25^\circ\text{C}$.

(απ.: 150mL διαλύματος NaOH)

14. Ορισμένος όγκος υδατικού διαλύματος του οξέος HA που έχει $K_a=10^{-6}$, αραιώνεται με τριπλάσιο όγκο νερού. Αν το αραιωμένο διάλυμα που προκύπτει, έχει $\text{pH}=3,5$, να βρεθεί το pH του αρχικού διαλύματος του οξέος.

Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθεί το αραιωμένο διάλυμα του οξέος με ένα υδατικό διάλυμα NaOH, συγκέντρωσης 0,08M, ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH}=5,7$; Να ληφθεί $\log 2=0,3$ και $\theta=25^\circ\text{C}$.

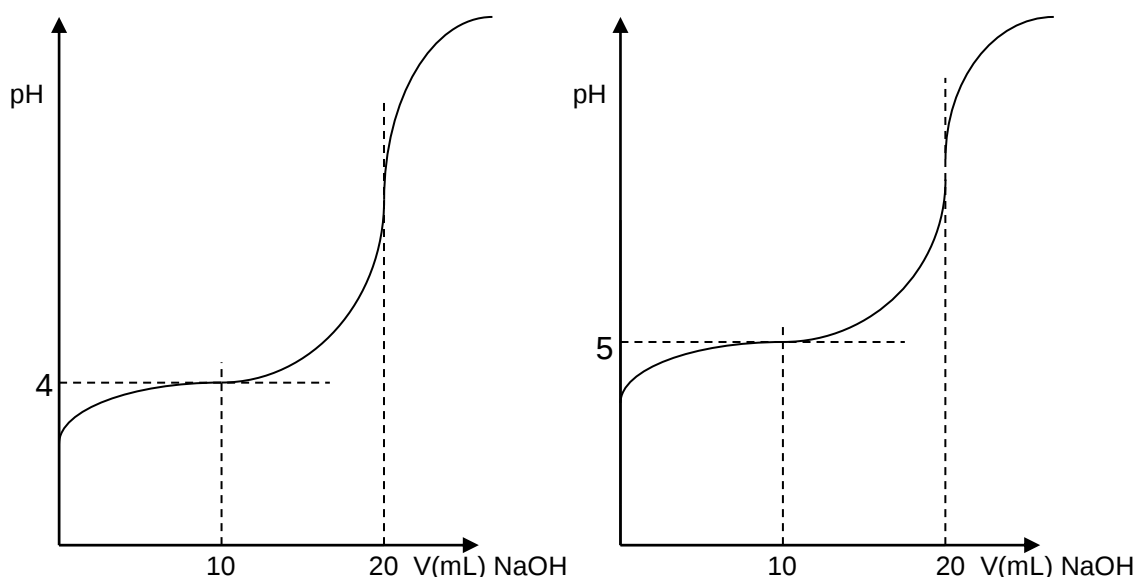
(απ.: 3,2)

15. 4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2013

Διαθέτουμε τα υδατικά διαλύματα:

- Διάλυμα Α: CH_3COOH 0,2M ($K_a=10^{-5}$)
- Διάλυμα Β: NaOH 0,2M
- Διάλυμα Γ: HCl 0,2M.

- Δ1. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος, που προκύπτει με ανάμειξη 50mL διαλύματος Α με 50mL διαλύματος Β. Μονάδες 4
- Δ2. 50mL διαλύματος Α αναμειγνύονται με 100mL διαλύματος Β και το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται με H_2O μέχρι όγκου 1L, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Δ. Μονάδες 5
- Δ3. Προσθέτουμε 0,15mol NaOH σε διάλυμα, που προκύπτει με ανάμειξη 500mL διαλύματος Α με 500mL διαλύματος Γ, οπότε προκύπτει διάλυμα Ε. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Ε. Μονάδες 8
- Δ4. Οι καμπύλες (1) και (2) παριστάνουν τις καμπύλες ογκομέτρησης ίσων όγκων διαλύματος Α και ενός διαλύματος οξέος HB, με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,2M.



- α. Ποια καμπύλη αντιστοιχεί στο CH_3COOH και ποια στο HB; Μονάδες 2
- β. Να υπολογιστεί η τιμή K_a του οξέος HB. Μονάδες 3
- γ. Να υπολογιστεί το pH στο ισοδύναμο σημείο κατά την ογκομέτρηση του HB. Μονάδες 3

Δίνεται ότι:

- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^\circ\text{C}$.
- $K_w=10^{-14}$.

- Κατά την προσθήκη στερεού σε διάλυμα, ο όγκος του διαλύματος δε μεταβάλλεται.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

16. 4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2011

Διαθέτουμε υδατικά διαλύματα CH_3COONa 0,1M (διάλυμα Α) και NaF 1M (διάλυμα Β).

1. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Α. Μονάδες 4
 2. Πόσα mL H_2O πρέπει να προσθέσουμε σε 10mL του διαλύματος Α, για να μεταβληθεί το pH του κατά μία μονάδα; Μονάδες 6
 3. Πόσα mL διαλύματος HCl 0,01M πρέπει να προσθέσουμε σε 10mL διαλύματος Α, για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH}=5$; Μονάδες 6
 4. 10mL του διαλύματος Α αναμειγνύονται με 40mL του διαλύματος Β και προκύπτουν 50mL διαλύματος Γ. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Γ. Μονάδες 9
- Δίνεται ότι:
- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^\circ\text{C}$, $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})=10^{-5}$, $K_a(\text{HF})=10^{-4}$ και $K_w=10^{-14}$.
 - Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: $\text{pH}_\text{A}=9$)

17. 4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2014

Σε πέντε δοχεία περιέχονται τα επόμενα διαλύματα:

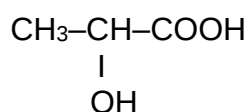
- διάλυμα NaNO_3 0,1M (Y1)
- διάλυμα NH_3 0,1M (Y2)
- διάλυμα HCl 0,1M (Y3)
- διάλυμα NaOH 0,1M (Y4)
- διάλυμα NH_4Cl 0,1M (Y5)

- Δ1. Να βρείτε ποιο διάλυμα περιέχεται σε κάθε δοχείο με βάση τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα.

Δοχείο	1	2	3	4	5
pH	1	5	7	11	13

Μονάδες 5

- Δ2. Το κυριότερο όξινο συστατικό του ξινισμένου γάλακτος είναι το γαλακτικό οξύ.



- A. Για την ογκομέτρηση 10mL του ξινισμένου γάλακτος απαιτούνται 5mL διαλύματος NaOH 0,1M. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο ξινισμένο γάλα (κανένα άλλο συστατικό του γάλακτος δεν αντιδρά με NaOH). Μονάδες 3
 - B. Να προτείνετε μια εργαστηριακή δοκιμασία για την ανίχνευση της καρβοξυλομάδας και της υδροξυλομάδας του γαλακτικού οξέος. Να γράψετε τις σχετικές χημικές εξισώσεις. Μονάδες 2
- Δ3. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε το διάλυμα Y4 (NaOH) με το διάλυμα Y5 (NH_4Cl), ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα (Y6) με $\text{pH}=9$. Μονάδες 9
- Δ4. Σε ίσους όγκους V των διαλυμάτων
- Y2 (NH_3 0,1M)
 - Y4 (NaOH 0,1M)
 - Y6 ($\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$)

Προστίθεται νερό όγκου xL , yL και ωL αντίστοιχα, ώστε να μεταβληθεί το pH τους κατά μία μονάδα. Να διατάξετε κατά αύξουσα σειρά τις τιμές x , y και ω και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **Μονάδες 6**

- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.
- Δίνονται $K_w=10^{-14}$ και $\theta=25^\circ C$.

18. **Π.Μ.Δ.Χ. 2013**

15g ισομοριακού μίγματος δυο αλάτων, του $RCOONa$ και του $R'COONa$ διαλύονται σε νερό και στη συνέχεια προστίθεται επιπλέον ποσότητα νερού, μέχρι ο όγκος του σχηματιζόμενου διαλύματος (Δ_1) να γίνει ίσος με 250mL.

- A. Ογκομετρώνται 25mL του διαλύματος Δ_1 με πρότυπο διάλυμα $KMnO_4$ 0,5M και παρατηρείται ότι αποχρωματίζονται 8mL του πρότυπου διαλύματος. Ποια είναι τα δύο παραπάνω άλατα;
- B. Άλλα 25mL του διαλύματος Δ_1 αραιώνονται με H_2O , μέχρι τελικού όγκου 100mL (διάλυμα Δ_2). Να βρεθεί το pH του διαλύματος Δ_2 .
- Γ. Στο διάλυμα Δ_2 προστίθεται 1mL διαλύματος HCl 10M. Θεωρώντας ότι ο όγκος του σχηματιζόμενου διαλύματος είναι 100mL, να προσδιοριστεί το ποσοστό εκάστου των αλάτων που εξουδετερώθηκε από το HCl και το pH του τελικού διαλύματος.

Για τα οξέα $RCOOH$ και $R'COOH$ να ληφθούν $K_{a1}\approx 10^{-5}$ και $K_{a2}\approx 10^{-4}$, αντίστοιχα.

(απ.: $R-: CH_3-$, $R'-: H-$, ~9,02, 76%, 24%, 4,5)

19. **4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2015**

Δίνονται τα διαλύματα:

- $Y1: HCOOH$ 0,1 M $K_a(HCOOH)=10^{-4}$
- $Y2: CH_3COOH$ 1 M $K_a(CH_3COOH)=10^{-5}$
- $Y3: NaOH$ 0,1 M

- $\Delta 1$. Πόσα mL διαλύματος $Y3$ πρέπει να προσθέσουμε σε 1 L διαλύματος $Y1$, ώστε να προκύψει διάλυμα με $pH=4$; **Μονάδες 7**
- $\Delta 2$. Αναμειγνύονται 500 mL του διαλύματος $Y1$ με 500 mL του διαλύματος $Y2$, οπότε προκύπτει διάλυμα $Y4$. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος $Y4$. **Μονάδες 9**
- $\Delta 3$. Στο διάλυμα $Y4$ προστίθεται περίσσεια Mg . Να υπολογίσετε τον όγκο του εκλυόμενου αερίου σε πρότυπες συνθήκες (STP). **Μονάδες 6**
- $\Delta 4$. Είναι δυνατός ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης διαλύματος $HCOOH$ με ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα $KMnO_4$ παρουσία H_2SO_4 ; **Μονάδες 2**
Απαιτείται δείκτης σε αυτή την περίπτωση; **Μονάδα 1**

Δίνεται ότι:

- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^\circ C$.
- $K_w=10^{-14}$.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: 500mL – 2,5)

20. **4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2016**

Δίνονται τα υδατικά διαλύματα:

- $Y1: NH_3$ 0,1M με $pH=11$
- $Y2: CH_3NH_2$ 1M με βαθμό ιοντισμού $\alpha=2\%$.

$\Delta 1$. Να βρεθούν:

- α. ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 . **Μονάδες 2**
- β. η K_b της NH_3 και η K_b της CH_3NH_2 . **Μονάδες 4**
- γ. Ποια από τις δύο βάσεις είναι ισχυρότερη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. ; **Μονάδες 2**

$\Delta 2$. Σε 200mL του διαλύματος $Y1$ προσθέτουμε 200mL υδατικού διαλύματος HCl 0,05M.

Συμπληρώνουμε το διάλυμα με νερό μέχρι τελικού όγκου 1L, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας, οπότε λαμβάνεται διάλυμα Υ3. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Υ3. Μονάδες 7

Δ3. Σε 10mL του διαλύματος Υ2 προσθέτουμε 200mL υδατικού διαλύματος HCl 0,05M. Συμπληρώνουμε το διάλυμα με νερό μέχρι τελικού όγκου 250mL, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας, οπότε λαμβάνεται διάλυμα Υ4. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Υ4. Μονάδες 6

Δ4. Αναμιγνύουμε 100mL διαλύματος Υ1 με 100mL υδατικού διαλύματος HCOOH 0,1M, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας, οπότε λαμβάνεται διάλυμα Υ5. Η $K_a(\text{HCOOH})$ ισούται με 10^{-4} . Με βάση τα παραπάνω, αναμένεται το Υ5 να είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο; Μονάδες 2

Αιτιολογήστε την απάντησή σας. Μονάδες 2

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^\circ\text{C}$. Ακόμη δίνεται ότι είναι $K_w=10^{-14}$ και ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

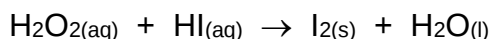
(απ.: Δ2: 9, Δ3: 6)

21. 4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2017

Δ1. Δίνονται τα υδατικά διαλύματα:

- Υ1: H_2O_2 17%w/v και όγκου 400mL
- Υ2: HI

Τα διαλύματα αναμιγνύονται, οπότε το H_2O_2 αντιδρά πλήρως, σύμφωνα με την αντίδραση...

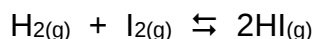


α. Να γραφούν οι συντελεστές της αντίδρασης (μονάδα 1).

β. Να προσδιορίσετε το οξειδωτικό και το αναγωγικό σώμα στα αντιδρώντα (μονάδα 1).

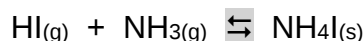
γ. Να υπολογίσετε τα mol του παραγόμενου ιωδίου (μονάδες 2). Μονάδες 4

Δ2. Σε δοχείο σταθερού όγκου V (δοχείο 1), που περιέχει 0,5mol H_2 , μεταφέρονται 0,5mol I_2 που παρήχθη από την παραπάνω αντίδραση. Το δοχείο θερμαίνεται σε θερμοκρασία θ , οπότε το ιώδιο εξαχνώνεται (μετατρέπεται σε αέρια φάση) και αποκαθίσταται η παρακάτω χημική ισορροπία, με $K_c=64$.



Να υπολογιστούν οι ποσότητες των συστατικών του αερίου μίγματος στη χημική ισορροπία. Μονάδες 4

Δ3. Από το παραπάνω δοχείο ποσότητα HI 0,5mol μεταφέρεται με κατάλληλο τρόπο, σε νέο δοχείο σταθερού όγκου (δοχείο 2), που περιέχει ισομοριακή ποσότητα αέριας NH_3 , οπότε αποκαθίσταται σε ορισμένη θερμοκρασία η χημική ισορροπία...



α. Πώς μεταβάλλεται η θέση της χημικής ισορροπίας, αν αφαιρεθεί μικρή ποσότητα στερεού NH_4I ; Θεωρούμε ότι ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο μίγμα στο δοχείο και η θερμοκρασία δεν μεταβάλλονται με την απομάκρυνση του στερεού NH_4I (μονάδα 1).

β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3). Μονάδες 4

Δ4. Πόση ποσότητα αερίου HI από το δοχείο 1 πρέπει να διαλυθεί πλήρως σε 100mL διαλύματος NH_3 συγκέντρωσης 0,1M και $\text{pH}=11$ (Υ3), ώστε να μεταβληθεί το pH του κατά 2 μονάδες; Κατά την προσθήκη του HI δεν μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος. Μονάδες 7

Δ5. 0,01mol από το στερεό NH_4I , που αφαιρέθηκε από το δοχείο 2, διαλύεται σε H_2O οπότε σχηματίζεται το διάλυμα Υ4 όγκου 100mL.

A. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που προκύπτει (μονάδες 3).

B. Πόσα mol στερεού NaOH πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα Υ4 ώστε να προκύψει διάλυμα Υ5 με pH=9 (μονάδες 3);

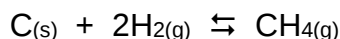
Μονάδες 6

Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta=25^\circ\text{C}$, ότι είναι $K_w=10^{-14}$, $A_{r(\text{H})}=1$, $A_{r(\text{O})}=16$ και ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

(απ.: Δ4: 0,005mol HI, Δ5: 0,005mol NaOH)

22. 4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2018

Δ1. Το CH_4 είναι το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου και έχει πολλές χρήσεις. Ένας τρόπος σύνθεσής του περιγράφεται με την ακόλουθη αντίδραση...

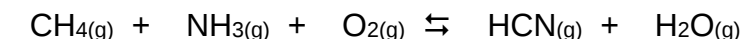


Σε κλειστό δοχείο όγκου 10L εισάγονται ισομοριακές ποσότητες $\text{C}_{(\text{s})}$ και $\text{H}_{2(\text{g})}$, οπότε σε θερμοκρασία T αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία με σταθερά $K_c=0,1$.

Η απόδοση της αντίδρασης είναι 50%. Να υπολογίσετε τα αρχικά mol των αντιδρώντων που εισήχθησαν στο δοχείο.

Μονάδες 6

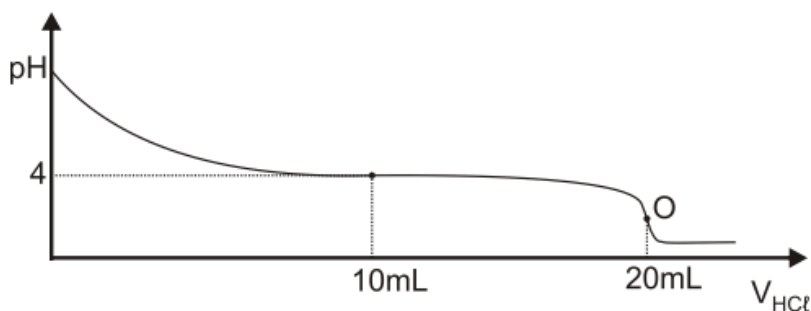
Δ2. Μια από τις χρήσεις του $\text{CH}_{4(\text{g})}$ είναι η Παρασκευή του τοξικού αερίου υδροκυανίου (HCN), το οποίο συντίθεται σύμφωνα με την αντίδραση...



α. Να μεταφέρετε τη χημική εξίσωση στο τετράδιό σας συμπληρώνοντας τους συντελεστές.

Μονάδες 3

β. Ποσότητα αερίου HCN απομονώνεται και χρησιμοποιείται για την Παρασκευή ισομοριακής ποσότητας μεθανικού νατρίου (HCOONa). Το HCOONa διαλύεται σε νερό και παρασκευάζεται διάλυμα Δ₁ όγκου 2L. Από το διάλυμα Δ₁ λαμβάνεται ποσότητα 20mL η οποία ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ συγκέντρωσης 0,2M. Η καμπύλη ογκομέτρησης δίνεται παρακάτω.



Το σημείο O είναι το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.

i. Να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση του ογκομετρούμενου διαλύματος.

Μονάδες 2

ii. Με βάση την καμπύλη ογκομέτρησης να αποδείξετε ότι η K_a του HCOOH είναι ίση με 10^{-4} .

Μονάδες 3

iii. Να υπολογίσετε το pH στο ισοδύναμο σημείο.

Μονάδες 2

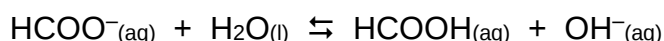
iv. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τέσσερις πιθανοί δείκτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του τελικού σημείου της ογκομέτρησης. Να επιλέξετε τον καταλληλότερο δείκτη και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 1+2

Δείκτης	Περιοχή pH αλλαγής χρώματος
Κυανούν της θυμόλης	1,7 – 3,2
Ερυθρό του Κογκό	3,0 – 5,0
Κυανούν της βρωμοθυμόλης	6,0 – 7,6
Ερυθρό της κρεσόλης	7,2 – 8,8

- ν. Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου HCN (σε L μετρημένο σε STP), το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την Παρασκευή του διαλύματος Δ1. **Μονάδες 3**

Δ3. Στο υδατικό διάλυμα του HCOONa έχει αποκατασταθεί η ισορροπία...



Να εξηγήσετε χωρίς υπολογισμούς, τι επίδραση θα έχει στη συγκέντρωση των ιόντων του HCOO⁻ της κατάστασης ισορροπίας...

- α. ...η προσθήκη μικρής ποσότητας HCl_(g).
 β. ...η προσθήκη μικρής ποσότητας NaOH_(s).
 γ. ...η αύξηση του όγκου του δοχείου.

Μονάδες 3

Δίνεται ότι...

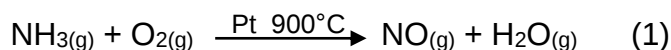
- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία θ=25°C.
- K_w=10⁻¹⁴.
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.
(απ.: 0,2M, pH_{ισ.σ.}=2,5)

23. **4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2019**

Μια από τις χημικές ενώσεις που έχουν ιδιαίτερη σημασία για την παγκόσμια οικονομία είναι το νιτρικό οξύ. Η κύρια χρήση του νιτρικού οξέος (το 75% της παγκόσμιας παραγωγής) χρησιμοποιείται για την παρασκευή NH₄NO₃, το οποίο είναι συστατικό λιπασμάτων.

Η σύγχρονη μέθοδος βιομηχανικής παρασκευής του νιτρικού οξέος στηρίζεται στη μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρικό οξύ και περιλαμβάνει τρία στάδια.

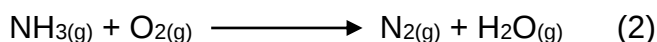
Δ1. Το πρώτο στάδιο είναι η καταλυτική οξείδωση της αμμωνίας προς μονοξείδιο του αζώτου (πορεία Ostwald):



Να ισοσταθμίσετε την ανωτέρω αντίδραση.

Μονάδα 1

Μια από τις ανεπιθύμητες αντιδράσεις που λαμβάνει χώρα στις ίδιες συνθήκες είναι η ακόλουθη:



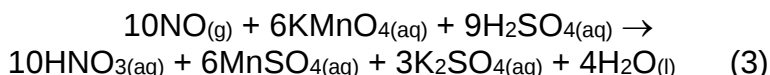
Να ισοσταθμίσετε την ανωτέρω αντίδραση.

Μονάδα 1

Να ορίσετε την οξειδωτική και την αναγωγική ουσία στην αντίδραση (2). **Μονάδες 3**

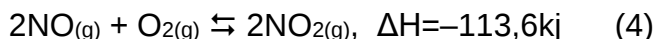
Δ2. Λαμβάνεται δείγμα από τα προϊόντα της καταλυτικής αντίδρασης. Ακολούθως, με ψύξη απομακρύνονται οι υδρατμοί. Τελικά διαπιστώνεται ότι το αέριο μείγμα που απομένει αποτελείται από NO_(g) και N_{2(g)}.

Το τελικό μείγμα διοχετεύεται σε υδατικό διάλυμα KMnO_4 (παρουσία H_2SO_4), όπου αντιδρά μόνο το $\text{NO}_{(\text{g})}$, σύμφωνα με την αντίδραση (3):



Αν για τον πλήρη αποχρωματισμό 540mL διαλύματος KMnO_4 1M απαιτήθηκαν 22,4L μείγματος $\text{NO}_{(\text{g})}$ και $\text{N}_{2(\text{g})}$ σε stp, να υπολογιστεί ο βαθμός μετατροπής της NH_3 σε NO ως κλασματικός αριθμός. Μονάδες 6

Δ3. Το δεύτερο στάδιο της μεθόδου είναι η οξείδωση του NO προς NO_2 σύμφωνα με την αντίδραση...



- A. Να εξηγήσετε γιατί το μείγμα των αερίων αντιδρώντων ψύχεται πριν ξεκινήσει η αντίδραση. Μονάδες 2
- B. Σε δοχείο όγκου 10L βρίσκεται σε ισορροπία μείγμα 10mol NO , 10mol O_2 και 20mol NO_2 . Να υπολογιστεί η σταθερά K_c της αντίδρασης. Μονάδες 2
- Γ. Ο όγκος του δοχείου μεταβάλλεται υπό σταθερή θερμοκρασία και μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας η ποσότητα του NO_2 έχει αυξηθεί κατά 25%. Να υπολογίσετε τη μεταβολή του όγκου σε L. Μονάδες 3

Δ4. Το τρίτο στάδιο της μεθόδου είναι το ακόλουθο:



Να εξηγήσετε αν η αντίδραση παρασκευής του νιτρικού οξέος (5) ευνοείται σε υψηλή ή χαμηλή πίεση. Μονάδες 2

Δ5. Μετά την αντίδραση του NO_2 με το H_2O λαμβάνεται διάλυμα HNO_3 10M. Αν διαθέτετε υδατικό διάλυμα NH_3 5M, να υπολογίσετε την αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμιχθούν τα δύο διαλύματα, ώστε να προκύψει ουδέτερο διάλυμα.

Δίνεται ότι:

- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25^\circ\text{C}$.
- $K_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$
- $K_w = 10^{-14}$
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. Μονάδες 7

ΑΤΟΜΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ – ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ

Παρατηρήσεις

- Τα τροχιακά ενός ατόμου που έχουν ίδιο τον κύριο κβαντικό αριθμό “ n ”, συνιστούν μια ηλεκτρονιακή στιβάδα. Έτσι από όλα τα τροχιακά ενός ατόμου, εκείνα που έχουν “ $n=2$ ”, συνιστούν τη στιβάδα “ L ”.
- Από όλα τα τροχιακά μιας στιβάδας, εκείνα που έχουν ίδιο τον δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό “ l ”, συνιστούν μια υποστιβάδα. Τα τροχιακά μιας υποστιβάδας έχουν όλα την ίδια μορφή, είναι δηλαδή όλα του ίδιου τύπου.
- Ο αριθμός των υποστιβάδων που περιέχονται σε κάθε ηλεκτρονιακή στιβάδα, ισούται με τον κύριο κβαντικό αριθμό “ n ” της στιβάδας. Έτσι η στιβάδα “ M ” έχει 3 υποστιβάδες, αφού για τη στιβάδα αυτή είναι “ $n=3$ ”.
- Ο συνολικός αριθμός των τροχιακών που περιέχονται σε μια στιβάδα, ισούται με “ n^2 ”, δηλαδή ισούται με το τετράγωνο του κύριου κβαντικού αριθμού της στιβάδας. Έτσι στη στιβάδα “ N ”, για την οποία είναι “ $n=4$ ”, περιέχονται $4^2=16$ τροχιακά.
- Ο συνδυασμός της προηγούμενης παρατήρησης με την “απαγορευτική αρχή του Pauli”, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που είναι δυνατό να υπάρχουν σε μια στιβάδα, ισούται με “ $2 \cdot n^2$ ”. Έτσι η στιβάδα “ M ” μπορεί να έχει το πολύ $2 \cdot 3^2=18$ ηλεκτρόνια. Στην πράξη η παρατήρηση αυτή ισχύει μέχρι και τη στιβάδα “ N ”, διότι υπάρχουν στοιχεία με τόσο μεγάλο ατομικό αριθμό, ώστε η στιβάδα “ N ” στα άτομά τους να είναι πλήρως κατειλημμένη, δεν ισχύει όμως κάτι τέτοιο και για τις επόμενες στιβάδες.
- Μια στιβάδα προσδιορίζεται από...
 - ...τον κύριο κβαντικό αριθμό της “ n ”.
- Μια υποστιβάδα προσδιορίζεται από...
 - ...τον κύριο κβαντικό αριθμό “ n ”, της στιβάδας στην οποία ανήκει, και...
 - ...τον δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό “ l ”, που καθορίζει τη μορφή των τροχιακών της υποστιβάδας.

Έτσι η υποστιβάδα της στιβάδας “ M ” για τα τροχιακά της οποίας είναι “ $l=1$ ”, θα υποδηλώνεται ως “υποστιβάδα 3, 1”. Για να μη δημιουργείται σύγχυση από τη συμπαράθεση δυο αριθμών, κατά τον προσδιορισμό μιας υποστιβάδας, συνήθως ο δευτερεύων κβαντικός αριθμός “ l ”, υποκαθίσταται από ένα κατάλληλο γράμμα. Έτσι...

- ...αντί του “ $l=0$ ” χρησιμοποιείται το γράμμα “ s ”, ...
- ...αντί του “ $l=1$ ” χρησιμοποιείται το γράμμα “ p ”, ...
- ...αντί του “ $l=2$ ” χρησιμοποιείται το γράμμα “ d ”, ...
- ...αντί του “ $l=3$ ” χρησιμοποιείται το γράμμα “ f ”. Για τις επόμενες τιμές του l , χρησιμοποιούνται, κατά αλφαβητική σειρά, τα γράμματα που ακολουθούν το “ f ” στο λατινικό αλφάβητο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, η υποστιβάδα του παραπάνω παραδείγματος, θα αναφέρεται ως “υποστιβάδα 3p”.

- Ένα τροχιακό προσδιορίζεται από...
 - ...τον κύριο κβαντικό αριθμό “ n ”, της στιβάδας στην οποία ανήκει, ...
 - ...τον δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό “ l ”, που καθορίζει τη μορφή του, και...
 - ...τον μαγνητικό κβαντικό αριθμό “ m_l ”, που καθορίζει τον προσανατολισμό του τροχιακού, στο χώρο γύρω από τον πυρήνα του ατόμου.

Η αναφορά λοιπόν σε ένα συγκεκριμένο τροχιακό, περιλαμβάνει τον κύριο κβαντικό αριθμό της στιβάδας όπου βρίσκεται αυτό, τον δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό, που υποδηλώνεται από το αντίστοιχο κατάλληλο γράμμα, από αυτά που αναφέρθηκαν προηγούμενα, ενώ η τιμή του μαγνητικού κβαντικού αριθμού προκύπτει από κατάλληλη παράσταση των γραμμάτων “ x , y , z ”. Έτσι το τροχιακό που βρίσκεται στην υποστι-

βάδα $2p$ και ο κατά μήκος άξονάς του ταυτίζεται με τον άξονα “z”, (δηλαδή έχει “ $m_l=0$ ”), αναφέρεται ως το τροχιακό “ $2p_z$ ”.

Ασκήσεις

1. Η μάζα του πρωτονίου (m_p) είναι 1836 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα του ηλεκτρονίου (m_e). Αν τα δύο αυτά σωματίδια κινούνται με την ίδια ταχύτητα, ποια είναι η σχέση των αντίστοιχων μηκών κύματος λ_p και λ_e , σύμφωνα με την κυματική θεωρία της ύλης του de Broglie;

α. $\lambda_e = 1836 \cdot \lambda_p$ β. $\lambda_e = \frac{\lambda_p}{1836}$ γ. $\lambda_e = \lambda_p$ δ. $\lambda_e = \frac{1836}{\lambda_p}$

Π. Εξ. 2002

2. Στα παρακάτω αναφερόμενα θέματα να επιλεγεί η σωστή απάντηση.

- 2.1. Ποια από τα παρακάτω σύνολα κβαντικών αριθμών δεν είναι επιτρεπτά και γιατί;

α. $n=1, l=0$ β. $n=2, l=2$ γ. $l=3, m_l=-2$ δ. $n=3, m_l=-3$ ε. $l=2, m_l=3$

- 2.2. Το πλήθος των ατομικών τροχιακών στις στιβάδες L και M είναι αντίστοιχα:

α. 4 και 9 β. 4 και 10 γ. 8 και 18 δ. 4 και 8.

Π. Εξ. 2001

- 2.3. Ποιες από τις παρακάτω υποστιβάδες δεν είναι δυνατό να υπάρχουν και γιατί;

α. $3s$ β. $2d$ γ. $4f$ δ. $1p$ ε. $4g$ ζ. $3d$

- 2.4. Ποια από τις παρακάτω τετράδες κβαντικών αριθμών (n, l, m_l, m_s) δεν είναι επιτρεπτή για ένα ηλεκτρόνιο σε ένα άτομο;

α. $(4, 2, 2, +1/2)$ β. $(4, 1, 0, -1/2)$
γ. $(4, 2, 3, +1/2)$ δ. $(4, 3, 2, -1/2)$

Π. Εξ. 2003

- 2.5. Τι είδους τροχιακό περιγράφεται από τους κβαντικούς αριθμούς $n=3$ και $l=2$;

α. $3d$ β. $3f$ γ. $3p$ δ. $3s$

Π. Εξ. 2004

- 2.6. Ο αριθμός των τροχιακών σε μια f υποστιβάδα, είναι

α. 1 β. 3 γ. 5 δ. 7

Π. Εξ. 2006

3. Τι τιμές μπορούν να πάρουν οι κβαντικοί αριθμοί l και m_l , όταν ο κύριος κβαντικός αριθμός n ισούται με 3;

4. Να γραφούν οι τιμές που μπορεί να πάρει ο τρίτος κβαντικός αριθμός m_l , στις περιπτώσεις που έχουμε τα παρακάτω ζεύγη τιμών, για τους δυο πρώτους κβαντικούς αριθμούς, τον κύριο κβαντικό αριθμό n και τον αζιμουθιακό κβαντικό αριθμό l :

α. $n=2$ και $l=0$ β. $n=3$ και $l=2$ γ. $n=4$ και $l=2$ ε. $n=3$ και $l=1$

5. Ένα ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε ένα από τα $4d$ τροχιακά ενός ατόμου. Να γραφούν οι πιθανές τριάδες για τους κβαντικούς αριθμούς n, l και m_l αυτού του ηλεκτρονίου.

6. Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας με το συμβολισμό της υποστιβάδας και του τροχιακού που λείπει, αφού εξεταστεί πρώτα το αν οι δεδομένες τριάδες των κβαντικών αριθμών είναι αποδεκτές.

n	l	m_l	υποστιβάδα	τροχιακό
3	1	1		
2	0	1		
2	1	0		
2	2	1		
2	1	1		

Δύο πράγματα δεν έχουν όρια. Το σύμπαν και η ανθρώπινη ανοησία. Μμ... για το πρώτο διατηρώ κάποιες αμφιβολίες.



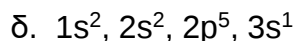
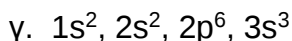
7. Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας με το πλήθος των τροχιακών που αντιστοιχούν σε κάθε μια από τις υποστιβάδες που δίνονται.

υποστιβάδα	2s	5p	4s	5d	4f	6p
πλήθος τροχιακών						

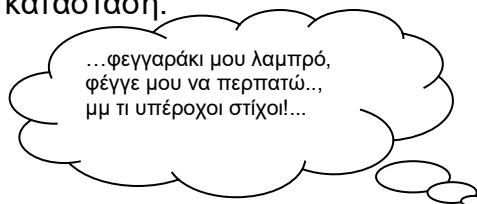
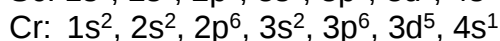
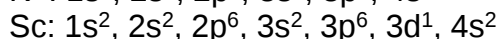
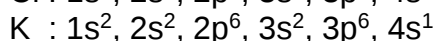
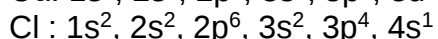
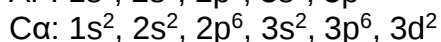
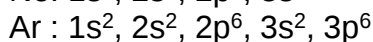
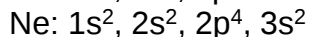
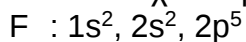
8. Να αποδειχθεί ότι σε στιβάδα με κύριο κβαντικό αριθμό “n”, ο αριθμός των περιεχόμενων σ’ αυτή τροχιακών είναι “n²”.
9. Να χαρακτηριστούν οι παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ) και να αιτιολογηθεί η απάντησή σας.
- Ο κβαντικός αριθμός n καθορίζει το σχήμα του τροχιακού. ...
 - Ο κβαντικός αριθμός m_l καθορίζει τον προσανατολισμό του τροχιακού. ...
 - Ο κβαντικός αριθμός m_l παίρνει μόνο τις τιμές 0, ±1, ±2, ±3, ..., ±(n - 1). ...
 - Για τον προσδιορισμό μιας υποστιβάδας χρειάζονται οι τρεις πρώτοι κβαντικοί αριθμοί. ...
 - Για τον προσδιορισμό ενός τροχιακού, χρειάζονται οι τρεις πρώτοι κβαντικοί αριθμοί. ...
- στ. Για την κατά το δυνατό πληρέστερη περιγραφή ενός ηλεκτρονίου, απαιτούνται οι τρεις πρώτοι κβαντικοί αριθμοί. ...
- ζ. Ένα τροχιακό είναι ο χώρος όπου είναι δυνατό να συναντήσουμε ένα ηλεκτρόνιο. ...
- η. Το μοναδικό ηλεκτρόνιο ενός ατόμου υδρογόνου, το συναντούμε πάντα στο 1s τροχιακό αυτού. ...
- θ. Η πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο ενός ατόμου υδρογόνου, σε πολύ μεγάλη απόσταση από τον πυρήνα του ατόμου αυτού, είναι ίση με μηδέν. ...
- ι. Για το στοιχείο Ψ, της ομάδας 15 του Π.Π., που έχει τη μεγαλύτερη τιμή E_{i(1)} μεταξύ όλων των στοιχείων αυτής της ομάδας, είναι Z_ψ=5. ...
- ια. Ένα στοιχείο για το οποίο συμβαίνει να είναι E_{i(1)} < E_{i(2)}, ανήκει οπωσδήποτε στην ομάδα 2 του Π.Π. ...
- ιβ. Ο κβαντικός αριθμός του spin (m_s) δε συμμετέχει στη διαμόρφωση της τιμής της ενέργειας του ηλεκτρονίου, ούτε στον καθορισμό του τροχιακού, στο οποίο βρίσκεται το ηλεκτρόνιο. ... Π. Εξ. 2005
10. Να συμπληρωθούν τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:
- Το πλήθος των υποστιβάδων στη στιβάδα M, είναι.....
 - Το πλήθος των τροχιακών σε μια υποστιβάδα, που έχει l=3, είναι.....
 - Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα τροχιακό 4f, είναι.....
 - Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα τροχιακό p, είναι.....
 - Η υποστιβάδα που χωράει μέχρι 10 ηλεκτρόνια, είναι η.....
- στ. Ένα οποιοδήποτε τροχιακό χωράει μέχρι.....
- ζ. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων της υποστιβάδας 4f, είναι.....
- η. Η στιβάδα που χωράει μέχρι 18 ηλεκτρόνια, είναι η.....
- θ. Ένα τροχιακό που έχει κβαντικό αριθμό m_l=-1, οπωσδήποτε δεν είναι
- ι. Όλα τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται σε οποιαδήποτε s υποστιβάδα, έχουν κοινούς τους κβαντικούς αριθμούς,=..... και=....., ενώ όλα τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται σε οποιαδήποτε p υποστιβάδα έχουν κοινό τον κβαντικό αριθμό=.....

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ – ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

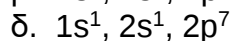
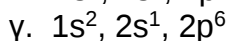
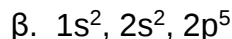
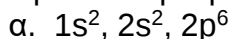
11. Να εξεταστεί ποια από τις ακόλουθες ηλεκτρονιακές δομές, δεν συμφωνεί με την απαγορευτική αρχή του Pauli.
- α. 1s², 2s², 2p⁶, 3s², 3p⁶, 3d¹², 4s² β. 1s², 2s², 2p⁶, 3s², 3p⁶



12. Να εξετάσετε ποιες από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχούν σε διεγερμένα άτομα. Στις περιπτώσεις τέτοιων δομών να γραφεί η αντίστοιχη ηλεκτρονιακή δομή που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση.



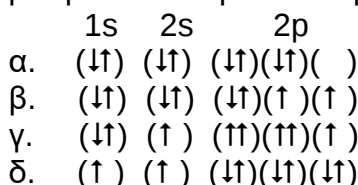
13. Ποια από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του φθορίου (9F);



Π. Εξ. 2004

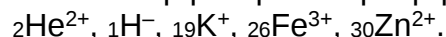
14. Να γραφεί η ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων ${}_5X$, ${}_9\Psi$, ${}_{12}\Omega$, ${}_{16}\Theta$ και ${}_{24}\Lambda$. Πόσα ασύζευκτα ηλεκτρόνια έχει καθένα από τα στοιχεία αυτά, στο άτομό του, στη θεμελιώδη κατάσταση;

15. Η κατανομή των ηλεκτρονίων του ατόμου του οξυγόνου ($Z=8$) στη θεμελιώδη κατάσταση παριστάνεται με τον συμβολισμό:



Π. Εξ. 2002

16. Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή για τα παρακάτω ιόντα;

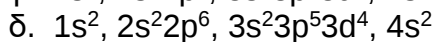
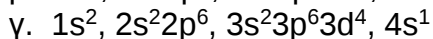
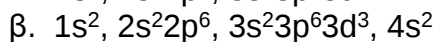
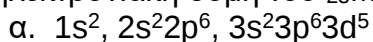


17. Στο ιόν ${}_{26}Fe^{2+}$ ο αριθμός των ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα $3d$, στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:



Π. Εξ. 2003

18. Η ηλεκτρονιακή δομή του ${}_{25}Mn^{2+}$ στη θεμελιώδη κατάσταση είναι...



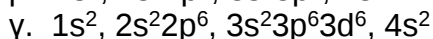
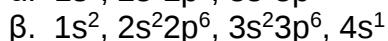
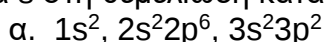
Π. Εξ. 2007

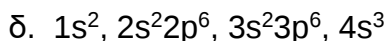
19. Ο μέγιστος αριθμός των ηλεκτρονίων που είναι δυνατόν να υπάρχουν σε ένα τροχιακό, είναι:



Π. Εξ. 2005

20. Ποια από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές αποδίδει τη δομή ατόμου στοιχείου του τομέα s στη θεμελιώδη κατάσταση;





Π. Εξ. 2005

21. Να αντιστοιχίσετε σε κάθε ηλεκτρονιακή δομή της **Στήλης Ι** το σωστό σώμα (στοιχείο σε θεμελιώδη ή διεγερμένη κατάσταση, ιόν) της **Στήλης ΙΙ**, γράφοντας στο τετράδιό σας το γράμμα της **Στήλης Ι** και δίπλα τον αριθμό της **Στήλης ΙΙ**.

Π. Εξ. 2001

Στήλη Ι	Στήλη ΙΙ
α. $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6$	1. ${}_3\text{Li}$
β. $1s^2, 2p^1$	2. ${}_7\text{N}^+$
γ. $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^4$	3. ${}_{14}\text{Si}$
δ. $1s^2, 2s^2 2p^2$	4. ${}_{17}\text{Cl}^-$
	5. ${}_{16}\text{S}$

22. Ποιος είναι ο κατά το δυνατό μικρότερος ατομικός αριθμός στοιχείου, στο άτομο του οποίου, στη θεμελιώδη κατάσταση, περιέχονται...

α. τρία ηλεκτρόνια s β. τέσσερα ηλεκτρόνια p γ. πέντε ηλεκτρόνια d

23. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα πολυ-ηλεκτρονιακό άτομο, (ευρισκόμενο στη θεμελιώδη κατάσταση), που να έχουν...

α. $n=2$ β. $n=2$ και $m_s=-1/2$ γ. $n=4$, $l=2$ και $m_l=-2$
 δ. $n=3$ και $l=2$ ε. $l=0$ και $m_s=+1/2$ ζ. $n=4$, $l=4$ και $m_l=2$
 ε. $n=3$, $l=2$ και $m_s=-1/2$

24. Να δοθούν όλες οι πιθανές τετράδες κβαντικών αριθμών για ένα ηλεκτρόνιο της υποστιβάδας 4f.

25. Στη θεμελιώδη κατάσταση όλα τα ηλεκτρόνια σθένους ενός στοιχείου ανήκουν στην 3s υποστιβάδα. Το στοιχείο αυτό μπορεί να έχει ατομικό αριθμό...

α. 8, β. 10, γ. 12, δ. 13

Π. Εξ. 2006

26. Πόσα ηλεκτρόνια σε ένα άτομο του στοιχείου ${}_{18}\text{Ar}$, που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση, έχουν μαγνητικό κβαντικό αριθμό $m_l=-1$;

27. Να συμπληρωθεί η πρόταση που ακολουθεί...

Για το στοιχείο Χ, με τον κατά το δυνατό μικρότερο ατομικό αριθμό, του οποίου το άτομο στη θεμελιώδη κατάσταση παρουσιάζει άθροισμα των κβαντικών αριθμών m_s των ηλεκτρονίων του ίσο με 3, ισχύει ότι είναι $Z_X = \dots\dots\dots$

28. Πόσα στοιχεία στη θεμελιώδη κατάσταση έχουν τρία μονήρη ηλεκτρόνια στη στιβάδα Μ και ποιοι είναι οι ατομικοί τους αριθμοί; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ένα από τα στοιχεία αυτά ανήκει στον τομέα p του περιοδικού πίνακα. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του στοιχείου που ανήκει στην ίδια ομάδα με αυτό και έχει μεγαλύτερη τιμή ενέργειας πρώτου ιοντισμού (E_{i1}); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Π. Εξ. 2007

29. Σε ποια περίοδο, ποιο τομέα και ποια ομάδα του Π.Π. ανήκουν τα στοιχεία, που στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάστασή τους, εμφανίζουν την παρακάτω ηλεκτρονιακή δομή:

α. $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^6, 5s^2$
 β. (Kr), $5s^1$
 γ. $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^1, 4s^2$
 δ. $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^8, 5s^2 5p^6, 6s^2$
 ε. (Xe), $4f^{14}, 5d^2, 6s^2$

30. Να γραφεί η ηλεκτρονιακή δομή για τα στοιχεία, που βρίσκονται στον Π.Π., στις θέσεις που αναφέρονται παρακάτω:

α. 3η περίοδος, ομάδα ΙΑ

β. 4η περίοδος, ομάδα ΙΙΑ

γ. 4η περίοδος, ομάδα VIIA

δ. 4η περίοδος, ομάδα VIIB

ε. 5η περίοδος, ομάδα IVB

31. Να διερευνηθούν τα παρακάτω ερωτήματα:

α. Το άτομο ενός στοιχείου έχει μόνο 2 ηλεκτρόνια σθένους. Σε ποια ομάδα του Π.Π. ανήκει;

β. Το άτομο του στοιχείου Ψ διαθέτει ένα μόνο ζεύγος ηλεκτρονίων σε p τροχιακό. Σε ποια ομάδα του Π.Π. ανήκει το στοιχείο Ψ;

γ. Το άτομο του στοιχείου Χ, περιέχει 5 μονήρη ηλεκτρόνια. Σε ποιο τομέα του Π.Π. μπορεί να βρίσκεται το στοιχείο Χ;

δ. Το άτομο ενός στοιχείου Θ έχει 5 εξωτερικά ηλεκτρόνια. Σε ποια ομάδα του Π.Π. ανήκει το Θ;

Όλα τα παραπάνω αναφερόμενα άτομα, να θεωρηθεί ότι βρίσκονται στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση.

32. Στη στήλη που δίνεται παρακάτω και παριστάνει μια ομάδα του Π.Π., να γραφούν οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων που βρίσκονται στην ομάδα αυτή, μέχρι και την έκτη περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη ότι το στοιχείο της τρίτης περιόδου αυτής της ομάδας έχει ατομικό αριθμό $Z=15$.

ομάδα x

15

Κοίταζε διαρκώς τα μάτια μου, επαναλαμβάνοντας 1000 φορές... «Δεν υπάρχει καλύτερο μάθημα από τη Χημεία.» Ξεκίνα αμέσως τώρα.



Ποιος είναι ο αριθμός x;

Το ίδιο πρόβλημα να λυθεί και στην περίπτωση που αντί του στοιχείου με $Z=15$, δίνεται το στοιχείο με $Z=24$, ή $Z=55$ ή τέλος $Z=48$. Εννοείται ότι η άσκηση πρέπει να λυθεί χωρίς να γίνει χρήση του Π.Π. και με μέγιστη τιμή ατομικού αριθμού, το 112.

33. Αν το Κ έχει $E_{i(1)}=420\text{kJ/mol}$, να υπολογιστεί η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για να απομακρυνθεί ένα e από ένα άτομο Κ.

34. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Ενέργειες ιοντισμού (MJ/mol)	
$\text{Li}_{(g)} \rightarrow \text{Li}^{+}_{(g)} + e$	$E_{i1}=0,52$
$\text{Li}^{+}_{(g)} \rightarrow \text{Li}^{2+}_{(g)} + e$	$E_{i2}=7,30$
$\text{Li}^{2+}_{(g)} \rightarrow \text{Li}^{3+}_{(g)} + e$	$E_{i3}=11,81$

- α. Να εξηγήσετε γιατί ισχύει η διάταξη $E_{i1} < E_{i2} < E_{i3}$ για τις ενέργειες ιοντισμού.
 β. Να εξηγήσετε γιατί η ενέργεια πρώτου ιοντισμού του ${}_3\text{Li}$ είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια πρώτου ιοντισμού του ${}_{11}\text{Na}$. Π. Εξ. 2003

35. Δίνονται τα στοιχεία ${}_{11}\text{Na}$ και ${}_{12}\text{Mg}$. Ζητείται να συγκριθούν μεταξύ τους οι τιμές ενέργειας 1^{ου} ιοντισμού των δυο στοιχείων, δηλαδή $E_{i1}(\text{Na})$ και $E_{i1}(\text{Mg})$ και το ίδιο να γίνει και για τις αντίστοιχες τιμές ενέργειας 2^{ου} ιοντισμού, δηλαδή $E_{i2}(\text{Na})$ και $E_{i2}(\text{Mg})$.

36. Δίνονται τα στοιχεία ${}_{11}\text{Na}$ και ${}_{17}\text{Cl}$.

- α. Ποιες είναι οι ηλεκτρονιακές δομές των παραπάνω στοιχείων στη θεμελιώδη κατάσταση;
 β. Ποιο από τα δυο αυτά στοιχεία έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Π. Εξ. 2004

37. Δίνονται τα στοιχεία ${}_{20}\text{Ca}$ και ${}_{21}\text{Sc}$.

- α. Ποιες είναι οι ηλεκτρονιακές δομές των στοιχείων αυτών στη θεμελιώδη κατάσταση;
 β. Ποιο από τα δυο αυτά στοιχεία έχει τη μικρότερη ενέργεια 1ου ιοντισμού; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
 γ. Να γραφούν οι ηλεκτρονιακές δομές των ιόντων Ca^{2+} και Sc^{3+} . Π. Εξ. 2005

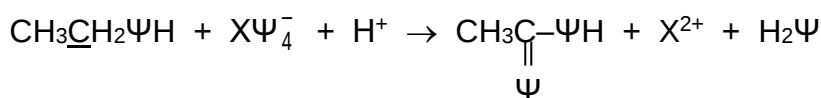
38. Για να μελετηθούν τα οξέα ορθοπυριτικό (H_4SiO_4) και φωσφορικό (H_3PO_4), δίνονται οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων $\text{H}=1$, $\text{O}=8$, $\text{Si}=14$ και $\text{P}=15$.

- α. Να ταξινομήσετε τα ηλεκτρόνια κάθε στοιχείου σε στιβάδες και υποστιβάδες.
 β. Να εντάξετε τα στοιχεία σε περιόδους, κύριες ομάδες και τομείς του Περιοδικού Πίνακα.
 γ. Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους κατά Lewis των παραπάνω οξέων. Π. Εξ. 2001

39. Το ευγενές αέριο Ε έχει ατομικό αριθμό Ζ, ενώ το αλογόνο Χ έχει $Z_X = Z + 7$ και το αλκαλιμέταλλο Ψ έχει $Z_\Psi = Z_X + 20$. Να προσδιοριστούν οι ατομικοί αριθμοί των τριών στοιχείων.

40. Στο ιόν με τύπο $\text{X}\Psi_4^-$ περιέχονται συνολικά 58 ηλεκτρόνια. Αν το στοιχείο Χ έχει μεταξύ όλων των στοιχείων της ομάδας του Π.Π. όπου βρίσκεται, τη μεγαλύτερη τιμή E_{i1} και στο άτομο του, υπάρχουν στη θεμελιώδη κατάσταση, 5 μονήρη ηλεκτρόνια, να προσδιοριστεί η θέση των στοιχείων Χ και Ψ στον Π.Π.

Στη συνέχεια να συμπληρωθούν οι συντελεστές στη χημική εξίσωση που ακολουθεί...



Να σημειωθεί ότι στην παραπάνω αντίδραση αλλάζει ο ΑΟ του στοιχείου Χ και του ατόμου άνθρακα της οργανικής ένωσης, που συνδέεται με το άτομο του στοιχείου Ψ. Ο ΑΟ του υδρογόνου και του στοιχείου Ψ δεν αλλάζει κατά την πραγματοποίηση της αντίδρασης.

41. Τα ευγενή αέρια Α, Β και Γ έχουν αντίστοιχα ατομικούς αριθμούς Z_1 , Z_2 και Z_3 , για τους οποίους ισχύει: $Z_3 > Z_2 > Z_1$ και $Z_3 - Z_2 = 8$.

- α. Ποιες είναι οι τιμές των ατομικών αριθμών Z_1 , Z_2 και Z_3 ;
 β. Ποια είναι η θέση στον Π.Π. των στοιχείων Δ, Θ και Ψ, αν οι ατομικοί τους αριθμοί είναι αντίστοιχα $Z_1 - 1$, $Z_2 + 1$ και $Z_3 - 1$.
 γ. Το οξείδιο του στοιχείου Θ είναι όξινο ή βασικό; Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος αυτού του οξειδίου.
 δ. Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος της ένωσης του Δ με το Ψ και του Θ με το Ψ.

42. Το στοιχείο Θ ανήκει στην 15^η ομάδα του Π.Π. και έχει μεταξύ των στοιχείων της ομάδας αυτής τη μεγαλύτερη τιμή $E_{i(1)}$.
- Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του στοιχείου Θ;
 - Να γραφούν οι κβαντικοί αριθμοί για όλα τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας του ατόμου του στοιχείου αυτού, στη θεμελιώδη κατάσταση.
 - Να διαταχθούν τα άτομα των παρακάτω στοιχείων κατά αυξανόμενο μέγεθος:
Θ, ${}^9\text{F}$, ${}^{19}\text{K}$, ${}^{11}\text{Na}$
 - Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος της απλούστερης ένωσης του στοιχείου Θ με το υδρογόνο, (${}^1\text{H}$).
 - Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος Θ^{3-} ;
- στ. Ποια είναι η θέση στον Π.Π. του στοιχείου Φ, αν $Z_\Phi = Z_\Theta + 14$; Το στοιχείο Φ είναι διαμαγνητικό ή παραμαγνητικό;
43. Το στοιχείο Ψ βρίσκεται στην 3η περίοδο του περιοδικού πίνακα και στη θεμελιώδη κατάσταση διαθέτει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο. Το στοιχείο Φ βρίσκεται στην ίδια ομάδα με το Ψ και έχει μεγαλύτερη τιμή E_{i1} από αυτό, ενώ το στοιχείο Θ βρίσκεται στον ίδιο τομέα και στην ίδια περίοδο με το Ψ, δίπλα σε αυτό, με ατομική ακτίνα μεγαλύτερη από του Ψ. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, να προσδιοριστεί ο ατομικός αριθμός και η θέση των στοιχείων Ψ, Φ και Θ στον περιοδικό πίνακα.
Αν το ιόν X^{2+} είναι ισοηλεκτρονικό με το ιόν Ψ^- , ποιος είναι ο ατομικός αριθμός και η θέση στον περιοδικό πίνακα του στοιχείου Χ. Ποιος θα είναι ο χημικός τύπος της ένωσης που σχηματίζεται από τα στοιχεία Ψ και Χ;
44. Τα στοιχεία Φ, Χ, Ψ και Ω έχουν διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς ενώ τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων τους, στη θεμελιώδη κατάσταση, βρίσκονται στη στιβάδα Μ.
Αν τα στοιχεία Χ και Ψ βρίσκονται σε διαφορετικούς τομείς του Π.Π., ζητείται...
- Να προσδιοριστούν οι ατομικοί αριθμοί και η θέση των στοιχείων Φ, Χ, Ψ και Ω στον Π.Π.
 - Να βρεθεί ο ατομικός αριθμός του στοιχείου Λ, που βρίσκεται στην ίδια ομάδα με το Ψ, και έχει μεγαλύτερη E_{i1} από το στοιχείο Ψ.
 - Να βρεθεί ο ατομικός αριθμός του στοιχείου Ξ, που βρίσκεται στην ίδια ομάδα με το Ω και έχει την αμέσως μικρότερη τιμή E_{i1} από το στοιχείο Ω.
 - Να γραφούν οι ηλεκτρονιακοί τύποι των οξειδίων των στοιχείων Φ και Ω και να χαρακτηριστούν τα οξείδια αυτά ως όξινα ή βασικά.
 - Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος της ένωσης με ΜΤ: H_4O_4 . Δίνονται $Z_{\text{H}}=1$ και $Z_{\text{O}}=8$.
45. Για τα στοιχεία Α, Β, Γ γνωρίζουμε τα παρακάτω...
- Το άτομο του στοιχείου Α στη θεμελιώδη κατάσταση διαθέτει συνολικά 7 ηλεκτρόνια με $l=0$ και ανήκει στον τομέα s, του Π.Π.
 - Το ανιόν B^{3-} είναι ισοηλεκτρονικό με 3^ο ευγενές αέριο.
 - Το άτομο του στοιχείου Γ, στη θεμελιώδη κατάσταση, διαθέτει συνολικά 4 ζεύγη ηλεκτρονίων.
- Να προσδιοριστούν οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων Α, Β και Γ.
Ακόμη να βρεθεί η θέση των τριών στοιχείων στον Π.Π. και να καταταχθούν αυτά κατά αυξανόμενη τιμή της E_{i1} .
46. Το άτομο του στοιχείου Θ, στη θεμελιώδη κατάσταση, διαθέτει δυο μονήρη ηλεκτρόνια, ενώ όλα τα ηλεκτρόνια αυτού κατανέμονται σε 18 συνολικά ατομικά τροχιακά.
Στην ίδια ομάδα με το Θ βρίσκεται και το στοιχείο Δ, που έχει μικρότερη ατομική ακτίνα από το Θ, ενώ είναι $Z_\Delta > 10$.

Τέλος ένα άλλο στοιχείο, το Γ, βρίσκεται στην ίδια περίοδο με το Θ, έχει ατομική ακτίνα μεγαλύτερη από εκείνη του Θ, ενώ είναι $|Z_{\Theta} - Z_{\Gamma}| = 1$.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα ζητείται...

1. Να βρεθούν οι ατομικοί αριθμοί και η θέση στον Π.Π. των στοιχείων Θ, Δ και Γ.
2. Να εξηγηθεί ποιο από τα στοιχεία Θ, Δ και Γ έχει τη μικρότερη τιμή E_{i1} .
3. Να βρεθούν οι ατομικοί αριθμοί όλων των στοιχείων που βρίσκονται στην ίδια περίοδο με το Θ και τα άτομά τους εμφανίζουν, στη θεμελιώδη κατάσταση, την ίδια τιμή συνολικού ηλεκτρονιακού spin, με το Θ.

5. Σε ισομοριακό μίγμα που αποτελείται από 1-βουτένιο και 2-βουτένιο, γίνεται προσθήκη HBr για να παρασκευαστεί 2-βρώμο-βουτάνιο. Τελικά σχηματίζεται μίγμα δύο αλκυλοβρωμιδίων, αποτελούμενο από 2-βρώμο-βουτάνιο σε ποσοστό 96% και 1-βρώμο-βουτάνιο σε ποσοστό 4% κατά βάρος. Να υπολογιστεί το ποσοστό του 1-βουτενίου που μετατράπηκε σε 1-βρώμο-βουτάνιο. (απ.: 8%)
6. 5,6L (stp) ατμών κορεσμένης μονο-καρβονυλικής ένωσης ζυγίζουν 18g. Ποια μπορεί να είναι η ένωση αυτή, αν:
- με επίδραση σ' αυτήν αντιδραστήριου Grignard, προκύπτει τελικά, μετά από υδρόλυση της ένωσης που σχηματίζεται ενδιάμεσα, III-ταγής αλκοόλη.
 - με επίδραση σ' αυτήν του $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgBr}$ και στη συνέχεια υδρόλυση της ένωσης που σχηματίζεται, προκύπτει η 3-εξανόλη.
 - με επίδραση σ' αυτήν HCN και στη συνέχεια υδρόλυση της ένωσης που σχηματίζεται, προκύπτει το 3-μέθυλο-2-υδρόξυ-βουτανικό οξύ.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΟΣΠΑΣΗΣ-ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Ασκήσεις - Προβλήματα

- Να γραφούν ολοκληρωμένα οι ακόλουθες χημικές εξισώσεις:
 - 2-χλώρο-βουτάνιο + αλκοολικό δ/μα NaOH $\rightarrow$
 - ισοπρόπυλο-βρωμίδιο + υδατικό δ/μα NaOH $\rightarrow$
 - 1,1 δίχλωρο-προπάνιο + αλκοολικό δ/μα NaOH $\rightarrow$
 - 2-βουτανόλη $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, 170^\circ\text{C}}$
 - + $\xrightarrow{\text{Αλκοολικό διάλυμα}}$ 1-βουτένιο + NaBr + H_2O
 - + $\rightarrow \text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--O--CH}_2\text{--CH}_3 + \text{NaBr}$
 - + $\rightarrow$ προπανικός αιθυλεστέρας + NaCl
 - $\text{CH}_3\text{--CH--COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+}$ (όξινη υδρόλυση εστέρα)

|
 CH_3
 - $\text{HCOOCH}_2\text{--CH}_3 + \text{KOH} \rightarrow$ (βασική υδρόλυση εστέρα)
 - + $\rightarrow$ ισοβούτυλο-χλωρίδιο + $\text{SO}_2 + \text{HCl}$
- Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος όλων των άγνωστων ενώσεων που εμφανίζονται στις παρακάτω ασκήσεις.
 - $\text{ισοπρόπυλο-χλωρίδιο} \xrightarrow{\text{Mg - αιθέρας}} \Lambda$

$\text{ισοπρόπυλο-χλωρίδιο} \xrightarrow[\text{NaOH}]{\text{αλκοολικό διάλυμα}} \text{Α} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{Β} \xrightarrow[\text{NaOH}]{\text{αλκοολικό διάλυμα}} \Gamma \xrightarrow{\text{Na}} \Delta$

$\Delta \xrightarrow{\text{Ε}} \text{Ζ}$

$\text{Ζ} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O} / \text{Hg}, \text{HgSO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4} \Theta \xleftarrow{\Lambda} \Pi \xleftarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{2,3 διμέθυλο-3-πεντανόλη}$
 - $\text{Α} \xrightarrow{\text{SOCl}_2} \text{Β} \xrightarrow{\text{KCN}} \Gamma \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+} \Delta \xrightarrow{\text{Α}} \text{μέθυλο-προπανικός ισοπρόπυλ-εστέρας}$
- Το άλας με Naα ενός κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος Α αντιδρά με το αλκυλοχλωρίδιο Β οπότε σχηματίζεται αιθανικός ισοβούτυλ-εστέρας. Το αντιδραστήριο Grignard εξάλλου που σχηματίζεται από την ένωση Β αντιδρά με την κορεσμένη μονοκαρβονυλική ένωση Γ και με υδρόλυση της ένωσης που σχηματίζεται, παράγεται η δευτεροταγής αλκοόλη Δ.

Αν είναι γνωστό ότι η ένωση Γ μπορεί να παραχθεί από το αλκίνιο Λ με επίδραση νερού, σε κατάλληλες συνθήκες, να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Λ και Δ.

(απ.: Λ: ακετυλένιο)

4. Στο αλκένιο Α γίνεται προσθήκη HCl, οπότε σχηματίζεται η ένωση Β. Ένα μέρος αυτής αντιδρά με KCN και παράγεται έτσι η ένωση Γ, που υδρολυόμενη σε όξινο περιβάλλον παρέχει την οργανική ένωση Δ. Η ένωση Δ αντιδρά με την ένωση Ε που είναι το προϊόν της επίδρασης υδατικού διαλύματος NaOH στο υπόλοιπο μέρος της ένωσης Β. Από την αντίδραση αυτή παράγεται η ένωση Ψ, που εμφανίζει $M_r=102$.

Με βάση τα δεδομένα αυτά, ζητείται να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι όλων των παραπάνω αναφερόμενων άγνωστων ενώσεων.

(απ.: Α: αιθέριο)

5. Σε κενό δοχείο εισάγονται 5mol HCOOH, 5mol CH₃COOH και 16mol CH₃CH₂OH. Υπό θερμοκρασία που παραμένει σταθερή, η αλκοόλη εστεροποιείται αμφίδρομα και με τα δύο οξέα. Να υπολογιστεί η ποσότητα όλων των ουσιών που θα περιέχονται στο δοχείο, στην ΚΧΙ. Η τιμή της K_c και για τις δυο αντιδράσεις εστεροποίησης είναι ίση με 4.

(απ.: 8mol H₂O)

ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΑΛΚΟΟΛΩΝ – ΑΛΔΕΥΔΩΝ

Ασκήσεις – Προβλήματα

1. Να γραφούν ολοκληρωμένα οι παρακάτω χημικές εξισώσεις:
 - α. $RCH_2-OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow RCH=O + \dots\dots\dots$
 - β. $R-CH(OH)-R + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots\dots\dots$
 - γ. Μέθυλο-2-προπανόλη + $KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots\dots\dots$
 - δ. $\dots\dots\dots + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ μέθυλο-προπανικό οξύ + $\dots\dots\dots$
 - ε. 1,3-προπανοδιόλη + περίσσεια $KMnO_4/H_2SO_4 \rightarrow \dots\dots\dots$
 - στ. $CH_3-CH(OH)-COOH + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots\dots\dots$

I (γαλακτικό οξύ)

OH
 - ζ. 4-υδρόξυ-βουτανάλη + περίσσεια $KMnO_4/H_2SO_4 \rightarrow \dots\dots\dots$
 - η. $(CH_3)_2CO + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots\dots\dots$
 - θ. $RCH=O + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow \dots\dots\dots$
 - ι. αιθανόλη + φελίγγειο υγρό $\rightarrow \dots\dots\dots$
 - ια. προπανάλη + αντιδραστήριο Tollens $\rightarrow \dots\dots\dots$
 - ιβ. 3-υδρόξυ-προπανάλη + φελίγγειο υγρό $\rightarrow \dots\dots\dots$
2. 9g 2-προπανόλης μπορούν να αποχρωματίσουν:
 - α. 300mL δ/τος $KMnO_4/H^+$ συγκέντρωσης 0,25M.
 - β. 300mL δ/τος $KMnO_4/H^+$ συγκέντρωσης 0,15M.
 - γ. 300mL δ/τος $KMnO_4/H^+$ συγκέντρωσης 0,2M.
 - δ. 400mL δ/τος $KMnO_4/H^+$ συγκέντρωσης 0,15M.
 - ε. 250mL δ/τος $K_2Cr_2O_7/H^+$ συγκέντρωσης 0,2M.

Να βρεθεί ποιες από τις παραπάνω περιπτώσεις είναι σωστές.
3. Σε 0,2mol κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης, προστίθεται στάγδην, διάλυμα $KMnO_4$ που έχει οξινιστεί με H_2SO_4 και έχει συγκέντρωση 0,4M. Ο αποχρωματισμός του προστιθέμενου δ/τος σταματά, όταν έχουν προστεθεί απ' αυτό 400mL. Άρα η αλκοόλη που χρησιμοποιήθηκε ήταν:

α. I-ταγής β. II-ταγής γ. III-ταγής
 Να επιλεγεί η σωστή απάντηση.

4. Σε ένα μίγμα δυο κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών A και B περιέχονται 0,1mol A και 0,15mol B. Το μίγμα αυτό μπορεί και αποχρωματίζει δ/μα KMnO_4 που έχει οξεινωθεί με H_2SO_4 και είναι συγκέντρωσης 0,4M, μέχρι να προστεθούν απ' αυτό 350mL. Με βάση τα παραπάνω προκύπτει για τις αλκοόλες A και B του μίγματος ότι:
 η αλκοόλη A είναι α. I-ταγής ενώ η αλκοόλη B είναι α. I-ταγής
 β. II-ταγής β. II-ταγής
 γ. III-ταγής γ. III-ταγής
5. Δυο αλκοόλες A και B έχουν MT: $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. Η A δεν αποχρωματίζει το όξινο δ/μα του KMnO_4 , ενώ 0,25mol της B απαιτούν για να οξειδωθούν πλήρως, 200mL δ/τος KMnO_4 0,5M οξεινωμένου με H_2SO_4 . Να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος των δυο αλκοολών.
6. 3g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης A αντιδρούν πλήρως με δ/μα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, οξεινωμένου με H_2SO_4 και μετατρέπονται στην οργανική ένωση B. Αυτή αντιδρά πλήρως με το αντιδραστήριο Grignard Γ και ακολουθεί υδρόλυση της ένωσης που σχηματίζεται. Παράγονται έτσι 0,05mol κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης Δ που δεν αποχρωματίζει το όξινο δ/μα KMnO_4 . Αν στην ένωση Δ, η μάζα του περιεχόμενου άνθρακα είναι πενταπλάσια της μάζας του περιεχόμενου υδρογόνου, ζητείται να προσδιοριστεί η ταυτότητα των ενώσεων A, B, Γ και Δ.
 (απ.: A: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$)
7. Στην κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη A, η μάζα του περιεχομένου οξυγόνου είναι διπλάσια της περιεχόμενης μάζας υδρογόνου. Η A σχηματίζεται από το αντιδραστήριο Grignard B, όταν αυτό αντιδράσει με την ένωση Γ και ακολουθήσει υδρόλυση της ένωσης που παράγεται. Αν η A οξειδούμενη από όξινο δ/μα KMnO_4 , παρέχει την καρβονυλική ένωση Δ, που δεν αντιδρά με το αντιδραστήριο Fehling, να βρεθεί η ταυτότητα όλων των παραπάνω αναφερομένων άγνωστων σωμάτων.
 (απ.: Γ: ακεταλδεΐδη)
8. Σε 10,4g μίγματος που αποτελείται από τις αλκοόλες 1-βουτανόλη και 2-προπανόλη, προστίθεται στάγδην δ/μα KMnO_4 0,5M, που έχει οξεινωθεί προηγούμενα με H_2SO_4 . Το δ/μα σταματά να αποχρωματίζεται όταν έχουν προστεθεί από αυτό 200mL. Ζητείται να προσδιοριστεί η σύσταση του αρχικού μίγματος των δυο αλκοολών.
 (απ.: 3g 2-προπανόλη)
9. Ορισμένη ποσότητα κορεσμ. μονοσθενούς καρβονυλικής ένωσης χωρίζεται σε δυο ίσες ποσότητες. Στην πρώτη επιδρούμε με περίσσεια φελίγγειου υγρού, οπότε σχηματίζονται 5,72g κεραμέρυθρου ιζήματος. Στη δεύτερη ποσότητα επιδρούμε με το αντιδραστήριο Grignard X και ακολουθεί υδρόλυση της ένωσης που σχηματίζεται. Σχηματίζονται έτσι 2,96g ένωσης Ψ. Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος της Ψ και η πιθανή ταυτότητα της ένωσης X και της καρβονυλικής ένωσης που είχαμε στην αρχή.
 (απ.: Ψ: 2-βουτανόλη)
10. 10g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης (ένωση A) καίγονται πλήρως με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου. Τα καυσαέρια ψύχονται σε πρότυπες συνθήκες (stp), οπότε οι υδρατμοί υδροποιούνται και το αέριο που απομένει καταλαμβάνει όγκο 11,2L σ' αυτές τις συνθήκες.
- Να βρεθεί ο MT της ένωσης A.
 - Να υπολογιστεί η μάζα του H_2O (σε g) που έχει παραχθεί από την παραπάνω καύση.
 - Η ένωση A οξειδώνεται κατάλληλα και προκύπτει η οργανική ένωση B. Αυτή αντιδρά με το αντιδραστήριο Fehling, οπότε σχηματίζεται κεραμέρυθρο ίζημα και η οργανική ένωση Γ. Να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων A, B και Γ και να αιτιολογηθούν οι απαντήσεις σας.

Προαγωγικές Εξετ. Β' ΕΛΓΠ 6/2000

(απ.: $C_3H_8O - 12g - B$: προπανάλη)

11. Μίγμα ακεταλδεΐδης και ακετόνης υδρογονώνεται πλήρως παρουσία καταλύτη, οπότε παρουσιάζει αύξηση βάρους 0,36g. Ποσότητα του ίδιου μίγματος ίση με το 1/50ό της αρχικής, αποχρωματίζει 80mL δ/τος $KMnO_4$ 0,01M, οξινισμένου με H_2SO_4 . Πόσα g αιθανάλης περιέχονται σε 50g του παραπάνω μίγματος;
(απ.: 24,3g)
12. Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη οξειδώνεται με περίσσεια του οξειδωτικού μέσου, οπότε παράγεται το αντίστοιχο κορεσμένο μονοκαρβονικό οξύ. Αν η απόδοση της αντίδρασης οξείδωσης της αλκοόλης είναι 84,091% και η μάζα του σχηματιζόμενου οξέος ισούται με την αρχική μάζα της αλκοόλης, να καθοριστεί ο συντακτικός τύπος του οξέος.
(απ.: βουτανικό οξύ ή ισοβουτανικό οξύ)
13. 17,4g μίγματος δυο κορεσμένων μονοσθενών καρβονυλικών ενώσεων, που είναι ισομερείς μεταξύ τους, αντιδρούν με περίσσεια φελίγγειου, υγρού οπότε παράγονται 28,6g κεραμέρυθρου ιζήματος. Ίση ποσότητα του ίδιου μίγματος των δυο καρβονυλικών ενώσεων, καίγεται πλήρως, οπότε σχηματίζονται 20,16L CO_2 (μετρημένα σε stp). Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, να βρεθεί η ταυτότητα των δυο καρβονυλικών ενώσεων.
(απ.: προπανάλη – προπανόνη)
14. Ορισμένη ποσότητα μίγματος αιθανάλης-ακετόνης (δηλαδή προπανόνης), απαιτεί για πλήρη υδρογόνωσή του 2,016L H_2 μετρημένα σε stp. Ίση ποσότητα του μίγματος αντιδρώντας με αμμωνιακό διάλυμα $AgNO_3$, δίνει 10,8g στερεού σώματος. Με βάση τα δεδομένα αυτά, να υπολογιστεί η μάζα του αρχικού μίγματος των δυο καρβονυλικών ενώσεων.
(απ.: 4,52g)
15. Η ένωση Α με ΜΤ: $C_5H_{12}O$ με επίδραση Na ελευθερώνει H_2 , ενώ θερμαινόμενη παρουσία Cu μετατρέπεται στην ένωση Β, που δεν αντιδρά με το φελίγγειο υγρό.
Αν είναι γνωστό ότι για το προϊόν που σχηματίζεται από την κατεργασία της Α με H_2SO_4 στους $170^\circ C$, μπορεί να γραφεί μόνο ένας συντακτικός τύπος, να προσδιοριστεί η ταυτότητα των ενώσεων Α και Β. Από ποιο συνδυασμό αντιδραστήριου Grignard – καρβονυλικής ένωσης είναι δυνατό να παρασκευαστεί η ένωση Α;
Η ένωση Γ έχει με την Α σχέση συντακτικής ισομέρειας θέσης. Η Γ κατεργαζόμενη με H_2SO_4 στους $170^\circ C$, παρέχει μια μόνο ένωση. Ισομοριακό μίγμα των ενώσεων Α και Γ αποχρωματίζει 300mL υδατικού διαλύματος $KMnO_4/H_2SO_4$ συγκέντρωσης 0,2M. Να υπολογιστεί η μάζα του μίγματος των ενώσεων Α και Γ.
(απ.: 8,8g)
16. 0,3mol της κορεσμένης μονοσθενούς αλδεΐδης Α, αποχρωματίζουν 300mL υδατικού διαλύματος $KMnO_4/H_2SO_4$, συγκέντρωσης 0,8M.
Όταν η ένωση Α αντιδράσει με το αντιδραστήριο Grignard G και ακολουθήσει υδρόλυση της ένωσης που σχηματίζεται, προκύπτει η οργανική ένωση Β.
Αν 4,44g ισομοριακού μίγματος της ένωσης Β με την ένωση Γ, η οποία με τη Β έχει σχέση συντακτικής ισομέρειας θέσης της CHO , αποχρωματίζουν 30mL από το παραπάνω διάλυμα του $KMnO_4$, να προσδιοριστεί η ταυτότητα των αγνώστων ενώσεων του προβλήματος.
(απ.: G: C_3H_7MgX)

ΑΛΟΓΟΝΟΦΟΡΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

Ασκήσεις – Προβλήματα

1. Να γραφούν ολοκληρωμένα (όλα τα στάδια), οι παρακάτω χημικές εξισώσεις, που αναφέρονται στην αλογονοφορμική αντίδραση:
- α. αιθανόλη + αλκαλικό διάλυμα ιωδίου →
- β. 1-προπανόλη + αλκαλικό διάλυμα χλωρίου →

- γ. 2-βουτανόλη + αλκαλικό διάλυμα χλωρίου →.....
 δ. μέθυλο-2-προπανόλη + αλκαλικό διάλυμα ιωδίου →.....
 ε. βουτανόνη + αλκαλικό διάλυμα χλωρίου →.....
 ζ. προπανάλη + αλκαλικό διάλυμα ιωδίου →.....

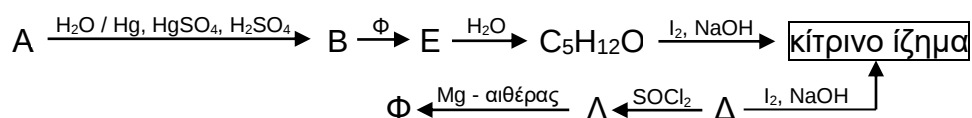
2. Σε 3,6g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης επιδρά περίσσεια αλκαλικού διαλύματος ιωδίου, οπότε σχηματίζονται 23,64g κίτρινου ιζήματος. Να βρεθεί η ταυτότητα της αλκοόλης. Πώς μπορεί να σχηματιστεί αυτή η αλκοόλη από καρβονυλική ένωση και αντιδραστήριο Grignard;

(απ.: 2-προπανόλη)

3. Μίγμα 1-προπανόλης και 2-προπανόλης ζυγίζει 9g και αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα I_2 , με αποτέλεσμα να σχηματιστούν 19,7g κίτρινου ιζήματος. Να προσδιοριστεί η κατά βάρος σύσταση του μίγματος των δυο αλκοολών.

(απ.: 3g και 6g)

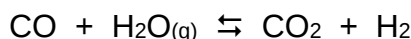
4. Να βρεθεί η ταυτότητα των παρακάτω άγνωστων ενώσεων, που παριστάνονται με κεφαλαία γράμματα:



5. 12g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης, που όταν αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα ιωδίου, δίνει κίτρινο ίζημα, μετατρέπονται με $SOCl_2$ στο αντίστοιχο αλκυλοχλωρίδιο, το οποίο στη συνέχεια αντιδρά με Mg μέσα σε αιθέρα, μετατρέπόμενο έτσι στο αντίστοιχο αντιδραστήριο Grignard. Αυτό αντιδρά στη συνέχεια με αιθανάλη και από την υδρόλυση της σχηματιζόμενης ένωσης, παράγονται 17,6g τελικού οργανικού προϊόντος. Να βρεθεί η ταυτότητα της τελευταίας ένωσης και να εξεταστεί αν παρέχει αυτή την αλογονοφορμική αντίδραση. Να θεωρηθεί ότι όλες οι παραπάνω αναφερόμενες αντιδράσεις πραγματοποιούνται ποσοτικά.

(απ.: 3-μέθυλο-2-βουτανόλη)

6. Ισομοριακό μίγμα δυο κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών, που ζυγίζει 3,18g, αντιδρά με περίσσεια Na και όλο το παραγόμενο αέριο διοχετεύεται σε δοχείο σταθερού όγκου, που βρίσκεται σε σταθερή θερμοκρασία $\theta^\circ C$ και στο οποίο περιέχονται σε KXl, συνολικά 0,12mol ισομοριακού μίγματος, αποτελούμενου από τα αέρια CO , $H_2O_{(g)}$, CO_2 και H_2 , κατά την εξίσωση:



Όταν αποκατασταθεί και πάλι στο δοχείο Xl, περιέχονται σ' αυτό 0,036mol CO . Αν οι δυο αλκοόλες δίνουν την αλογονοφορμική αντίδραση, να βρεθεί ποιες είναι αυτές.

(απ.: αιθανόλη και 2-προπανόλη)

7. Ορισμένη ποσότητα μίγματος αποτελούμενου από 1-προπανόλη και 2-προπανόλη μπορεί και αποχρωματίζει 280mL υδατικού διαλύματος $KMnO_4$ 0,2M, που έχει οξεινωθεί με H_2SO_4 .

Ίση ποσότητα του παραπάνω μίγματος των δυο αλκοολών, αντιδρώντας με περίσσεια αλκαλικού διαλύματος ιωδίου, παρέχει 9,85g κίτρινου στερεού ιζήματος.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία να προσδιοριστεί η σύσταση του μίγματος των δυο αλκοολών.

(απ.: 3,45g και 1,5g)

8. Η άκυκλη κορεσμένη ένωση A με ΜΤ: $C_6H_{14}O$, δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση, μπορεί δε να σχηματιστεί με προσθήκη του αντιδραστήριου Grignard B, σε κατάλληλη καρβονυλική ένωση Γ, μετά από υδρόλυση φυσικά της ενδιάμεσα σχηματιζόμενης ένωσης.

Αν το «μητρικό» αλκυλαλογονίδιο του αντιδραστήριου Grignard B, σχηματίζεται από την ένωση Δ, που δεν αποχρωματίζει το όξινο διάλυμα του KMnO_4 , με επίδραση σ' αυτή SOCl_2 , να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι όλων των παραπάνω αναφερόμενων ενώσεων.

(απ.: Α: διμέθυλο-2-βουτανόλη)

9. Ισομοριακό μίγμα κορεσμένης μονοκαρβονυλικής αλδεΐδης και κορεσμένης μονοκαρβονυλικής κετόνης, απαιτεί για πλήρη καύση του 26,88L O_2 μετρημένα σε stp, οπότε παράγονται 39,6g CO_2 . Αν οι ενώσεις του παραπάνω μίγματος δεν παρέχουν την αλογονοφορμική αντίδραση, να βρεθεί ποιες είναι αυτές και να υπολογιστεί η ποσότητα του μίγματός τους.

(απ.: 4,5g $\text{CH}_2=\text{O}$ και)

10. Με επίδραση διαλύματος I_2/NaOH σε 10,2g ισομοριακού μίγματος των κορεσμένων μονοκαρβονυλικών ενώσεων Α και Β, σχηματίζονται 78,8g κίτρινου ιζήματος, ενώ η επίδραση φελίγγειου υγρού σε ίση ποσότητα του ίδιου μίγματος, οδηγεί στο σχηματισμό 14,3g κεραμέρυθρου ιζήματος.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, ζητείται να προσδιοριστεί η ταυτότητα των ενώσεων Α και Β.

(απ.: αιθανάλη – προπανόνη)

11. 29g μίγματος δυο κορεσμένων μονοκαρβονυλικών ενώσεων, μπορούν να αποχρωματίσουν 200mL υδατικού διαλύματος KMnO_4 0,6M, που έχει οξινιστεί με H_2SO_4 .

Διπλάσια ποσότητα του ίδιου μίγματος αντιδρώντας πλήρως με αλκαλικό διάλυμα I_2 , παρέχει 157,6g κίτρινου ιζήματος.

Εξάλλου όταν κάποια ποσότητα του παραπάνω μίγματος δεχθεί προσθήκη H_2 , προκύπτει μίγμα δυο αλκοολών, από τη θέρμανση του οποίου στους 170°C , παρουσία H_2SO_4 , παράγεται μία και μοναδική ακόρεστη ένωση.

Από τις παραπάνω πληροφορίες ζητείται να προσδιοριστεί η εκατοστιαία σύσταση του αρχικού μίγματος των δυο καρβονυλικών ενώσεων.

(απ.: 40% προπανόνη)

12. 10,4g ισομοριακού μίγματος που αποτελείται από μια κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη και μια κορεσμένη μονοκαρβονυλική ένωση, δέχονται την επίδραση περίσσειας αλκαλικού διαλύματος ιωδίου οπότε σχηματίζονται 78,8g κίτρινου ιζήματος. Αν από τις δυο ενώσεις του αρχικού μίγματος μόνο η μία αντιδρά με όξινο διάλυμα KMnO_4 , ζητείται να προσδιοριστεί η ταυτότητα των παραπάνω ενώσεων.

(απ.: αιθανόλη και προπανόνη)

13. 21,6g μίγματος δύο ισομερών κορεσμένων μονοκαρβονυλικών ενώσεων, των οποίων η ανθρακική αλυσίδα είναι διαφορετική, αντιδρούν με περίσσεια φελίγγειου υγρού, δίνοντας 28,6g κεραμέρυθρου ιζήματος.

Ίση ποσότητα του ίδιου μίγματος, αντιδρά με περίσσεια αλκαλικού διαλύματος I_2 , παρέχοντας 39,4g κίτρινου ιζήματος.

Με βάση τα παραπάνω να βρεθεί η %w/w σύσταση του αρχικού μίγματος των καρβονυλικών ενώσεων και η ταυτότητά τους.

(απ.: 66,6%w/w μέθυλο-προπανάλη και 33,3%w/w βουτανόνη)

14. Ορισμένη ποσότητα αλκενίου Α μπορεί να αποχρωματίσει 400mL διαλύματος Br_2 , περιεκτικότητας 4%w/v, ενώ διπλάσια ποσότητα του αλκενίου Α αντιδρώντας με HCl παρέχει την οργανική ένωση Β, η οποία στη συνέχεια με Mg εντός αιθέρα, παρέχει την οργανική ένωση Γ.

Η ένωση Γ αντιδρώντας με την κορεσμένη μονοσθενή καρβονυλική ένωση Δ, δίνει μετά από υδρόλυση της ένωσης που σχηματίζεται ενδιάμεσα, 17,6g της οργανικής ένωσης Ε.

Αν η ένωση Ε αντιδρώντας με αλκαλικό διάλυμα I_2 , παρέχει κίτρινο ίζημα, να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και Ε και να υπολογιστεί ο όγκος υδατικού διαλύματος $KMnO_4$ οξινισμένου με H_2SO_4 , συγκέντρωσης 0,1M, που μπορεί να αποχρωματιστεί, αντιδρώντας πλήρως με την παραπάνω ποσότητα της ένωσης Ε.

Για κάθε μία από τις παραπάνω αναφερόμενες αντιδράσεις να γραφεί και η αντίστοιχη χημική εξίσωση, να θεωρηθεί δε ότι όλες γίνονται ποσοτικά (μονόδρομες).

(απ.: Ε: 3-μέθυλο-2-βουτανόλη)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

1. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2000

4,48L αερίου αιθενίου, μετρημένα σε κανονικές συνθήκες (stp), διοχετεύονται σε H₂O (σε όξινο περιβάλλον) και παράγεται η οργανική ένωση (Α). Η ένωση (Α) απομονώνεται και η ποσότητά της χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη (I) και (II).

α. Στο (I) μέρος της ένωσης (Α) προστίθεται ισομοριακή ποσότητα SOCl₂. Να υπολογίσετε τον όγκο των ανόργανων αερίων προϊόντων της αντίδρασης σε κανονικές συνθήκες (stp). Μονάδες 12

β. Το (II) μέρος της ένωσης (Α) θερμαίνεται και αντιδρά πλήρως με αλκαλικό διάλυμα ιωδίου (I₂/NaOH), οπότε σχηματίζεται κίτρινο ιζήμα.

β₁. Να γράψετε αναλυτικά τα στάδια και τη συνολική αντίδραση της ένωσης (Α) με το αλκαλικό διάλυμα ιωδίου. Μονάδες 8

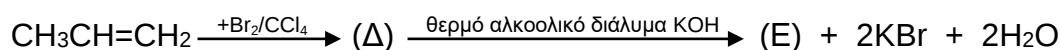
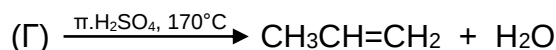
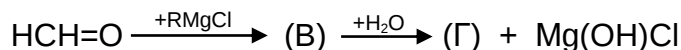
β₂. Να υπολογίσετε τη μάζα του ιζήματος. Μονάδες 5

Όλες οι αντιδράσεις θεωρούνται ποσοτικές. Σχετικές ατομικές μάζες C:12, I:127, H:1.

(απ.: 4,48L, 39,4g)

2. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2001

A. Δίνονται οι παρακάτω μετατροπές:

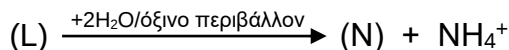
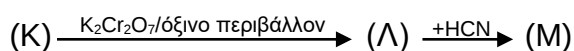
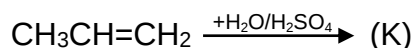


α. Να γράψετε τους Συντακτικούς Τύπους των οργανικών ενώσεων (RMgCl), (B), (Γ), (Δ), (E) και (Z). Μονάδες 12

β. Με δεδομένο ότι ο όγκος του αερίου H₂ που εκλύεται είναι 1,12L (μετρημένο σε stp) και ότι η ποσότητα του CH₃CH=CH₂ αποχρωματίζει 0,5L διαλύματος Br₂/CCl₄, να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (mol/L) του Br₂ στο διάλυμα Br₂/CCl₄. Μονάδες 5

Όλες οι παραπάνω αντιδράσεις θεωρούνται ποσοτικές και μονόδρομες.

B. Να γράψετε τους Συντακτικούς Τύπους των οργανικών ενώσεων K, Λ, M και N για τις παρακάτω μετατροπές:



Μονάδες 8

(απ.: Γ: 1-προπανόλη, Λ: προπανόνη)

3. Π.Μ.Δ.Χ. 2013

Μάζα 11,2g αλκενίου Α χωρίζεται σε δυο ίσα μέρη.

Το 1ο εξ αυτών αντιδρά με HI και δίνει ένα και μοναδικό προϊόν Β, το οποίο στη συνέχεια αντιδρά με Mg σε περιβάλλον άνυδρου αιθέρα, οπότε σχηματίζεται η ένωση Γ.

Το 2ο μέρος αντιδρά με H₂O σε όξινο περιβάλλον και παράγεται πάλι ένα και μοναδικό προϊόν, η ένωση Δ, που οξειδώνεται από περίσσεια KMnO₄ παρουσία H₂SO₄ προς την καρβονυλική ένωση Ε.

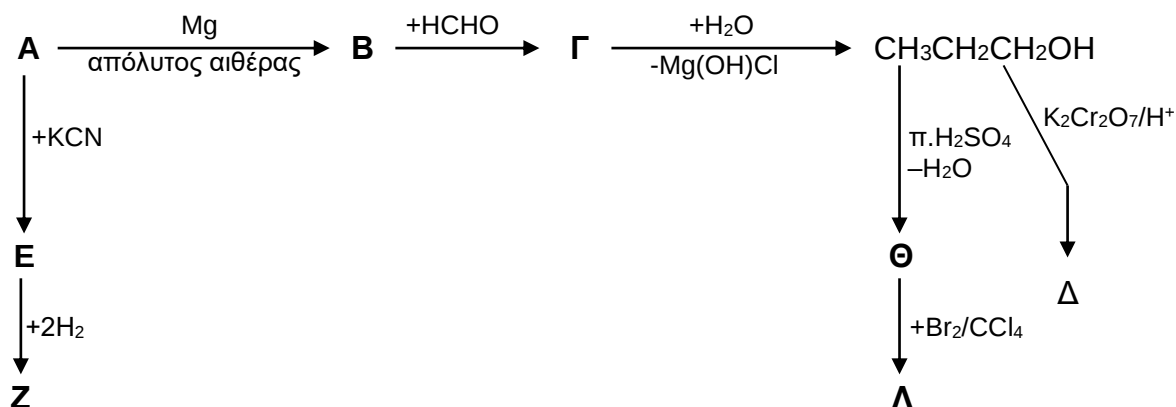
Από την αντίδραση ανάμεσα στην ένωση Γ με την ένωση Ε και μετά από υδρόλυση του σχηματιζόμενου προϊόντος, προκύπτουν τελικά 13g της οργανικής ένωσης Ζ.

Να υπολογιστεί η αρχική ποσότητα του αλκενίου Α σε mol και να γραφούν οι ΣΤ και τα ονόματα των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και Ε.

(απ.: Α: 2-βουτένιο)

4. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2002

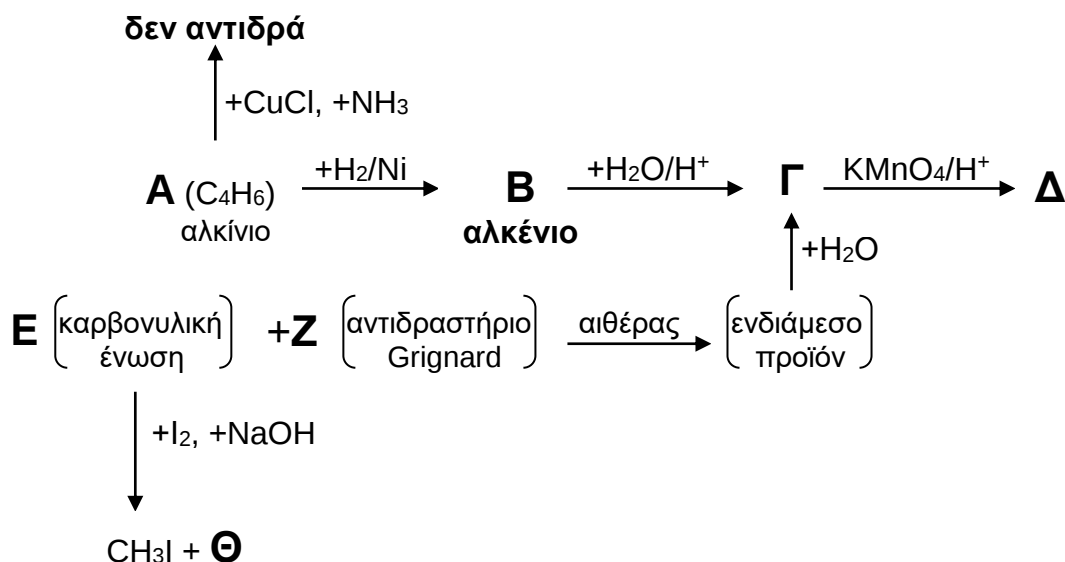
Δίνονται οι παρακάτω μετατροπές στις οποίες οι ενώσεις Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ και Λ είναι τα κύρια οργανικά προϊόντα. Δίνεται ότι η ένωση Δ είναι οργανικό οξύ με χημικό τύπο: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$.



- α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Ε, Ζ, Θ και Λ. Μονάδες 16
- β. Να γράψετε την αντίδραση της πλήρους οξείδωσης της αλκοόλης $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ στο οξύ Δ, με διάλυμα διχρωμικού καλίου οξινισμένου με θειικό οξύ ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$). Μονάδες 5
- γ. Πόσα mL διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1M απαιτούνται για την πλήρη οξείδωση 0,06mol της αλκοόλης; Μονάδες 4
- Όλες οι παραπάνω αντιδράσεις θεωρούνται ποσοτικές και μονόδρομες.
(απ.: Α: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{X}$)

5. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2003

Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών μετατροπών:

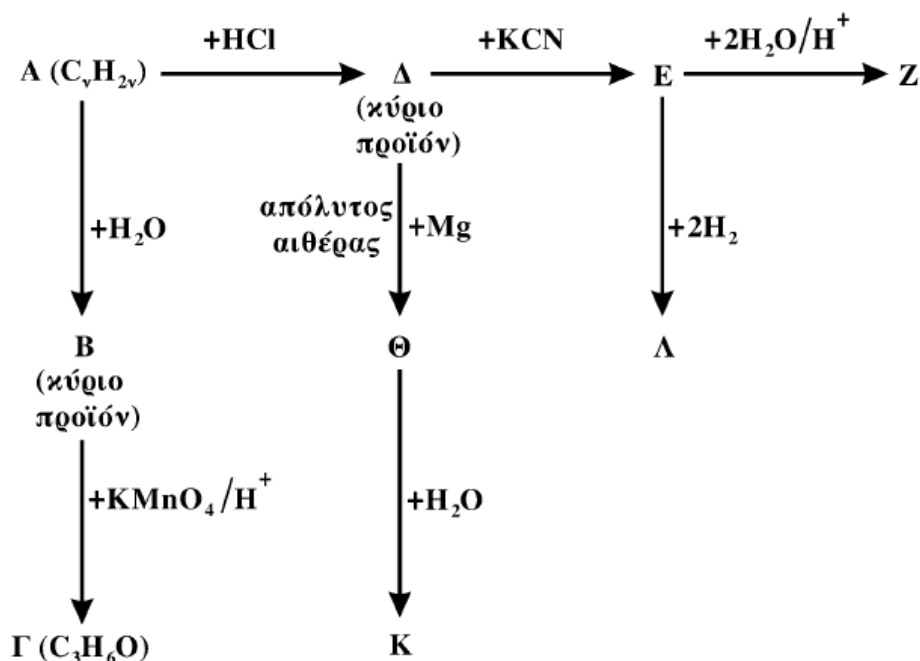


- α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ και Θ. Μονάδες 14
- β. Ποιες από τις ενώσεις του διαγράμματος, εκτός από την Ε, δίνουν επίσης την αλογονοφορμική αντίδραση; Μονάδες 4
- γ. Ποια από τις οργανικές ενώσεις του διαγράμματος αντιδρά με Na και ποια ανάγει το αντιδραστήριο Fehling (φελίγγειο υγρό); Να γραφούν οι αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Μονάδες 7

(απ.: A: 2-βουτίνιο)

6. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2005

Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών μετατροπών:



↑, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ και Λ.

Ποιές από τις ενώσεις Β, Λ, Ζ έχουν κατά Brønsted-Lowry, ιδιότητες οξέων και ποιες έχουν ιδιότητες βάσεων;

Μονάδες 3

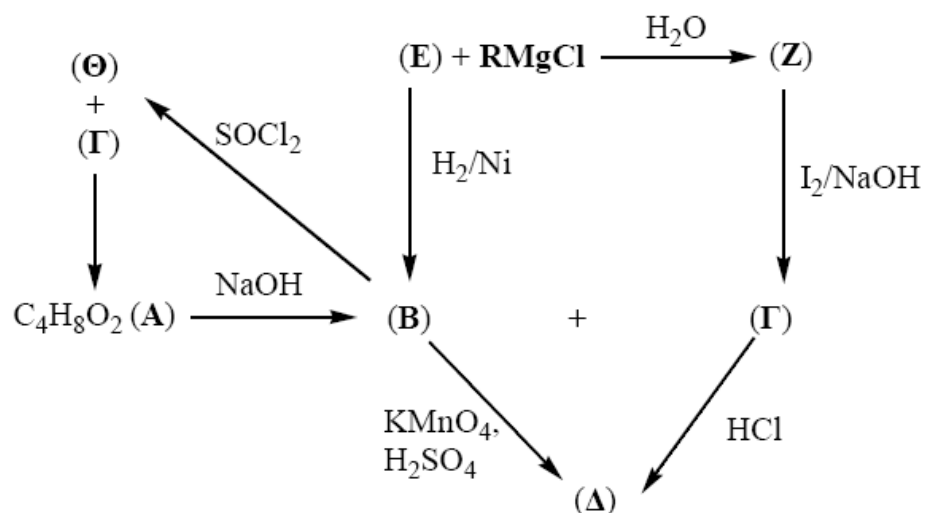
0,5mol της οργανικής ένωσης Β προστίθενται σε 500mL διαλύματος KMnO_4 0,1M οξινισμένου με H_2SO_4 . Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται και να εξετάσετε αν θα αποχρωματιστεί το διάλυμα του KMnO_4 .

Μονάδες 4

(απ.: A: προπένιο)

7. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2007

Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα των χημικών μετατροπών:



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων RMgCl , Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ και Θ.

Μονάδες 16

Να γράψετε αναλυτικά τα στάδια της αντίδρασης της ένωσης **Z** με το αλκαλικό διάλυμα I_2 . Μονάδες 3

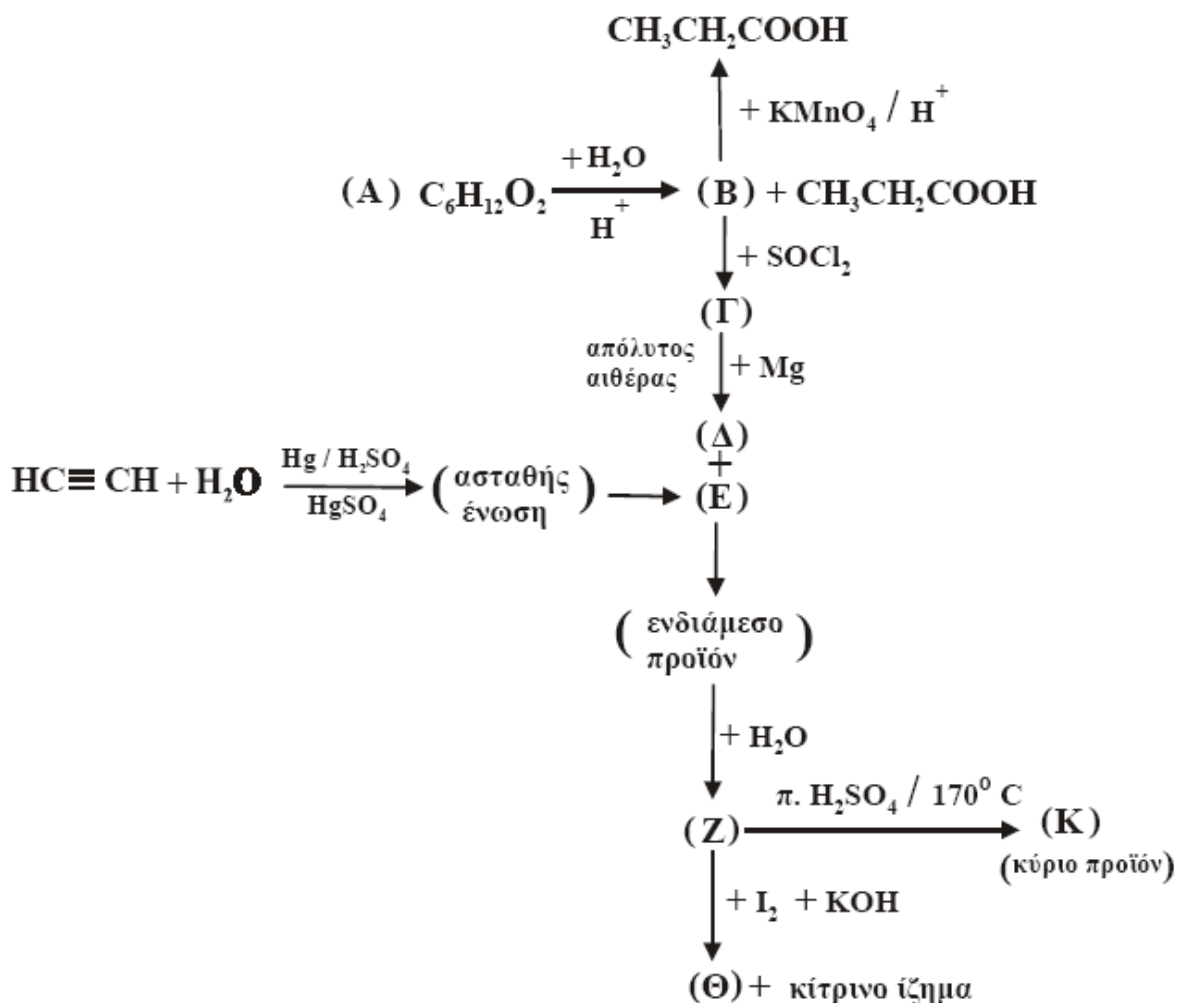
Αλκίνιο (C_nH_{2n-2}) με επίδραση υδατικού διαλύματος $H_2SO_4 - HgSO_4$ παράγει τελικά ένωση, η οποία με επίδραση αμμωνιακού διαλύματος $AgNO_3$, σχηματίζει κάτοπτρο. Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του αλκινίου. Μονάδες 2

2,6g του αλκινίου αυτού αντιδρούν με περίσσεια αμμωνιακού διαλύματος $CuCl$. Να υπολογιστεί η μάζα του ιζήματος που θα σχηματιστεί. Μονάδες 4

(απ.: B: αιθανόλη)

8. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2004

Δίνεται το διάγραμμα των παρακάτω χημικών μετατροπών:



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων **A, B, Γ, Δ, Ε, Z, Θ** και **K**. Μονάδες 16

Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης πλήρους οξείδωσης της οργανικής ένωσης **B** σε CH_3CH_2COOH με διάλυμα $KMnO_4$ που έχει οξινιστεί με H_2SO_4 . Μονάδες 5

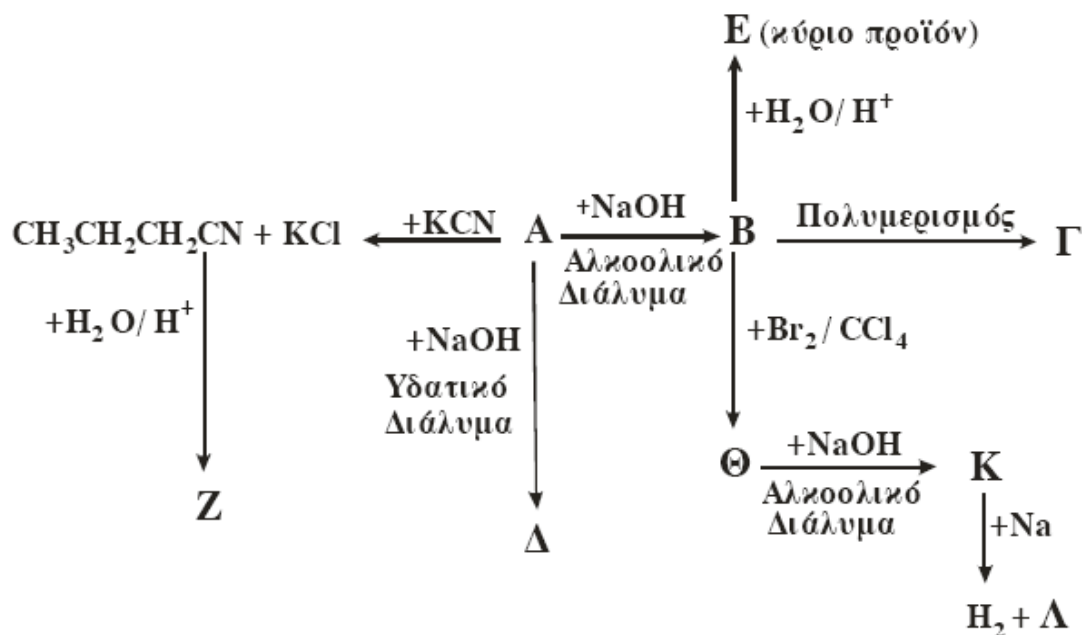
Πόσα mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,1M οξινισμένου με H_2SO_4 απαιτούνται για την παραγωγή 0,02mol CH_3CH_2COOH από την ένωση **B**; Μονάδες 4

Η παραπάνω αντίδραση θεωρείται μονόδρομη και ποσοτική.

(απ.: B: 1-προπανόλη)

9. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2006

Για το διάγραμμα των χημικών μετατροπών που ακολουθεί, να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων **A, B, Γ, Δ, E, Z, Θ, Κ** και **Λ**. Μονάδες 18



Να προτείνετε μια χημική δοκιμασία (αντίδραση), που να επιτρέπει τη διάκριση μεταξύ των οργανικών ενώσεων **Δ** και **Ε** και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας, (δεν απαιτείται η αναγραφή χημικών εξισώσεων).

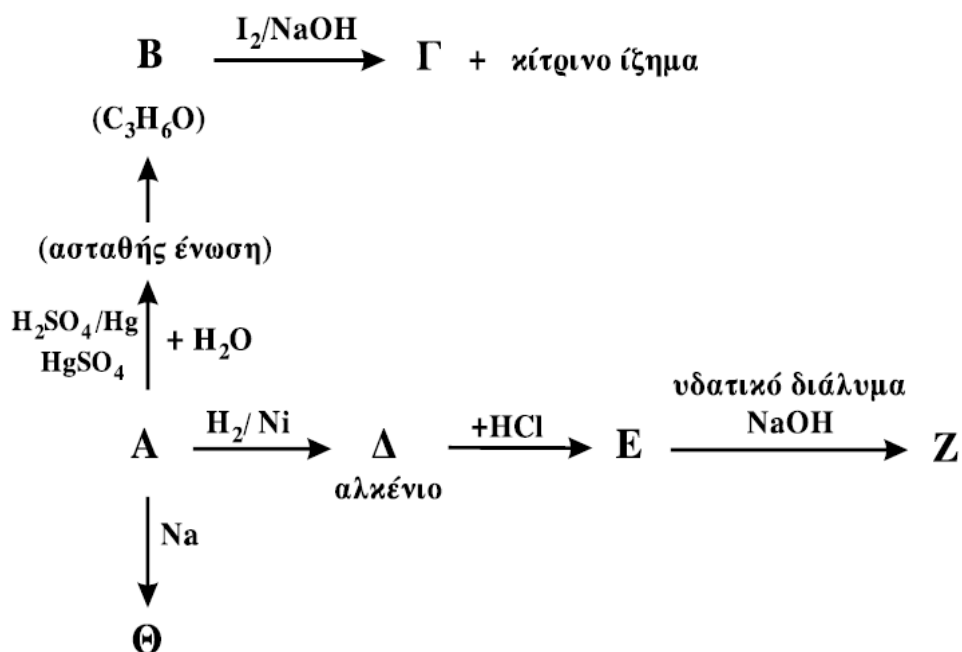
Μονάδες 3

0,2mol της οργανικής ένωσης **K** διαβιβάζονται σε 0,5L διαλύματος Br₂ σε CCl₄, συγκέντρωσης 1,2M. Να εξετάσετε αν θα αποχρωματιστεί το διάλυμα του Br₂.

Μονάδες 4
(απ.: Β: προπένιο)

10. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2008

Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα των χημικών μετατροπών:



1. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων **A**, **B**, **Γ**, **Δ**, **Ε**, **Ζ** και **Θ**.

Μονάδες 14

2. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις (αντιδρώντα, προϊόντα, συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων:



Μονάδες 4

3. Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη (**Λ**) με Μ.Τ. $C_4H_{10}O$ αντιδρά με διάλυμα I_2 παρουσία $NaOH$.

- α. Να γράψετε το συντακτικό τύπο της αλκοόλης **Λ** και τη χημική εξίσωση της αντίδρασης της **Λ** με το διάλυμα I_2 παρουσία $NaOH$.

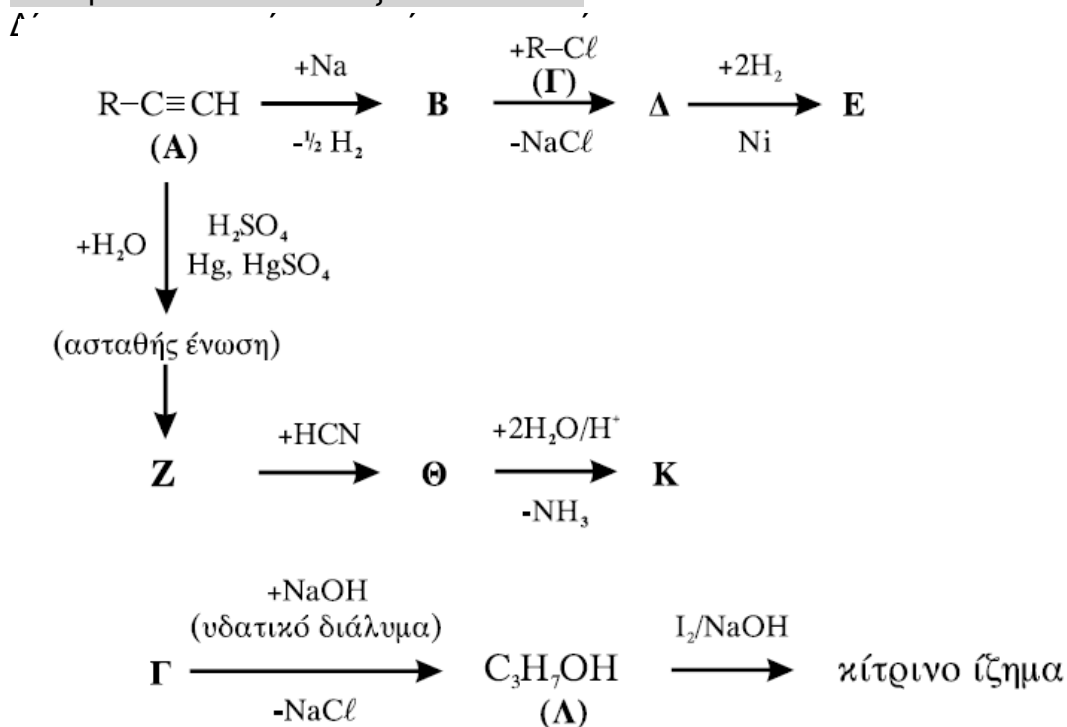
Μονάδες 2

- β. 0,3mol της ένωσης **Λ** προστίθενται σε διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ 0,2M οξινισμένου με H_2SO_4 . Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται και να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση της ένωσης **Λ**.

Μονάδες 5

(απ.: **A**: προπίνιο, **Λ**: 2-βουτανόλη)

11. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2009



Δίνεται ότι το αλκύλιο $R-$ της ένωσης **A** είναι το ίδιο με το αλκύλιο $R-$ της ένωσης **Γ**.

1. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων **A**, **B**, **Γ**, **Δ**, **Ε**, **Ζ**, **Θ**, **Κ** και **Λ**.

Μονάδες 18

2. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις (αντιδρώντα, προϊόντα, συντελεστές) των παρακάτω μετατροπών:

- α. Επίδραση αμμωνιακού διαλύματος $CuCl$ στην **A**.

Μονάδες 2

- β. Επίδραση διαλύματος $KMnO_4$ παρουσία H_2SO_4 στη **Λ**, χωρίς διάσπαση της ανθρακικής αλυσίδας.

Μονάδες 2

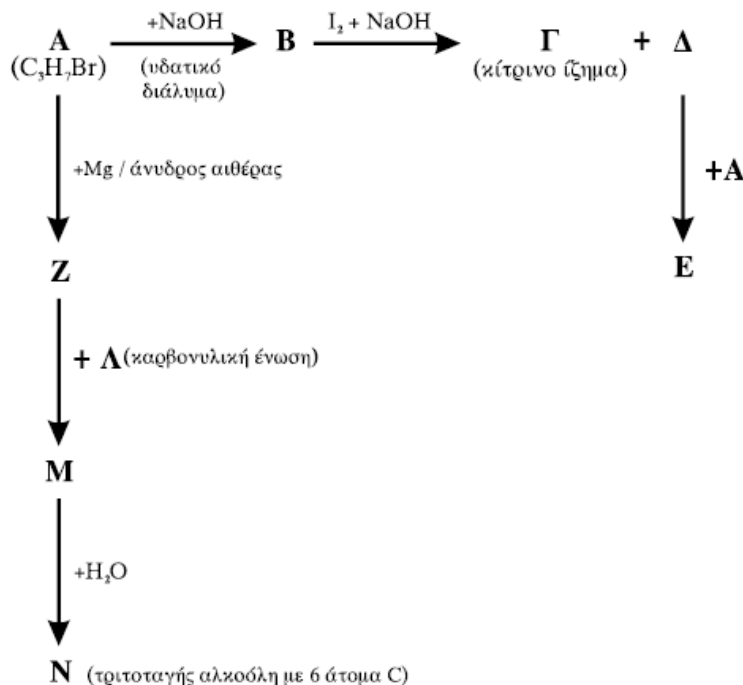
3. Να υπολογίσετε το μέγιστο όγκο **V** διαλύματος **Br₂** σε **CCl₄ 0,4M** που μπορεί να αποχρωματιστεί από 0,1mol της ένωσης **A**. Μονάδες 3

Μονάδες 3

(απ.: A: μέθυλο-βουτίνιο)

12. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2010

A. Δίνονται οι παρακάτω χημικές μετατροπές:



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Λ, Μ, Ν.

Μονάδες 18

Μονάδες 18

Β. Ισομοριακό μίγμα τριών καρβονυλικών ενώσεων του τύπου C_4H_8O , με επίδραση του αντιδραστήριου Fehling, δίνει 2,86g ιζήματος (Cu_2O). Να βρεθούν τα mol των συστατικών του μίγματος.

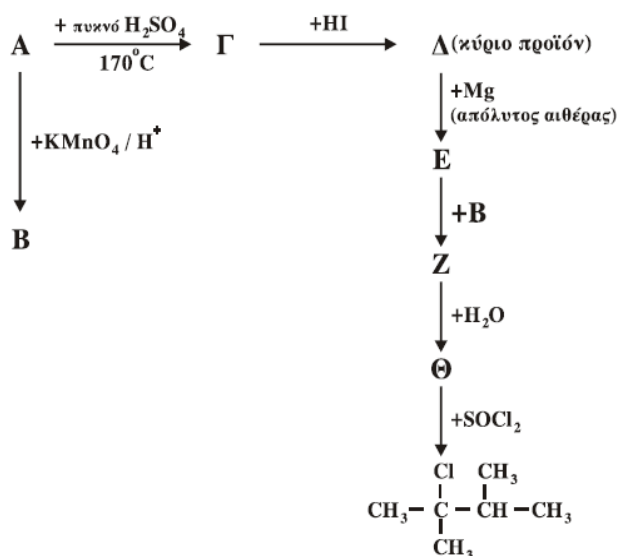
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες του Cu=63,5 και του O=16.

Μονάδες 7

(απ.: B: 2-προπανόλη)

13. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2011

A. Δίνονται οι παρακάτω χημικές μετατροπές:



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ.

Μονάδες 14

Β. Διαθέτουμε ομογενές μίγμα δύο αλκοολών του τύπου C_3H_8O . Το μίγμα χωρίζεται σε δυο ίσα μέρη.

1. Το 1^ο μέρος αντιδρά με περίσσεια διαλύματος $I_2/NaOH$ και δίνει 78,8g κίτρινου ιζήματος.
2. Το 2^ο μέρος απαιτεί για την πλήρη οξείδωσή του 3,2 L διαλύματος $KMnO_4$ 0,1M παρουσία H_2SO_4 .

Να βρεθούν τα mol των συστατικών του αρχικού μίγματος. Δίνεται $M_r(CH_3)=394$.

Μονάδες 11

(απ.: Α: 2-προπανόλη)

14. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2012

Γ1. Ένωση Α ($C_5H_{10}O_2$) κατά τη θέρμανσή της με $NaOH$ δίνει δύο οργανικές ενώσεις Β και Γ. Η ένωση Γ, με διάλυμα $KMnO_4$ οξινισμένο με H_2SO_4 , δίνει την οργανική ένωση Δ. Η ένωση Δ με Cl_2 και $NaOH$ δίνει τις οργανικές ενώσεις Β και Ε. Να γραφούν:

α. οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων.

Μονάδες 9

β. οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και Ε.

Μονάδες 5

Γ2. Ορισμένη ποσότητα αιθανόλης οξειδώνεται με διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ 0,1M οξινισμένου με H_2SO_4 . Από το σύνολο της ποσότητας της αλκοόλης, ένα μέρος μετατρέπεται σε οργανική ένωση Α και όλη η υπόλοιπη ποσότητα μετατρέπεται σε οργανική ένωση Β. Η ένωση Α κατά την αντίδρασή της με αντιδραστήριο Fehling, δίνει 28,6g ιζήματος. Η ένωση Β απαιτεί για πλήρη εξουδετέρωσή 200mL διαλύματος $NaOH$ 1M. Να βρεθεί ο όγκος σε L, του διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ που απαιτήθηκε για την οξείδωση. Να ληφθεί $A_r(Cu)=63,5$ και $A_r(O)=16$.

Μονάδες 11

(απ.: Α: αιθανικός ισοπροπυλεστέρας)

15. 3^ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2013

Γ1. Σε πέντε γυάλινες φιάλες περιέχονται 5 άκυκλες οργανικές ενώσεις Α, Β, Γ, Δ και Ε, από τις οποίες δύο είναι κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα, δύο είναι κορεσμένες μονοσθενείς αλδεΐδες και μια είναι κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη. Για τις ενώσεις αυτές δίνονται οι εξής πληροφορίες:

- Η ένωση Α διασπά το ανθρακικό νάτριο και επίσης αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$.
- Η ένωση Β ανάγει το αντιδραστήριο Fehling και δίνει οργανικό προϊόν, το οποίο αποχρωματίζει το διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$.
- Η ένωση Γ αντιδρά με I_2+NaOH και δίνει ίζημα, ενώ όταν οξειδωθεί πλήρως με διάλυμα $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ δίνει την ένωση Δ.
- Η ένωση Ε ανάγει το αντιδραστήριο Tollens, ενώ όταν αντιδρά με I_2+NaOH δίνει κίτρινο ίζημα.

α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε.

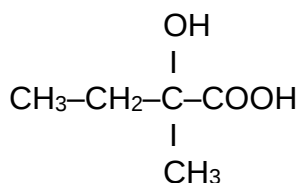
Μονάδες 5

Β. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των εξής αντιδράσεων:

- i. της Β με το αντιδραστήριο Fehling
- ii. της Γ με I_2+NaOH
- iii. της Ε με το αντιδραστήριο Tollens
- iv. της Γ με $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ προς ένωση Δ.

Μονάδες 8

Γ2. Κορεσμένη οργανική ένωση Χ κατά την οξείδωσή της δίνει ένωση Ψ, η οποία με επίδραση HCN δίνει ένωση Φ. Η ένωση Φ με υδρόλυση σε όξινο περιβάλλον δίνει την ένωση:



Η ένωση X με SOCl_2 δίνει την οργανική ένωση Λ, η οποία αντιδρώντας με Mg σε απόλυτο αιθέρα, δίνει ένωση Μ. Η ένωση Μ, όταν αντιδράσει με την ένωση Ψ, δίνει ένωση Θ, η οποία με υδρόλυση δίνει οργανική ένωση Σ. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων X, Ψ, Φ, Λ, Μ, Θ, Σ.

Μονάδες 7

- Γ3. Υδατικό διάλυμα όγκου V που περιέχει $(\text{COOK})_2$ και CH_3COOH , χωρίζεται σε δυο ίσα μέρη. Το 1^ο μέρος απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή του 100mL διαλύματος KOH 0,2M. Το 2^ο μέρος απαιτεί για την πλήρη οξείδωσή του 200mL διαλύματος KMnO_4 0,2M παρουσία H_2SO_4 . Να βρεθούν οι ποσότητες (mol) των συστατικών του αρχικού μίγματος.

Μονάδες 5

(απ.: A: HCOOH , B: $\text{CH}_2=\text{O}$,, 0,04mol και 0,2mol)

16. 3ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2014

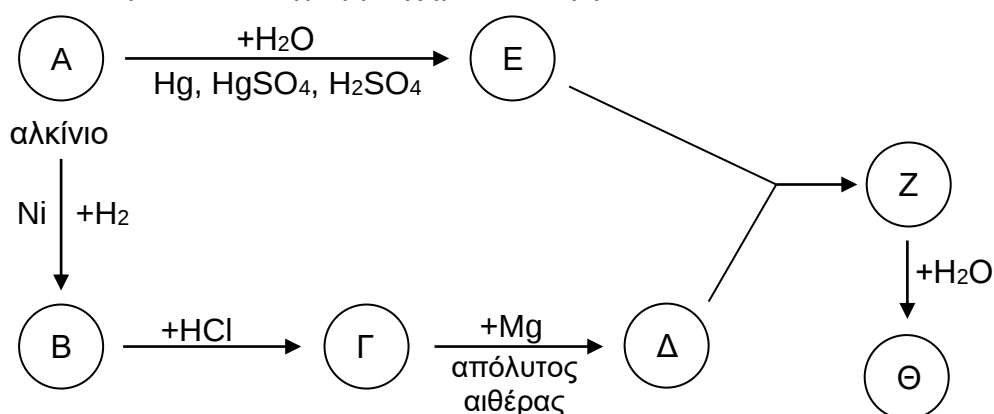
- Γ1. α. Σε ένα δοχείο περιέχεται 1-πεντίνιο ή 2-πεντίνιο. Πώς θα διαπιστώσετε ποια από τις δυο ουσίες περιέχεται στο δοχείο;

Μονάδες 2

- Β. Σε δυο δοχεία περιέχονται μεθανικός μεθυλεστέρας (HCOOCH_3) και αιθανικός αιθυλεστέρας ($\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$), δε γνωρίζουμε όμως σε ποιο δοχείο περιέχεται η κάθε ουσία. Πώς θα διαπιστώσετε σε ποιο δοχείο περιέχεται η καθεμιά; Μονάδες 4

- Και στα δυο παραπάνω ερωτήματα να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που τεκμηριώνουν την απάντησή σας.

- Γ2. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών διεργασιών.



Με δεδομένο ότι η ένωση Θ αλλάζει το χρώμα όξινου διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ από πορτοκαλί σε πράσινο, να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων A, B, Γ, Δ, E, Z και Θ.

Μονάδες 7

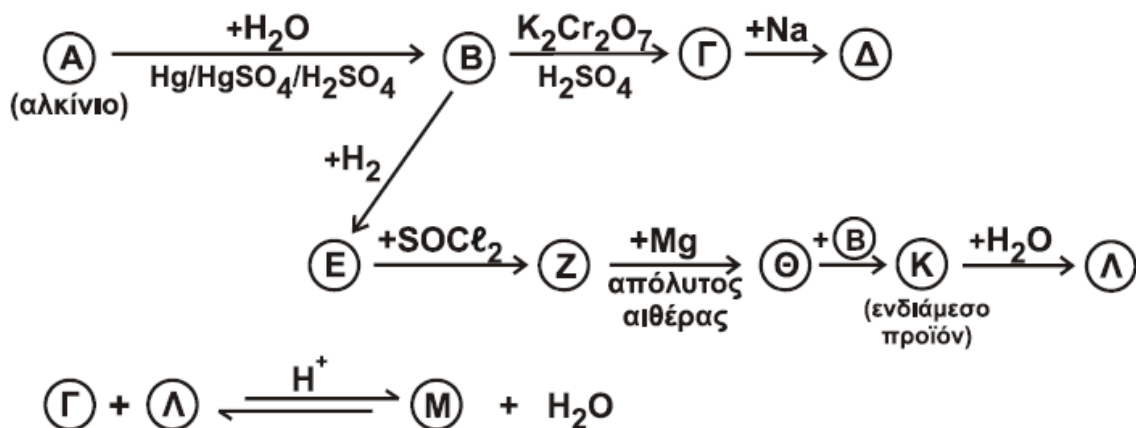
- Γ3. Ομογενές μίγμα δύο κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών A και B, μάζας 44,4g, χωρίζεται σε τρία ίσα μέρη.

- Στο 1^ο μέρος προσθέτουμε περίσσεια Na, οπότε ελευθερώνονται 2,24L αερίου σε πρότυπες συνθήκες (stp).
- Στο 2^ο μέρος προσθέτουμε περίσσεια SOCl_2 και στα οργανικά προϊόντα που προκύπτουν, επιδρούμε με Mg σε απόλυτο αιθέρα. Στη συνέχεια προσθέτουμε νερό, οπότε προκύπτει ένα μόνο οργανικό προϊόν.
- Στο 3^ο μέρος προσθέτουμε διάλυμα I_2/NaOH , οπότε καταβυθίζονται 0,05mol κίτρινου ιζήματος.

Να προσδιορίσετε το συντακτικό τύπο και την ποσότητα σε mol της κάθε αλκοόλης στο αρχικό μίγμα. Δίνονται $A_{r(H)}=1$, $A_{r(C)}=12$ και $A_{r(O)}=16$. Μονάδες 12

17. 3ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2015

Γ1. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών διεργασιών.



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των δέκα ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ και Μ. Μονάδες 10

Γ2. Ποσότητα βουτενίου Α με ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα αντιδρά πλήρως με H_2O , παρουσία H_2SO_4 , οπότε παράγονται οι ισομερείς ενώσεις Β (κύριο προϊόν) και Γ. Το μίγμα των Β και Γ απομονώνεται και χωρίζεται σε τρία ίσα μέρη.

- Το 1ο μέρος αντιδρά με περίσσεια μεταλλικού Na, οπότε παράγονται 1,12L αερίου σε πρότυπες συνθήκες (stp).
- Στο 2ο μέρος προσθέτουμε περίσσεια διαλύματος I_2/NaOH , οπότε καταβυθίζονται 0,08mol ιωδοφορμίου.
- Το 3ο μέρος οξειδώνεται πλήρως με διάλυμα KMnO_4 συγκέντρωσης 0,1M παρουσία H_2SO_4 .

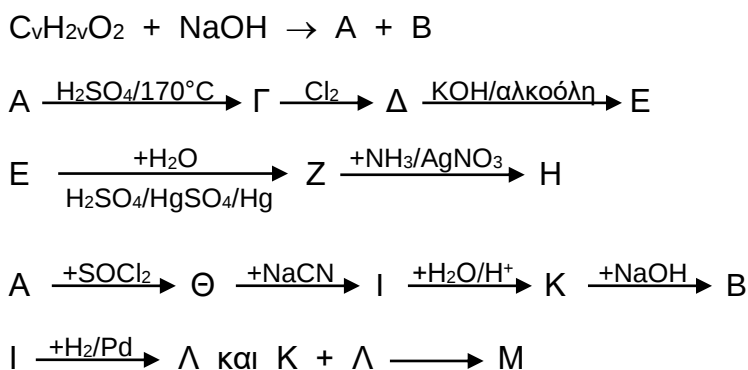
α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Α, Β και Γ. Μονάδες 3

β. Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος KMnO_4 που θα αποχρωματιστεί από το 3ο μέρος του διαλύματος. Μονάδες 12

(απ.: Α: αιθίνιο)

18. 3ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2016

Γ1. Δίνονται οι παρακάτω αντιδράσεις:



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η, Θ, Ι, Κ, Λ, Μ και $C_nH_{2n}O_2$. Μονάδες 13

Γ2. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις πολυμερισμού:

α. του 1,3-βουταδιένιου

β. του ακρυλονιτρίλιου (CH_3-CH_2-CN). Μονάδες 4

Γ3. Ποσότητα προπινίου ίση με 8g αντιδρά με 6,72L H_2 μετρημένα σε στρ, παρουσία Ni ως καταλύτη. Όλη η ποσότητα του προπινίου και του H_2 μετατρέπεται σε προϊόντα. Να βρείτε:

α. τους συντακτικούς τύπους των προϊόντων της αντίδρασης Μονάδες 2

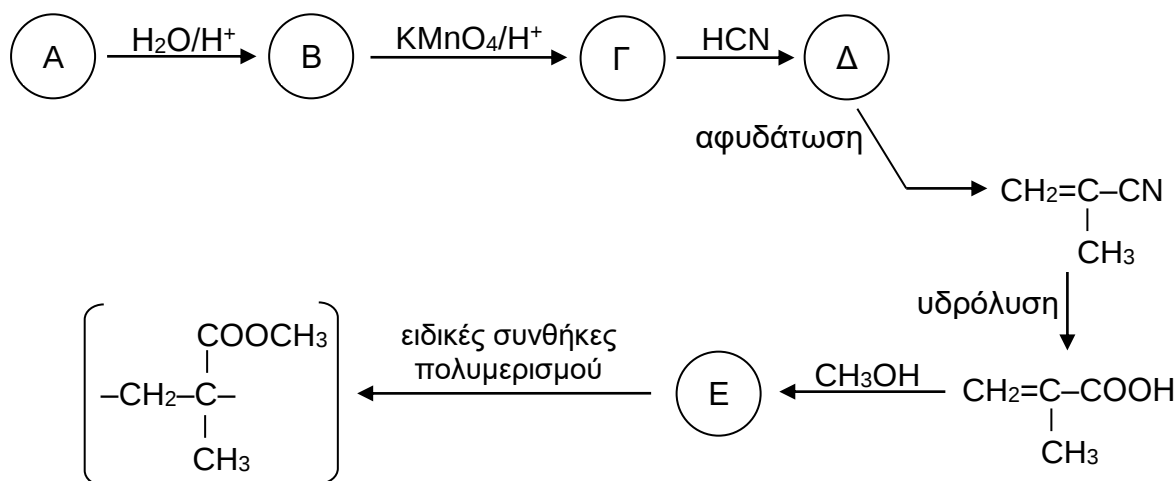
β. τις ποσότητες των προϊόντων σε mol, ($A_{r(C)}=12$, $A_{r(H)}=1$). Μονάδες 6

(απ.: Ε: αιθίνιο)

19. 3ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2017

Γ1. Μια οργανική ένωση έχει γενικό μοριακό τύπο $C_nH_{2n}O$ και σχετική μοριακή μάζα $M_r=58$. Η ένωση αντιδρά με διάλυμα $AgNO_3$ σε NH_3 και σχηματίζει κάτοπτρο αργύρου. Να βρείτε το συντακτικό τύπο της ένωσης (μονάδες 3) και να γράψετε την αντίδρασή της με το διάλυμα (μονάδες 2). Μονάδες 5

Γ2. Ο πολυμεθακρυλικός μεθυλεστέρας είναι γνωστός με το εμπορικό όνομα πλεξιγκλάς και χρησιμοποιείται ως ανθεκτικό υποκατάστατο του γυαλιού. Η Παρασκευή του πραγματοποιείται με μια σειρά αντιδράσεων που περιγράφεται παρακάτω:



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε. Μονάδες 5

Γ3. Ποσότητα προπενίου 6,3g αντιδρά με νερό στις κατάλληλες συνθήκες, οπότε σχηματίζεται μίγμα δύο ισομερών χημικών ενώσεων. Το μίγμα των προϊόντων απομονώνεται και χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη.

Το πρώτο μέρος αποχρωματίζει πλήρως 2,8L διαλύματος $KMnO_4$ 0,01M, παρουσία H_2SO_4 .

Το δεύτερο μέρος αντιδρά με διάλυμα I_2 παρουσία $NaOH$, οπότε σχηματίζονται 19,7g κίτρινου ιζήματος.

α. Να γραφούν όλες οι αναφερόμενες αντιδράσεις (μονάδες 4).

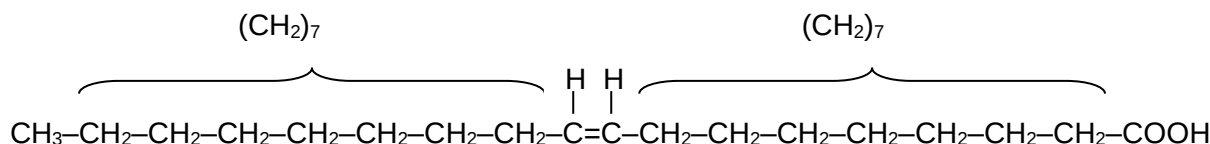
β. Να υπολογιστεί η σύσταση του αρχικού μίγματος των προϊόντων σε mol (μονάδες 8).

γ. Να υπολογιστεί το ποσοστό του προπενίου που μετατράπηκε σε προϊόντα (μονάδες 3). Μονάδες 15

(απ.: Α: προπένιο)

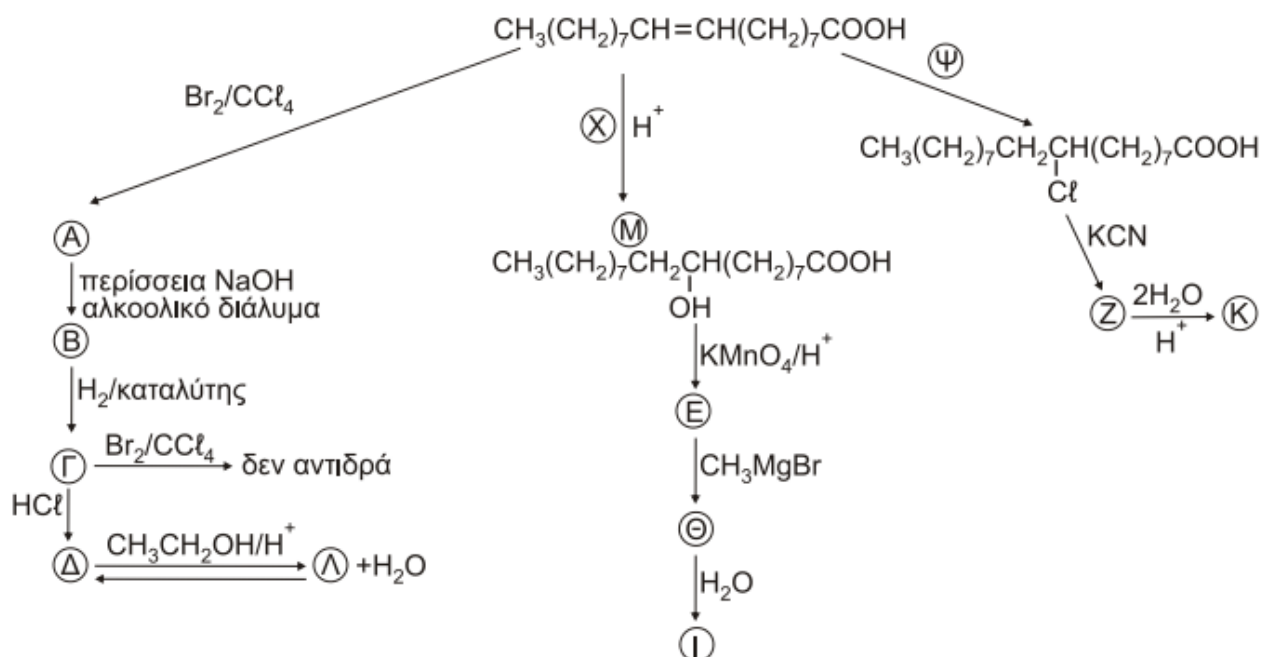
20. 3ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2018

Γ1. Δίνεται το μονοακόρεστο ελαϊκό οξύ...



...ή πιο σύντομα... $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$...

...το οποίο είναι το σε μεγαλύτερη ποσοτική αναλογία περιεχόμενο οξύ στο παρθένο ελαιόλαδο. Αυτό μπορεί να αντιδράσει με διάφορα αντιδραστήρια. Στο παρακάτω διάγραμμα σας δίνονται τα αντιδραστήρια ή προϊόντα.



- Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών προϊόντων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Ι, Κ, Λ και να βρείτε τα αντιδραστήρια Χ και Ψ. Μονάδες 12
- Ποιο από τα παραπάνω αντιδραστήρια χρησιμοποιείται για έναν απλό εργαστηριακό έλεγχο ακεραιότητας; Μονάδα 1
- Να γραφεί η πλήρης αντίδραση της ένωσης Μ με το KMnO_4/H^+ για να παραχθεί η ένωση Ε. Μονάδες 3
- Να εξηγήσετε αν η ένωση Ε δίνει την αλοφορμική αντίδραση. Μονάδα 1
- Γράψε ένα από τα πιθανά προϊόντα της αντίδρασης, καθώς και την αντίστοιχη ασταθή ένωση από την οποία έχει προέλθει. Μονάδες 2

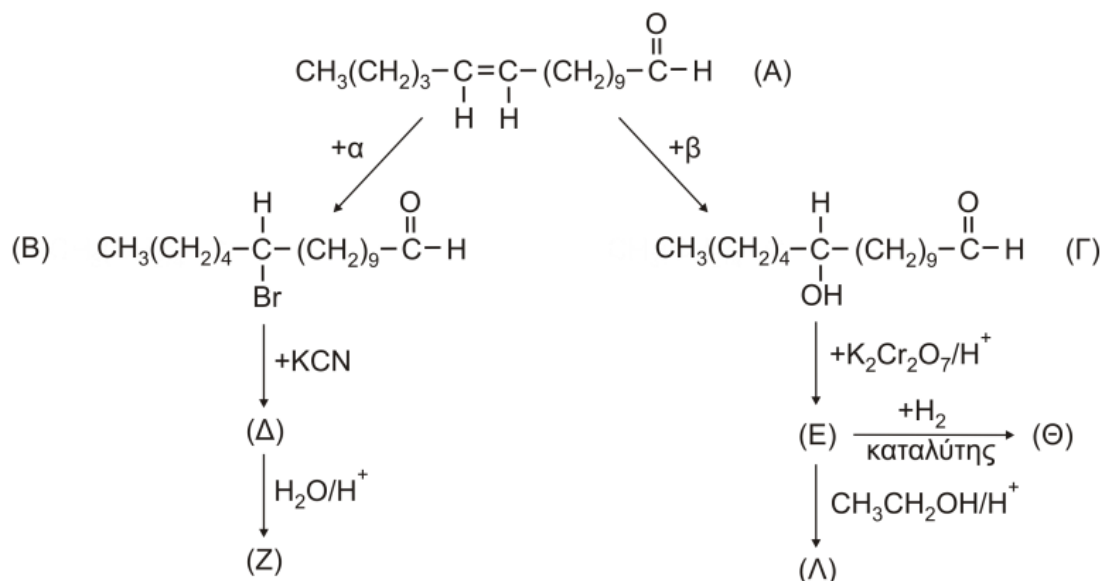


- Γ2. Σε 141g ελαϊκού οξέος προσθέτουμε 800mL διαλύματος Br_2 σε CCl_4 με $\text{C}=1\text{M}$ και προκύπτει το διάλυμα Δ.
- Πόσα g του προϊόντος προσθήκης παράγονται; Μονάδες 3
 - Να βρεθεί ο όγκος του αερίου C_2H_4 μετρημένος σε STP που πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα Δ, ώστε να αποχρωματιστεί το διάλυμα. Μονάδες 3
- Δίνονται: $\text{Mr}(\text{ελαϊκού οξέος})=282$ και $\text{Ar}(\text{Br})=80$.

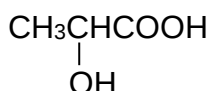
(απ.: 221g, 6,72L)

21. 3ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2019

- Γ1. Οι φερομόνες είναι ουσίες οι οποίες παράγονται από έντομα συνήθως θηλυκού γένους και είναι υπεύθυνες για την αναπαραγωγή τους. Στο παρακάτω διάγραμμα εμφανίζονται αντιδράσεις που δίνει η φερομόνη Α.



- Να προσδιορίσετε τα αντιδραστήρια α, β και τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Δ, Ε, Ζ, Λ, Θ. Μονάδες 7
 - Ποια από τις ενώσεις Β και Θ αντιδρά με το φελίγγειο υγρό; Μονάδα 1
Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης. Μονάδες 2
 - Ποιο αντιδραστήριο πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για να λάβουμε την ένωση Α από την ένωση Β; Μονάδα 1
 - Να γράψετε τη χημική εξίσωση της οξείδωσης της ένωσης Γ με διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ παρουσία H_2SO_4 . Μονάδες 2
- Γ2. Το γαλακτικό οξύ (Γ.Ο.) με τον ακόλουθο συντακτικό τύπο...



...απαντά σε πολλά τρόφιμα. Η %w/w περιεκτικότητα σε γαλακτικό οξύ είναι ένας δείκτης ποιότητας των τροφίμων. Από ένα γιαούρτι λαμβάνουμε δείγμα 10g, τα οποία διαλύονται σε νερό, οπότε σχηματίζεται διάλυμα όγκου 30mL (διάλυμα Δ1).

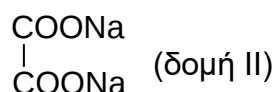
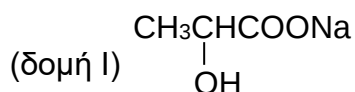
Στη συνέχεια ογκομετρούμε το Δ1 με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,05M. Για το τελικό σημείο απαιτήθηκαν 20mL προτύπου διαλύματος.

- Να υπολογίσετε το pH στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης (το οποίο θεωρούμε και ως ισοδύναμο σημείο). Μονάδες 2
- Να υπολογιστεί η %w/w περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε γαλακτικό οξύ. Μονάδες 3

Δίνονται: $A_{\text{r}(\text{C})}=12$, $A_{\text{r}(\text{O})}=16$, $A_{\text{r}(\text{H})}=1$, $K_{\text{a}(\text{Γ.Ο.})}=2 \cdot 10^{-4}$ στους 25°C .

ΤΑ δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

- Γ3. Μείγμα που αποτελείται από τα άλατα νατρίου του γαλακτικού οξέος (δομή Ι) και του οξαλικού οξέος (δομή ΙΙ)...

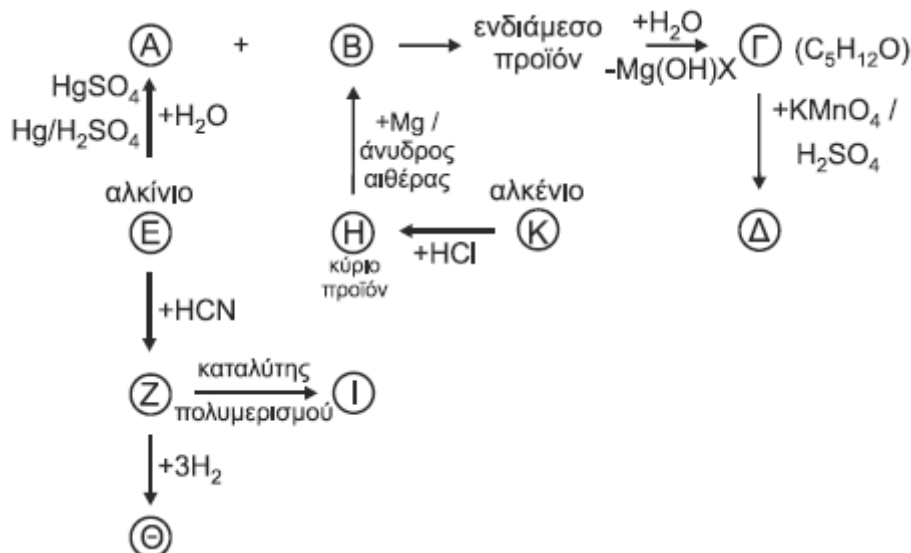


...αντιδρά πλήρως με 500mL διαλύματος HCl 1M. Τα προϊόντα των αντιδράσεων αποχρωματίζουν πλήρως 300mL διαλύματος KMnO₄ 0,4M παρουσία H₂SO₄. Να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος σε mol.

Μονάδες 7

22. 4ο Θέμα Πανελλαδικών Εξετάσεων 2022

Δ1. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Σ, Η, Θ, Ι και Κ.

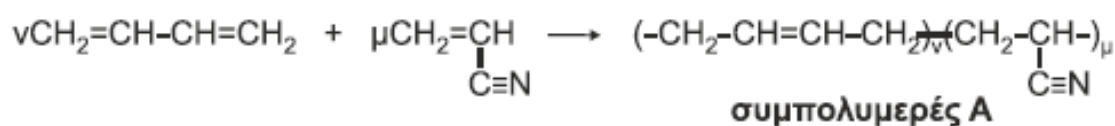


Μονάδες 10

Δ2. Υδατικό διάλυμα πρωτοταγούς αμίνης RNH₂ ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα HCl. Κατά την προσθήκη 20mL διαλύματος HCl, η συγκέντρωση [OH⁻] στους 25°C βρέθηκε ίση με 8·10⁻⁴M. Μετά την προσθήκη επιπλέον 40mL διαλύματος HCl, η ογκομέτρηση καταλήγει στο ισοδύναμο σημείο. Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού K_b της αμίνης.

Μονάδες 6

Δ3. Η βιομηχανία χρησιμοποιεί τον συμπολυμερισμό προκειμένου να βελτιώσει τις ιδιότητες των υλικών. Δίνεται η παρακάτω αντίδραση πολυμερισμού:



53,8g του συμπολυμερούς Α διαλύονται σε κατάλληλο διαλύτη και προκύπτει διάλυμα όγκου 0,3L, το οποίο παρουσιάζει ωσμωτική πίεση Π=0,082atm στους 27°C.

i) Να βρεθεί η σχετική μοριακή μάζα (M_r) του συμπολυμερούς Α.

Μονάδες 4

ii) Ακολουθώς 5,38g του συμπολυμερούς Α αντιδρούν πλήρως με H₂ (η αντίδραση να θεωρηθεί ποσοτική) και διαλύονται σε νερό οπότε προκύπτει διάλυμα όγκου 50mL, τα οποία απαιτούν για την πλήρη εξουδετέρωσή τους 20mL πρότυπου διαλύματος HCl 1M. Να υπολογίσετε τις τιμές ν και μ των μονομερών που σχηματίζουν ένα μόριο του συμπολυμερούς Α (μονάδες 3) καθώς και τη μάζα του H₂ που καταναλώθηκε (μονάδες 2).

Μονάδες 5

Δίνονται ότι:

- A_r: H=1, C=12, N=14

- $R=0,082\text{L}\cdot\text{atm}/\text{mol}\cdot\text{K}$
- $K_w=10^{-14}$

Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

1. Οι προτάσεις που ακολουθούν να χαρακτηριστούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).
 1. Τα όξινα διαλύματα έχουν $\text{pH} < 7$, στους 25°C
 2. Τα διαλύματα όλων των αλάτων έχουν $\text{pH} = 7$, στους 25°C
 3. Ανάμεσα σε δυο διαλύματα HBr , ίδιας θερμοκρασίας, εκείνο που έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση, έχει και μεγαλύτερο pH
 4. Μεταξύ δυο διαλυμάτων KOH , ίδιας θερμοκρασίας, εκείνο που έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση, έχει και μεγαλύτερο pH
 5. Καθώς αραιώνουμε ένα διάλυμα οξέος, το pH του μεγαλώνει. ...
 6. Καθώς αραιώνουμε ένα διάλυμα ασθενούς οξέος, ο βαθμός ιοντισμού του οξέος αυξάνεται. ...
 7. Καθώς αραιώνουμε ένα διάλυμα ασθενούς βάσης, ο βαθμός ιοντισμού της βάσης μειώνεται. ...
 8. Υδροχλωρικό οξύ συγκέντρωσης $0,2\text{M}$ έχει $\text{pH} > 1$
 9. Υδροχλωρικό οξύ $0,1\text{M}$ και διάλυμα οξικού οξέος $0,1\text{M}$, ίδιας θερμοκρασίας, έχουν ίδια τιμή pH
 10. Κατά την αραιώση διαλύματος του ασθενούς οξέος HA , η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μειώνεται ενώ η ποσότητα (σε mol) των ιόντων H_3O^+ μεγαλώνει. ...
2. Στις ασκήσεις που ακολουθούν, να συμπληρωθούν οι τιμές pH , που ζητούνται στο τέλος κάθε πρότασης.
 1. Το pH υδροχλωρικού οξέος, συγκέντρωσης $0,01\text{M}$, στους 25°C , ισούται με.....
 2. Το pH διαλύματος NaOH , συγκέντρωσης $0,1\text{M}$, στους 25°C , ισούται με.....
 3. Το pH διαλύματος ισχυρού οξέος ισούται με $2,4$. Αν αραιώσουμε το διάλυμα αυτό σε δεκαπλάσιο τελικό όγκο, θα προκύψει διάλυμα με pH που θα ισούται με.....
 4. Το pH διαλύματος ισχυρής βάσης ισούται με $11,8$. Αν αραιώσουμε το διάλυμα αυτό σε εκατονταπλάσιο τελικό όγκο, θα προκύψει διάλυμα με pH που θα ισούται με.....
 5. Διάλυμα ισχυρού οξέος υφίσταται άπειρη αραιώση στους 25°C . Το διάλυμα που προκύπτει κατ' αυτό τον τρόπο θα έχει pH ίσο με.....
 6. Διάλυμα ασθενούς βάσης υφίσταται άπειρη αραιώση στους 25°C . Το διάλυμα που προκύπτει κατ' αυτό τον τρόπο θα έχει pH ίσο με.....
 7. Πολύ αραιό υδροχλωρικό οξύ, συγκέντρωσης $C = 1,5 \cdot 10^{-7}\text{M}$, στους 25°C , έχει pH ίσο με.....
 8. Διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$, συγκέντρωσης $C = 5 \cdot 10^{-4}\text{M}$ έχει στους 25°C , pH ίσο με.....
 9. Το καθαρό νερό στους $^\circ\text{C}$, έχει $\text{pH} = 7,25$, άρα το γινόμενο ιόντων του νερού K_w , στους $^\circ\text{C}$, θα ισούται με.....
 10. Ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει το οξύ HA ($K_a = 10^{-6}$), σε συγκέντρωση $0,1\text{M}$ και το άλας NaA επίσης σε συγκέντρωση $0,1\text{M}$. Το pH σε αυτό το διάλυμα ισούται με.....
 11. Σε υδατικό διάλυμα HCl με $\text{pH} = 1,2$, διαλύουμε ορισμένη ποσότητα στερεού NaCl , χωρίς να προκαλέσουμε μεταβολή στον όγκο του διαλύματος. Το τελικό διάλυμα που προκύπτει κατ' αυτό τον τρόπο, έχει pH που ισούται με.....
 12. Αναμιγνύουμε ορισμένο όγκο υδατικού διαλύματος HCl , που έχει $\text{pH} = \lambda$, με ορισμένο όγκο υδατικού διαλύματος NaCl . Το τελικό διάλυμα που προκύπτει κατ' αυτό τον τρόπο, έχει $\text{pH} > \lambda$.
3. Στην άσκηση που ακολουθεί δίνονται κάποιες προτάσεις και καθεμιά από αυτές συνοδεύεται από ορισμένες επιλογές. Υπογράμμισε την επιλογή που κατά τη γνώμη σου είναι ορθή.

A. Διάλυμα H_2SO_4 έχει $\text{pH} = 1$. Για τη συγκέντρωση C του διαλύματος αυτού ισχύει...

$C < 0,1M$

$C=0,1M$

$C > 0.1M$

pH<2

pH=2

pH>2

pH=5,7

pH=3,7

 $3,7 < \text{pH} < 4,7$ $4,7 < \text{pH} < 5,7$

5

5.5

4.5

 $a=1$
$$a = 10/11$$
$$a=1/2$$
$$a=100/101$$

Z. Από τα διαλύματα...

Δ_1 : CH_3NH_2 0,1M στους 25°C

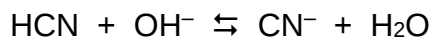
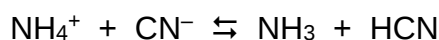
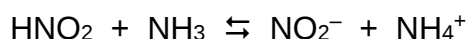
Δ_2 : $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ 0,1M στους 25°C

Δ_4 : CH_3NH_2 0,31%w/v στους 25°C

...μεγαλύτερη συγκέντρωση OH^- εμφανίζει το...

 α, Δ_1 β, Δ_2 $\gamma. \Delta_3$ δ, Δ_4

П.М.Д.Х. 2011



Η οργανική ένωση Α έχει στο μόριό της ένα άτομο του στοιχείου Χ. Όταν κατεργαστούμε την Α με αλκοολικό διάλυμα ΚΟΗ, παράγεται το μικρότερο αλκένιο, ενώ όταν η Α αντιδρά με υδατικό διάλυμα ΚΟΗ, προκύπτει η ένωση Β. Η ένωση Β, δέχεται στη συνέχεια την επίδραση διαλύματος ΚΜnO₄ που έχει προηγουμένως οξινιστεί με Η₂SO₄, έως ότου το διάλυμα αυτό πάψει να αποχρωματίζεται. Σχηματίζεται έτσι ένωση Γ. Να βρεθεί η ταυτότητα των οργανικών ενώσεων Α, Β και Γ και να υπολογιστεί ο όγκος του παραπάνω διαλύματος ΚΜnO₄ που θα καταναλωθεί, αν διαθέτουμε 1,15g από την ένωση Β και το διάλυμα του ΚΜnO₄ είναι συγκέντρωσης 0,05M.

Σε 50mL υδατικού διαλύματος της ένωσης Γ βρίσκονται διαλυμένα 0,3g από αυτήν. Αν η ένωση Γ ιοντίζεται όταν διαλύεται στο νερό και το παραπάνω διάλυμά της, παρουσιάζει pH=3, να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού της Γ και η σταθερά ιοντισμού της στο νερό.

Να υπολογιστεί ακόμη το pH του διαλύματος που θα προκύψει, αν στο παραπάνω υδατικό διάλυμα προσθέσουμε, χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του διαλύματος:

- α) 0,1g NaOH ή
- β) 0,2g NaOH.

Να θεωρηθεί ότι για τα αναφερόμενα παραπάνω υδατικά διαλύματα, η θερμοκρασία τους είναι 25°C, οπότε για το νερό θα έχουμε $K_w=10^{-14}$.

(απ.: 400mL – 10^{-5} – 5 – 9)

7. Όταν ο Υ/Α Χ αντιδράσει με βρώμιο παρουσία φωτός, παράγεται το αλκυλοβρωμίδιο Ψ, στο οποίο το βρώμιο περιέχεται σε ποσοστό 73,4%. Η ένωση Ψ χωρίζεται σε δυο μέρη.

Στο πρώτο μέρος της Ψ επιδρούμε με υδατικό αιώρημα Ag₂O (AgOH) (ή με υδατικό διάλυμα ΚΟΗ), οπότε παράγεται η οργανική ένωση Α. Αυτή αντιδρώντας με περίσσεια υδατικού διαλύματος ΚΜnO₄, που έχει οξινιστεί με Η₂SO₄, παρέχει την οργανική ένωση Β.

Στο δεύτερο μέρος της ένωσης Ψ επιδρούμε με διάλυμα KCN και η οργανική ένωση που σχηματίζεται, υδρολύεται στη συνέχεια, σε όξινο περιβάλλον, οπότε παράγεται η οργανική ένωση Γ.

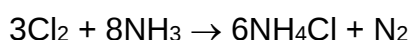
Να εξακριβωθεί η ταυτότητα όλων των παραπάνω «μυστηριωδών» ενώσεων, Χ, Ψ, Α, Β και Γ. Να γραφούν επίσης οι χημικές εξισώσεις όλων των αντιδράσεων που αναφέρονται παραπάνω και να περιγραφεί και ένας άλλος τρόπος σχηματισμού της ένωσης Γ, εκκινώντας πάλι από την ένωση Ψ. Να γραφούν και σ' αυτή την περίπτωση οι αντίστοιχες χημικές εξισώσεις.

Οι ενώσεις Β και Γ διαλυόμενες στο νερό, ιοντίζονται.

Σε υδατικό διάλυμα της Β που έχει όγκο 360mL, περιέχονται διαλυμένα 1,2g της ένωσης Β. Το διάλυμα αυτό παρουσιάζει pH=3. Ομοίως παρουσιάζει pH=3 και ένα υδατικό διάλυμα της ένωσης Γ, που έχει όγκο 560mL και περιέχει διαλυμένα 2,96g της Γ. Να υπολογιστούν οι σταθερές ιοντισμού των ενώσεων Β και Γ και να εξηγηθεί η διαφορά που παρουσιάζουν οι τιμές που θα βρεθούν.

(απ.: Β: CH₃COOH – $1,8 \cdot 10^{-5}$ και $1,4 \cdot 10^{-5}$)

8. 0,672L αερίου χλωρίου (Cl₂), που μετρήθηκαν σε stp, διοχετεύονται σε 40mL υδατικού διαλύματος, όπου βρίσκονται διαλυμένα 2,38g αμμωνίας (NH₃). Το χλώριο αντιδρά με την αμμωνία ποσοτικά, χωρίς να παρατηρηθεί μεταβολή στον όγκο του συστήματος, κατά την εξίσωση:

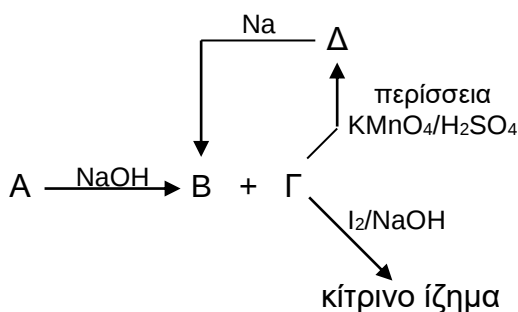


- α. Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος.
- β. Στο τελικό διάλυμα προστίθενται και διαλύονται επιπλέον 0,06mol αερίου ΗCl και το σχηματιζόμενο διάλυμα αραιώνεται μέχρι τελικού όγκου 1200mL. Ποιο θα είναι το pH του τελικού διαλύματος;

Δίνονται: η σταθερά ιοντισμού της αμμωνίας $K_b=10^{-5}$, η σταθερά ιοντισμού του νερού $K_w=10^{-14}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες H:1 και N:14.

(απ.: 9 – 5)

9. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών αντιδράσεων.



Να βρεθεί η ταυτότητα των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ και Δ.

Σε ορισμένο όγκο υδατικού διαλύματος της ουσίας Δ (διάλυμα Δ₁), συγκέντρωσης 0,1M, με τιμή pH=α, προσθέτουμε χωρίς ουσιαστική μεταβολή του όγκου του διαλύματος, ισομοριακή προς την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας Δ, ποσότητα από την ουσία Β, σε στερεή κατάσταση, οπότε σχηματίζεται το διάλυμα Δ₂, ενώ η τιμή του pH έχει μεταβληθεί κατά δύο μονάδες. Να υπολογιστεί η τιμή του α.

Να θεωρηθεί ότι είναι θ=25°C και ότι σε κάθε περίπτωση αλληλεπίδρασης κάποιου οξέος ή κάποιας βάσης (κατά Brønsted Lowry) με το νερό, είναι $K_{a/b}/C < 0,01$.

(απ.: α=3)

10. 240mL υδατικού διαλύματος του οξέος HA (διάλυμα Δ₁), απαιτούν για να εξουδετερωθούν, 160mL υδατικού διαλύματος NaOH που έχει pH=13,4 (διάλυμα Δ₂). Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος Δ₁;

Αν το διάλυμα που προκύπτει μετά την εξουδετέρωση (διάλυμα Δ₃) έχει pH=10,5, να βρεθεί η τιμή της σταθεράς ιοντισμού του ασθενούς οξέος HA.

Πόσα mol HCl_(g) πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα Δ₃ ώστε το τελικό διάλυμα που θα σχηματιστεί (διάλυμα Δ₄), να έχει pH=5,7;

Να ληφθεί log2=0,3 και $K_w=10^{-14}$. Επίσης να θεωρηθεί ότι τα διαλύματα Δ₄ και Δ₃ έχουν ίδιο όγκο, δηλαδή με την προσθήκη του αερίου υδροχλωρίου στο διάλυμα Δ₃ δεν επήλθε ουσιαστική μεταβολή του όγκου.

Υπόδειξη: $\text{pH}=13,4 \Rightarrow \text{pOH}=0,6 \Rightarrow [\text{OH}^-]=10^{-0,6}\text{M} \Rightarrow [\text{OH}^-]=(10^{-0,3})^2=(1/10^{0,3})^2=(1/2)^2=1/4=0,25\text{M}$, και $\text{pH}=5,7 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-5,7}=10^{0,3-6}=10^{0,3} \cdot 10^{-6}=2 \cdot 10^{-6}\text{M}$.

11. Τα διαλύματα Δ₁, Δ₂ και Δ₃ περιέχουν τα μονοπρωτικά οξέα HA, HB και HΓ αντίστοιχα και έχουν όλα όγκο ίσο με 10mL. Τα τρία διαλύματα ογκομετρώνται με το ίδιο πρότυπο διάλυμα KOH, παρουσία κατάλληλου δείκτη. Τη στιγμή της αλλαγής του χρώματος του δείκτη, ο όγκος του πρότυπου διαλύματος που είχε προστεθεί στο κάθε διάλυμα φαίνεται στη 2^η γραμμή του πίνακα που ακολουθεί, ενώ στην 3^η γραμμή του ίδιου πίνακα, δίνεται η τιμή που είχε τότε, το pH του διαλύματος.

	Δ ₁	Δ ₂	Δ ₃
V _{KOH} (mL)	20	10	5
pH	9	9	7

Για τις συγκεντρώσεις των τριών διαλυμάτων ισχύει...

α. $C_1 < C_2 < C_3$

β. $C_2 < C_3 < C_1$

γ. $C_3 < C_2 < C_1$

δ. $C_3 < C_1 < C_2$

Να αιτιολογηθεί πλήρως η απάντησή σας.

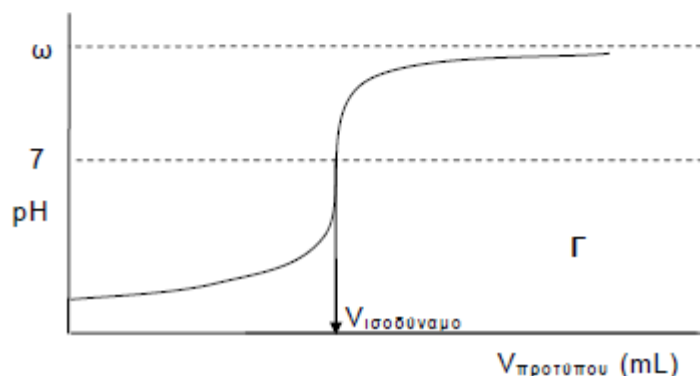
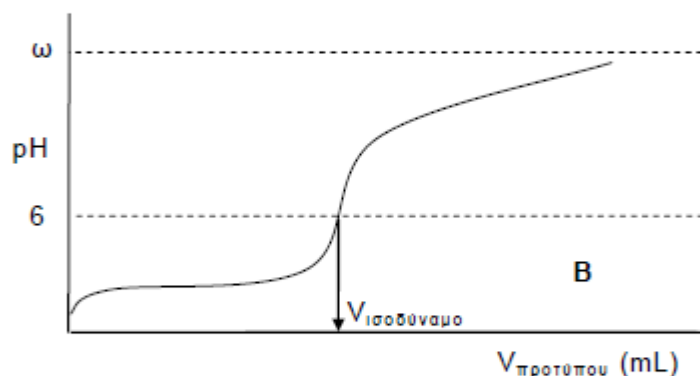
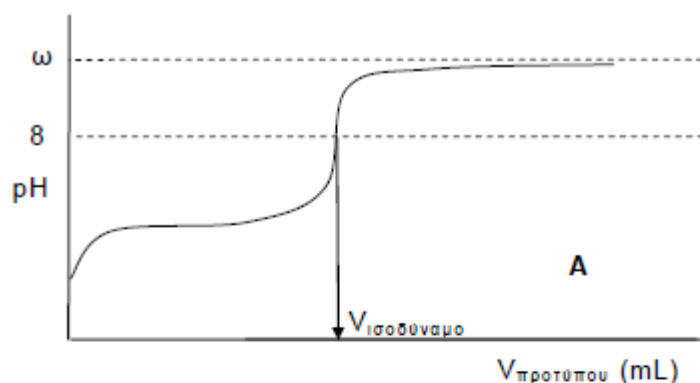
Για την ισχύ των τριών οξέων ισχύει...

α. $\text{HB} < \text{HA} < \text{HF}$ β. $\text{HA} < \text{HF} < \text{HB}$ γ. $\text{HF} < \text{HA} < \text{HB}$ δ. $\text{HA} < \text{HB} < \text{HF}$

Να αιτιολογηθεί πλήρως η απάντησή σας.

Έστω ότι η συγκέντρωση του πρότυπου διαλύματος KOH είναι ίση με $0,2\text{M}$. Σε ογκομετρική φιάλη των 100mL εισάγονται 40mL του διαλύματος Δ_2 και 20mL του πρότυπου διαλύματος KOH και ακολουθεί αραίωση με απεσταγμένο νερό, μέχρι την χαραγή της φιάλης. Να βρεθεί πόσα mol αερίου HCl πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα που έχει σχηματιστεί, χωρίς ουσιώδη μεταβολή του όγκου του, ώστε το pH του να μεταβληθεί κατά 3 μονάδες; Η θερμοκρασία παραμένει διαρκώς σταθερή στους 25°C .

12. Δίνονται οι παρακάτω καμπύλες τιτλοδότησης μονοπρωτικού οξέος με πρότυπο διάλυμα $\text{NaOH } 10^{-3}\text{M}$:



- Εξηγήστε ποια από τις τρεις καμπύλες είναι λανθασμένη.
- Εξηγήστε ποια από τις τρεις καμπύλες αντιστοιχεί στην τιτλοδότηση ενός ασθενούς οξέος.
- Υπολογίστε την τιμή του ω στους 25°C .

(Επαναληπτικές Εξετάσεις Χημείας 2017, Θέμα Β3, Μονάδες 2+2+3)

13. Με επίδραση HBr σε αλκένιο Α προκύπτει η ένωση Β που με Mg μέσα σε άνυδρο αιθέρα παρέχει την ένωση Γ. Αυτή αντιδρά με xg της αλδεΐδης Δ και ακολουθεί υδρόλυση του σχηματιζόμενου προϊόντος, οπότε παράγεται η οργανική ένωση Ε, που ζυγίζει 8,8g περισσότερο από την ποσότητα της αλδεΐδης που χρησιμοποιήθηκε.

Όταν η ίδια ποσότητα αλδεΐδης Δ (xg), αντιδράσει πλήρως με HCN , σχηματίζεται η ένωση Ζ, η οποία υδρολυόμενη στη συνέχεια δίνει 18g της οργανικής ένωσης Θ.

Αν γνωρίζουμε ότι η Δ μπορεί να παραχθεί με επίδραση νερού σε αλκίνιο, να προσδιοριστούν οι ΣΤ όλων των παραπάνω άγνωστων ενώσεων.

Π.Μ.Δ.Χ. 2012

(απ.: Ε: 3-μέθυλο-2-βουτανόλη)

14. Όταν ορισμένος όγκος υδατικού διαλύματος NaOH εξουδετερώνεται με το ασθενές οξύ HA , προκύπτει διάλυμα ίσου όγκου (διάλυμα Δ₁) με $\text{pH}_1 = \kappa$, ενώ όταν ίδιος όγκος του ίδιου διαλύματος NaOH εξουδετερώνεται με το ασθενές οξύ HB , προκύπτει διάλυμα ίσου όγκου (διάλυμα Δ₂) με $\text{pH}_2 = \kappa + 0,5$. Αν είναι $K_{a/\text{HA}} = 2,5 \cdot 10^{-6}$, να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_{b/B^-} .

Να ληφθεί $K_w = 10^{-14}$ και σε κάθε περίπτωση αντίδρασης ασθενούς οξέος ή βάσης κατά Brønsted – Lowry με το νερό να θεωρηθεί ότι είναι $K_{a/b}/C < 0,01$.

(απ.: $4 \cdot 10^{-8}$)

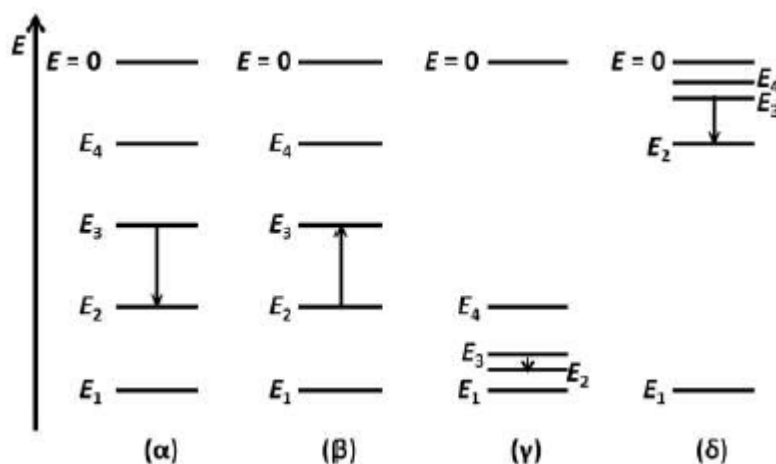
15. Όταν σε 200mL υδατικού διαλύματος NaOH διοχετευθούν 896mL αερίου HCl (μετρημένα σε stp), προκύπτει διάλυμα του οποίου το pH δε μεταβάλλεται κατά την αραιώση.

Ορισμένος όγκος του παραπάνω διαλύματος NaOH εξουδετερώνεται από ισομοριακό μίγμα των ασθενών οξέων $\text{H}\Gamma$ και $\text{H}\Delta$, οπότε προκύπτει διάλυμα ίσου όγκου με $\text{pH} = 9$. Αν είναι $K_{a/\text{H}\Gamma} = 9 \cdot K_{a/\text{H}\Delta}$, να υπολογιστούν οι τιμές των σταθερών ιοντισμού των δύο ασθενών οξέων $\text{H}\Gamma$ και $\text{H}\Delta$.

Να ληφθεί $K_w = 10^{-14}$ και σε κάθε περίπτωση αντίδρασης ασθενούς οξέος ή βάσης κατά Brønsted – Lowry με το νερό να θεωρηθεί ότι είναι $K_{a/b}/C < 0,01$.

(απ.: $K_{a/\text{H}\Gamma} = 10^{-4}$)

16. Ποιο από τα ακόλουθα ενεργειακά διαγράμματα αναπαριστά τη μετάπτωση από τη στάθμη $n=3$ προς τη στάθμη $n=2$ στο ατομικό φάσμα του υδρογόνου;



- α. το (α).
β. το (β)
γ. το (γ).
δ. το (δ).

Πανελλαδικές Εξετάσεις Χημείας 2020

17. Το σημαντικότερο ρυθμιστικό σύστημα του αίματος είναι το $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$.

- Να γράψετε την εξίσωση ισορροπίας μεταξύ των δύο συζυγών μορφών του ανωτέρω ρυθμιστικού.
- Αν το pH του αίματος έχει τιμή 7,4 και η pK_{a1} του H_2CO_3 είναι 6,4, να υπολογίσετε το λόγο των συγκεντρώσεων του H_2CO_3 προς το HCO_3^- .

Πανελλαδικές Εξετάσεις 2020, Θέμα Β2, Μονάδες 1+3=4