ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα Α

Α.1 γ **Α.2** β **Α.3** δ **Α.4** β

(μονάδες 4x5=20)

Α.5

1. Σ **2.** Σ **3.** Λ **4.** Σ **5.** Λ

(μονάδες 5x1=5)

Θέμα Β

Β.1

1→ β 2→ δ 3→ γ 4→ ε 5→ α

(μονάδες 5x1=5)

Β.2

1. Το άλας NaA διίσταται στο διάλυμα του HA: $NaA \rightarrow Na^+ + A^-$

Αφού η προσθήκη του NaA δεν έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του pH του διαλύματος θα πρέπει τα ιόντα που προκύπτουν από τον ιοντισμό του να μην είναι οξέα ή βάσεις κατά Bronsted-Lowry, δηλαδή να μην αντιδρούν με το νερό.

Γνωρίζουμε ότι τα ιόντα που δεν αντιδρούν με το νερό είναι αυτά που το συζυγές τους είναι ισχυρό και αφού το A^- δεν αντιδρά με το νερό συμπεραίνουμε ότι το οξύ HA είναι ισχυρό.

2. Το HCOOH είναι ισχυρότερο οξύ από το HCN, άρα για τις συζυγείς βάσεις θα ισχύει το αντίθετο, δηλαδή η βάση $HCOO^-$ θα είναι ασθενέστερη από την βάση CN^-.

Έτσι για τα διαλύματα των αλάτων, HCOONa και NaCN, αφού εχουν την ίδια συγκέντρωση και την ίδια θερμοκρασία, θα ισχύει ότι το διάλυμα του NaCN θα είναι περισσότερο βασικό (μεγαλύτερο pH) από το διάλυμα του HCOONa.

(μονάδες 2x4=8)

Β.3 $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

α. Με την προσθήκη του νερού, μειώνεται η συγκέντρωση του διαλύματος άρα ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται, αφού από τον νόμο αραίωσης του Ostwald: $\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}}$.

Το pH του διαλύματος μειώνεται (αραιώνουμε βασικό διάλυμα) και η σταθερά ιοντισμού της NH_3 δεν αλλάζει αφού η θερμοκρασία είναι σταθερή.

β. $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

Αυξάνεται η $[OH^-]$ και λόγω ΕΚΙ μειώνεται ο βαθμός ιοντισμού.

Εξαιτίας της αύξησης της $[OH^-]$ μειώνεται η $[H_3O^+]$, άρα αυξάνεται το pH και η σταθερά ιοντισμού της NH_3 δεν αλλάζει αφού η θερμοκρασία είναι σταθερή.

γ. $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

Αυξάνεται η $[NH_4^+]$ και λόγω ΕΚΙ μειώνεται ο βαθμός ιοντισμού.

Η μετατόπιση της ιοντικής ισορροπίας προς τα αριστερά έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της $[OH^-]$, επομένως αυξάνεται η $[H_3O^+]$ και μειώνεται το pH.

Η σταθερά ιοντισμού της NH_3 δεν αλλάζει αφού η θερμοκρασία είναι σταθερή.

δ. Στο αρχικό διάλυμα της NH_3 συγκέντρωσης 0,1M, προσθέτουμε ένα άλλο διάλυμα NH_3 μικρότερης συγκέντρωσης, 0,01M. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αραίωση του αρχικού διαλύματος άρα την αύξηση του βαθμού ιοντισμού, τη μείωση του pH ενώ η σταθερά ιοντισμού της NH_3 δεν αλλάζει αφού η θερμοκρασία είναι σταθερή.

(μονάδες 4x2=8)

Β.4

Για το άλας HCOOK:

$$HCOOK \rightarrow HCOO^- + K^+$$

$$HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$$ Σχηματίζει βασικό διάλυμα

Για το άλας NH_4NO_3:

$$NH_4NO_3 \rightarrow NH_4^+ + NO_3^-$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$ Σχηματίζει όξινο διάλυμα

Για το άλας KNO_3:

$KNO_3 \rightarrow K^+ + NO_3^-$ Σχηματίζει ουδέτερο διάλυμα

Με την αραίωση του διαλύματος στο δοχείο Α το pH αυξήθηκε, άρα το διάλυμα αυτό είναι όξινο, δηλαδή στο δοχείο Α βρίσκεται το διάλυμα του NH_4NO_3.

Με την αραίωση του διαλύματος στο δοχείο Β, το pH δεν άλλαξε, άρα το διάλυμα αυτό είναι ουδέτερο, δηλαδή στο δοχείο Β βρίσκεται το διάλυμα του KNO_3.

Το δοχείο Γ περιέχει το διάλυμα του HCOOK το οποίο είναι βασικό και το pH του μειώνεται με την αραίωση του.

(μονάδες 4)

Θέμα Γ

α. Δ_1: γ Δ_2: ε Δ_3: δ Δ_4: α Δ_5: β

β. Για το HCOOH

(M)	$HCOOH$	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	$HCOO^-$	+	H_3O^+
Αρχ.	0,1				-		-
Ι/Π	x				x		x
Ι.Ι.	0,1-x				x		x

$pH = 2,5 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-2,5}\,M \Rightarrow x = 10^{-2,5}\,M$

$$K_a = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]} \Rightarrow K_a = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} = 10^{-4}$$

Για την NH_3:

(M)	NH_3	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-
Αρχ.	0,1				-		-
Ι/Π	y				y		y
Ι.Ι.	0,1-y				y		y

$pH = 11 \Rightarrow pOH = 3 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3}\,M \Rightarrow y = 10^{-3}\,M$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow K_b = \frac{y^2}{0,1-y} \approx \frac{y^2}{0,1} = 10^{-5}$$

Γνωρίζουμε ότι κάθε ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς την κατεύθυνση που σχηματίζεται το ασθενέστερο οξύ και η ασθενέστερη βάση. Έτσι, συγκρίνοντας τις Κα των οξέων:

Κα(HCOOH)= 10^{-4}

$$Ka(NH_4^+) = \frac{Kw}{Kb(NH_3)} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

Επομένως , η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά, αφού το NH_4^+ είναι ασθενέστερο οξύ από το HCOOH.

γ. Το αρχικό διάλυμα του NaOH 0,1M έχει pH= 13.

Με την αραίωση του διαλύματος το pH μειώνεται κατά μία μονάδα. Άρα pH΄=12. Έστω $C_{τελ}$ η νέα συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος.

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$C_{τελ} \qquad C_{τελ} \qquad C_{τελ}$$

pH΄=12 ⇒ pOH =2 ⇒ $C_{τελ} = 10^{-2}$M

Από τον τύπο της αραίωσης: $C_{αρχ}\, V_{αρχικό} = C_{τελ}\, V_{τελ}$ ⇒ 0,1M. 0,05L = 0,01M $V_{τελ}$ ⇒ $V_{τελ}$=0,5L ή 500 mL

Άρα πρέπει να προστεθούν 500 mL – 50 mL = 450 mL νερού.

δ. Το αρχικό διάλυμα του HCOOH 0,1M έχει pH= 2,5 και Κα=10^{-4}.

Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας HCOOH το pH του διαλύματος μειώνεται, άρα γίνεται pH΄= 2.

Έστω $C_{τελ}$ η τελική συγκέντρωση του HCOOH .

(M)	HCOOH + H_2O ⇌	$HCOO^-$	+ H_3O^+
Αρχ.	$C_{τελ}$	-	-
Ι/Π	x	x	x
Ι.Ι.	$C_{τελ}$ -x	x	x

pH = 2 ⇒ $[H_3O^+] = 10^{-2}$ M ⇒ x = 10^{-2} M

$$Ka = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x^2}{C_{τελ} - x} \approx \frac{x^2}{C_{τελ}} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{10^{-4}}{C_{τελ}} \Rightarrow C_{τελ} = 1M$$

Στο αρχικό διάλυμα : $n_{αρχ}= C_{αρχ}\ V_{αρχ}= 0,1M.\ 1L=0,1mol$

Στο τελικό διάλυμα : $n_{τελ}= C_{τελ}\ V_{τελ}= 1M.\ 1L=1mol$

Άρα πρέπει να προσθέσουμε επιπλέον 1 mol – 0,1 mol = 0,9 mol HCOOH .

(μονάδες 5+5+7+8=25)

<u>Θέμα Δ</u>

α.

$$KNO_2 \rightarrow K^+ + NO_2^-$$
$$0,1M \quad 0,1M \quad 0,1M$$

(M)	NO_2^- + H_2O ⇌	HNO_2	+ OH^-
Αρχ.	0,1	-	-
Ι/Π	x	x	x
Ι.Ι.	0,1-x	x	x

$$Kb(NO_2^-)=\frac{Kw}{Ka(HNO_2)}=\frac{10^{-14}}{10^{-4}}=10^{-10}$$

$$Kb=\frac{[HNO_2][OH^-]}{[NO_2^-]} \Rightarrow 10^{-10}=\frac{x^2}{0,1-x}\approx\frac{x^2}{0,1} \rightarrow x=10^{-5,5}M$$

Άρα pOH=5,5 και pH = 8,5.

β. Με την ανάμιξη αλλάζουν οι συγκεντρώσεις των διαλυμάτων. Έτσι στο διάλυμα $Δ_3$:

HNO_2: $C_{τελ}=\frac{n}{V_{τελ}}=\frac{C_{αρχ}\ V_{αρχ}}{V_{τελ}}=\frac{0,1M\ 0,1L}{0,2L}=0,05M$

KNO_2: $C_{τελ}=\frac{n}{V_{τελ}}=\frac{C_{αρχ}\ V_{αρχ}}{V_{τελ}}=\frac{0,1M\ 0,1L}{0,2L}=0,05M$

$$KNO_2 \rightarrow K^+ + NO_2^-$$
$$0,05M \quad 0,05M \quad 0,05M$$

(M)	HNO_2 + H_2O ⇌	NO_2^-	+ H_3O^+
Αρχ.	0,05	-	-
Ι/Π	y	y	y
Ι.Ι.	0,05-y	y	y

φροντιστήρια πουκαμισάς

$$K_a = \frac{[NO_2^-][H_3O^+]}{[HNO_2]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{(y+0,05)\,y}{0,05-y} \approx \frac{0,05y}{0,05} \Rightarrow y = 10^{-4}M$$

Άρα pH = 4 και ο βαθμός ιοντισμού είναι $\alpha = \frac{y}{0,05} = \frac{10^{-4}}{5.10^{-2}} = 2.10^{-3}$

γ. Στο διάλυμα $Δ_4$:

Για το HNO_2 : C= 0,1M

Για το HCl : $n = \frac{V}{V_m} = \frac{4,48L}{22,4L/mol} = 0,2mol$ άρα $C = \frac{0,2mol}{0,2L} = 1M$

$$HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$$

1M 1M 1M

(M)	HNO_2	+ H_2O $\rightleftarrows$	NO_2^-	+ H_3O^+
Αρχ.	0,1		-	-
Ι/Π	ω		ω	ω
Ι.Ι.	0,1-ω		ω	ω

$$K_a = \frac{[NO_2^-][H_3O^+]}{[HNO_2]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{(\omega.1+)\omega}{0,1-\omega} \approx \frac{\omega}{0,1} \Rightarrow \omega = 10^{-5}M$$

Άρα pH = 0 και ο βαθμός ιοντισμού είναι $\alpha = \frac{\omega}{0,1} = \frac{10^{-5}}{0,1} = 10^{-4}$

(μονάδες 5+10+10=25)

φροντιστήρια πουκαμισάς