ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΧΗΜΕΙΑΣ 2026

ΘΕΜΑ Α

Α1. β **Α2.** γ **Α3.** α **Α4.** δ **Α5.** Λ – Σ – Λ – Σ – Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1.α. Χ: $1s^2\,2s^2 2p^6\,3s^2 3p^3$ 3η περίοδος – ομάδα 15
Ψ: $1s^2\,2s^2 2p^6\,3s^2 3p^5$ 3η περίοδος – ομάδα 17
Ω: $1s^2\,2s^2 2p^6\,3s^1$ 3η περίοδος – ομάδα 1

β. $E_{i\,1}$: Ω < Χ < Ψ (Κατά μήκος μιας περιόδου του Π.Π. η $E_{i\,1}$ αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά)

Β2.α. $\mathbf{6}\ \overset{+2}{\mathrm{Fe}}\mathrm{C}\ell_2 + \mathrm{K_2}\overset{+6}{\mathrm{Cr}}{}_2\mathrm{O_7} + \mathbf{14}\ \mathrm{HC}\ell \rightarrow \mathbf{6}\ \overset{+3}{\mathrm{Fe}}\mathrm{C}\ell_3 + \mathbf{2}\ \overset{+3}{\mathrm{Cr}}\mathrm{C}\ell_3 + \mathbf{2}\ \mathrm{KC}\ell + \mathbf{7}\ \mathrm{H_2O}$

β. Στην αντίδραση αυτή:
- οξειδωτικό σώμα είναι το $K_2Cr_2O_7$, καθώς το χρώμιο που περιέχει ανάγεται από Α.Ο.=+6 σε Α.Ο.=+3 (στο $CrC\ell_3$) και
- αναγωγικό σώμα είναι το $FeC\ell_2$, καθώς ο σίδηρος που περιέχει οξειδώνεται από Α.Ο.=+2 σε Α.Ο.=+3 (στο $FeC\ell_3$).

Β3.i) Διάλυμα ΗΑ 0,01 Μ έχει pH=2, δηλαδή $[H_3O^+]=10^{-2}$ M

Το **ΗΑ** είναι **ισχυρό οξύ**: $HA + H_2O \longrightarrow A^- + H_3O^+$
– 0,01 M 0,01 M

(Αν ήταν ασθενές, θα έδινε $[H_3O^+]<10^{-2}$ M, οπότε θα είχαμε pH>2)

ii) Διάλυμα ΝαΒ έχει pH=9 > 7

Διάσταση του άλατος: $NaB \longrightarrow Na^+ + B^-$

Το κατιόν Na^+ δεν αντιδρά με το νερό, αφού προέρχεται από την ισχυρή βάση ΝαΟΗ.
Αν το ΗΒ ήταν ισχυρό οξύ, τότε ούτε το ανιόν B^- θα αντιδρούσε με το νερό και το διάλυμα θα είχε pH=7. Όμως, δίνεται pH=9>7, οπότε το ανιόν αντιδρά με το νερό ως βάση:

$B^- + H_2O \rightleftarrows HB + OH^-$ // Επομένως, το **ΗΒ** είναι **ασθενές οξύ**.

iii) Αρχικό διάλυμα: ΗΓ c , pH=2 ($[H_3O^+]=10^{-2}$ M), V=0,01 L
Τελικό διάλυμα: ΗΓ c΄ , pH΄=2,5 ($[H_3O^+]'=10^{-2,5}$ M), V΄=0,1 L

Κατά την αραίωση του διαλύματος, η ποσότητα του ΗΓ παραμένει σταθερή, οπότε θα ισχύει:

$$c\cdot V=c'\cdot V' \Rightarrow 0{,}01c=0{,}1c' \Rightarrow c'=\frac{c}{10}$$

Αν το ΗΓ είναι ισχυρό οξύ ($HA + H_2O \longrightarrow A^- + H_3O^+$), τότε στο αρχικό διάλυμα θα ήταν $[H_3O^+]=10^{-2}$ M, οπότε και $c=10^{-2}$ M.
Έτσι, το τελικό διάλυμα θα είχε $c'=10^{-3}$ M, άρα $[H_3O^+]'=10^{-3}$ M, δηλαδή pH΄=3 – ΑΤΟΠΟ
Επομένως, το **ΗΓ** είναι **ασθενές οξύ**.

Ή: Ο βαθμός ιοντισμού του ΗΓ στο αρχικό διάλυμα είναι: $\alpha=\frac{[H_3O^+]}{c}=\frac{10^{-2}}{c}$

Ο βαθμός ιοντισμού του ΗΓ στο τελικό διάλυμα είναι: $\alpha'=\frac{[H_3O^+]'}{c'}=\frac{10^{-2,5}}{c/10}=\frac{10^{-1,5}}{c}>\alpha$

Συμπέρασμα: Το ΗΓ είναι ασθενές οξύ, του οποίου ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται με τη μείωση της συγκέντρωσης του διαλύματος (νόμος Ostwald).

Β4.α. ΣΩΣΤΟ το i. Μεθανάλη (M_r=30)

β. Τμήμα Α: Σε 100 mL ή 0,1 L διαλύματος περιέχονται 6 g ή $\frac{6}{60}$=0,1 mol ουρίας

Επομένως: $c_A=\frac{0,1\text{ mol}}{0,1\text{ L}}=1$ M

Τμήμα Β: Σε 100 mL ή 0,1 L διαλύματος περιέχονται 6 g ή $\frac{6}{M_{r\,X}}$ mol της ουσίας Χ

Επομένως: $c_B=\frac{6/M_{r\,X}\text{ mol}}{0,1\text{ L}}=\frac{60}{M_{r\,X}}$ M

Η ημιπερατή μεμβράνη μετακινείται από το Β προς το Α, επομένως έχουμε ώσμωση (διάχυση περισσότερων μορίων νερού μέσα από τους πόρους της μεμβράνης) από το Α προς το Β.
Αυτό σημαίνει ότι το διάλυμα στο Α είναι μικρότερης συγκέντρωσης (υποτονικό) σε σχέση με το Β (υπερτονικό): $\Pi_A<\Pi_B \Rightarrow c_ART<c_BRT \Rightarrow c_A<c_B \Rightarrow 1<\frac{60}{M_{r\,X}} \Rightarrow M_{r\,X}<60$

Β5.α. ΣΩΣΤΟ το ii. CH_3COOH με $K_\alpha=10^{-5}$

β. Έστω ότι το διάλυμα ΗΑ περιέχει n mol ΗΑ. Για την πλήρη εξουδετέρωση του διαλύματος αυτού απαιτήθηκε όγκος $V_{ισ.}$ του πρότυπου διαλύματος. Επομένως, όταν είχε προστεθεί όγκος $V_{ισ.}/2$, είχε εξουδετερωθεί η μισή ποσότητα (n/2 mol) του ΗΑ:

	HA +	NαOH ⟶	NαA +	H_2O	
Αρχικά:	n	n/2	–		
Μεταβολή:	-n/2	-n/2	+n/2		mol
Τελικά:	n/2	–	n/2		

Δηλαδή, εκείνη τη στιγμή το διάλυμα στην κωνική φιάλη περιέχει ίσες ποσότητες του ασθενούς οξέος ΗΑ και του άλατος του ΝαΑ, δηλαδή του ανιόντος A^-: $NaA \longrightarrow Na^+ + A^-$
Επομένως, είναι ρυθμιστικό διάλυμα ΗΑ - A^- με $c_{o\xi}=c_\beta$, οπότε η συγκέντρωση $[H_3O^+]$ δίνεται από τη σχέση: $[H_3O^+]=K_\alpha\cdot\frac{c_{o\xi}}{c_\beta}$

Όπως αναφέρθηκε, είναι $c_{o\xi}=c_\beta$, ενώ η $[H_3O^+]=10^{-5}$ M, αφού το pH=5.
Τελικά, προκύπτει $K_\alpha=10^{-5}$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Α: $HCOOCH_3$ Β: $HCOONa$ Γ: CH_3OH Δ: CH_3Cl
Ε: CH_3MgCl Θ: CH_2O Κ: CH_3CH_2OH Μ: $CH_2=CH_2$
Ν: CH_2BrCH_2Br Π: $HC\equiv CH$ Ρ: $CuC\equiv CCu$

Γ2. Ομογενές μίγμα: 3x mol Σ και 3y mol Τ // Σ, Τ: C_4H_9OH

1ο μέρος: x mol Σ και y mol Τ
Και οι δύο αλκοόλες αντιδρούν με Να, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$C_4H_9OH + Na \longrightarrow C_4H_9ONa + \frac{1}{2}H_2\uparrow$$

(x+y) mol $\frac{x+y}{2}$ mol

Εκλύονται 2,24 L H_2 (STP), δηλαδή $n_{H2}=\frac{2,24}{22,4}=0,1$ mol, άρα $\frac{x+y}{2}=0,1$ ή x+y=0,2

2ο μέρος: x mol Σ και y mol Τ
Η μοναδική αλκοόλη του τύπου C_4H_9OH που δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση, είναι η 2-βουτανόλη. Δηλαδή, η μία από τις 2 αλκοόλες του μίγματος είναι η 2-βουτανόλη:

$$CH_3CH_2CH(OH)CH_3 + 4I_2 + 6NaOH \longrightarrow CH_3CH_2COONa + CHI_3\downarrow + 5NaI + 5H_2O$$

Καταβυθίζονται 0,12 mol CHI_3 (κίτρινο ίζημα), επομένως αντέδρασαν 0,12 mol αλκοόλης.

α. Η ποσότητα της 2-βουτανόλης σε κάθε μέρος του μίγματος είναι 0,12 mol, οπότε, αφού x+y=0,2, η ποσότητα της δεύτερης αλκοόλης είναι 0,08 mol. Επομένως, το αρχικό μίγμα περιείχε 3·0,12=0,36 mol $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ και 3·0,08=0,24 mol της άλλης αλκοόλης.

β. **3ο μέρος**: 0,12 mol $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ και 0,08 mol C_4H_9OH
Η 2-βουτανόλη οξειδώνεται από το διάλυμα $KMnO_4+H_2SO_4$ προς κετόνη:

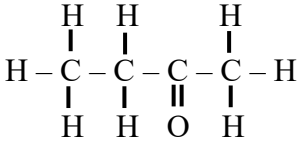
$$\underset{0,12\text{ mol}}{5CH_3CH_2CH(OH)CH_3} + \underset{;=0,048\text{ mol}}{2KMnO_4} + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5CH_3CH_2COCH_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

Η συνολική ποσότητα $KMnO_4$ που αντέδρασε είναι n=cV=0,1·0,48=0,048 mol.
Δηλαδή, όλη η ποσότητα του $KMnO_4$ αντέδρασε με τη 2-βουτανόλη.
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ: Η δεύτερη αλκοόλη δεν οξειδώνεται από το διάλυμα $KMnO_4+H_2SO_4$, επομένως είναι η τριτοταγής αλκοόλη $(CH_3)_3C\text{-}OH$.
Από τις 2 αυτές αλκοόλες, η $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ παρασκευάζεται με δύο συνδυασμούς «Grignard+καρβονυλική», ενώ η $(CH_3)_3C\text{-}OH$ με έναν.
Επομένως, η αλκοόλη Σ είναι η $(CH_3)_3C\text{-}OH$ και η αλκόλη Τ είναι η $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$.

γ. **1.** $CH_3CH_2MgX + CH_3CHO \longrightarrow CH_3CH_2\underset{\displaystyle OMgX}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[-Mg(OH)X]{+H_2O} CH_3CH_2CH(OH)CH_3$

2. $CH_3MgX + CH_3CH_2CHO \longrightarrow CH_3CH_2\underset{\displaystyle OMgX}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[-Mg(OH)X]{+H_2O} CH_3CH_2CH(OH)CH_3$

Γ3. Ο υδρογονάνθρακας Φ έχει όλα τα άτομα C στην ίδια ευθεία, άρα διαθέτει άτομα C με υβριδικά τροχιακά sp, οπότε είναι αλκίνιο. Είναι, μάλιστα, συμμετρικό αλκίνιο, αφού με προσθήκη νερού δίνει μοναδικό προϊόν (κετόνη).
Συγκεκριμένα, η Χ είναι η βουτανόνη, που περιέχει στο μόριό της 12 σ δεσμούς:



Συνολικά στο μόριο της βουτανόνης υπάρχουν 12 σ δεσμοί και 1 π δεσμός -κάθε απλός δεσμός είναι δεσμός σ, ενώ ο διπλός δεσμός αποτελείται από 1 δεσμό σ και 1 δεσμό π.

Επομένως, το αλκίνιο Φ είναι το 2-βουτίνιο: $CH_3C{\equiv}CCH_3$

Η αντίδραση που πραγματοποιείται: $CH_3C{\equiv}CCH_3 + H_2O \xrightarrow{\text{καταλύτες}} CH_3COCH_2CH_3$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.α.

	$2\,NO\,(g)$	+	$O_2\,(g)$	$\rightleftharpoons$	$2\,NO_2\,(g)$	(1)
Αρχικά:	x		y		—	
Μεταβολή:	-2ω		-ω		+2ω	mol
Χ.Ι.:	x-2ω		y-ω		2ω	

Το μίγμα της Χ.Ι. είναι ισομοριακό, άρα: x-2ω = y-ω = 2ω ⇒ x=4ω και y=3ω

Επίσης, είναι $n_{ολ}=12$ mol $\Rightarrow 2\omega+2\omega+2\omega=12 \Rightarrow \omega=2$, οπότε $x=8$ και $y=6$.

Επομένως:

	$2\,NO\,(g)$	+	$O_2\,(g)$	$\rightleftarrows$	$2\,NO_2\,(g)$	
Αρχικά:	8		6		—	mol
Μεταβολή:	-4		-2		+4	
Χ.Ι.:	4		4		4	$V_1=10$ L

Σε περίσσεια βρίσκεται το O_2, οπότε $\alpha=\alpha_{NO}=\frac{4}{8}=0,5$ ή 50%.

$$K_c=\frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]}=\frac{(4/10)^2}{(4/10)^2(4/10)} \Rightarrow K_c=2,5$$

β. Μέχρι τη Χ.Ι. αντέδρασαν 2 mol O_2 και εκλύθηκαν 144 kJ (σε πρότυπη κατάσταση).
Επομένως, όταν αντιδρά 1 mol O_2, εκλύονται 72 kJ (σε πρότυπη κατάσταση).
Δηλαδή, η πρότυπη ενθαλπία της (1) είναι $\Delta H^o=-72$ kJ.
Ισχύει $\Delta H^o=\Sigma\Delta H_f^o\,(\pi\rho)-\Sigma\Delta H_f^o\,(\alpha\nu\tau)=2\cdot\Delta H_f^o\,(NO_2)-2\cdot\Delta H_f^o\,(NO)-\Delta H_f^o\,(O_2)$
$\Rightarrow -72=2\cdot33-2\cdot\Delta H_f^o\,(NO)-0 \Rightarrow \Delta H_f^o\,(NO_2)=+69$ kJ/mol

γ. Στη νέα κατάσταση ισορροπίας, η σύσταση του μίγματος είναι:

	$2\,NO\,(g)$	+	$O_2\,(g)$	$\rightleftarrows$	$2\,NO_2\,(g)$	
Χ.Ι.	4 mol		4 mol		1 mol	σε όγκο V_2

Η τιμή της σταθεράς $K_c=2,5$ (αφού θ: σταθ.), οπότε θα ισχύει:

$$K_c=\frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]} \Rightarrow 2,5=\frac{(1/V_2)^2}{(4/V_2)^2(4/V_2)} \Rightarrow V_2=160\text{ L}$$

Δ2.α. Τη χρονική στιγμή t υπάρχουν στο δοχείο 2 mol B, επομένως μέχρι εκείνη τη στιγμή έχουν αντιδράσει 2 mol B:

	$A(g)$	+	$B(g)$	$\underset{\upsilon_2}{\overset{\upsilon_1}{\rightleftarrows}}$	$2\,\Gamma(g)$	
Αρχικά:	4		4		—	mol ή M (αφού V=1 L)
Μεταβολή:	-2		-2		+4	
t:	2		2		4	

Οι δύο αντίθετες χημικές αντιδράσεις είναι απλές, επομένως ο νόμος ταχύτητας για την προς τα δεξιά αντίδραση είναι $\upsilon_1=k_1\cdot[A]\cdot[B]$ (1), ενώ για την προς τα αριστερά είναι $\upsilon_2=k_2\cdot[\Gamma]^2$ (2).
Τη χρονική στιγμή t είναι $[A]=[B]=2$ M, $[\Gamma]=4$ M, $\upsilon_1=2,56\cdot10^{-1}$ M·min^{-1} και $\upsilon_2=1,6\cdot10^{-2}$ M·min^{-1}. Αντικαθιστώντας αυτές τις τιμές στις (1) και (2), προκύπτει:

$$k_1=\frac{\upsilon_1}{[A]\cdot[B]}=\frac{2,56\cdot10^{-1}}{2\cdot2}=0,064\ M^{-1}\cdot min^{-1} \quad \text{και} \quad k_2=\frac{\upsilon_2}{[\Gamma]^2}=\frac{1,6\cdot10^{-2}}{4^2}=10^{-3}\ M^{-1}\cdot min^{-1}$$

Εφόσον η αντίδραση είναι απλή, ισχύει: $K_c=\frac{k_1}{k_2}=\frac{0,064}{0,001}=64$

β.

	$A(g)$	+	$B(g)$	$\rightleftarrows$	$2\,\Gamma(g)$	
Αρχικά:	4		4		—	mol ή M (αφού V=1 L)
Μεταβολή:	-x		-x		+2x	
Χ.Ι.:	4-x		4-x		2x	

Στη Χ.Ι. ισχύει: $K_c=\frac{[\Gamma]^2}{[A]\cdot[B]} \Rightarrow 64=\frac{(2x)^2}{(4-x)^2} \Rightarrow 8=\frac{2x}{4-x} \Rightarrow x=3,2$

Επομένως, το μίγμα της Χ.Ι. περιέχει: 0,8 mol A, 0,8 mol B και 6,4 mol Γ

Δ3.α. ΣΩΣΤΟ το ii. -μικρότερη των 25 ºC

- Διάλυμα CH_3NH_2 0,1 M, $[OH^-]=10^{-3}$ M (θ ºC)

$$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$$
$$0,1-x \qquad\qquad x \qquad x \quad (M)$$, όπου $x=10^{-3}$

$$K_{b\,CH_3NH_2}^{\theta}=\frac{[CH_3NH_3^+][OH^-]}{[CH_3NH_2]}\approx\frac{10^{-3}\cdot10^{-3}}{0,1}\Rightarrow K_{b\,CH_3NH_2}^{\theta}=10^{-5}$$

- Διάλυμα NH_3 0,1 M, $[OH^-]=10^{-3}$ M (25 ºC)

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$0,1-x \qquad\qquad x \qquad x \quad (M)$$, όπου $x=10^{-3}$

$$K_{b\,NH_3}^{25}=\frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}\approx\frac{10^{-3}\cdot10^{-3}}{0,1}\Rightarrow K_{b\,NH_3}^{25}=10^{-5}$$

Στο μόριο της NH_3 το άτομο N είναι ενωμένο με 3 άτομα H, ενώ στο μόριο της CH_3NH_2 το άτομο N είναι ενωμένο με 2 άτομα H και με 1 μεθύλιο ($-CH_3$).
Ο υποκαταστάτης ($-CH_3$) προκαλεί εντονότερο +I επαγωγικό φαινόμενο από τον υποκαταστάτη -H, δηλαδή προσδίδει στη βάση μεγαλύτερη ικανότητα να έλκει H^+, οπότε η ισχύς της βάσης αυξάνεται. Επομένως, η CH_3NH_2 είναι ισχυρότερη βάση από την NH_3.
Μέτρο της ισχύος μιας βάσης είναι η σταθερά ιοντισμού της K_b, η οποία εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία. Όσο ισχυρότερη είναι μία βάση, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η τιμή της K_b σε ορισμένη θερμοκρασία.
Έτσι, σε θερμοκρασία 25 ºC θα ισχύει $K_{b\,CH_3NH_2}^{25}>K_{b\,NH_3}^{25}$, δηλαδή $K_{b\,CH_3NH_2}^{25}>10^{-5}$.
Έχουμε υπολογίσει την τιμή της σταθεράς $K_{b\,CH_3NH_2}^{\theta}=10^{-5}$, συνεπώς ισχύει:

$$K_{b\,CH_3NH_2}^{25}>K_{b\,CH_3NH_2}^{\theta}$$

Ο ιοντισμός είναι ενδόθερμο φαινόμενο, με συνέπεια η τιμή της K_b μιας βάσης να αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Αφού λοιπόν είναι $K_{b\,CH_3NH_2}^{25}>K_{b\,CH_3NH_2}^{\theta}$, συμπεραίνουμε ότι η θερμοκρασία θ είναι μικρότερη των 25 ºC.