

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(ε)**

**ΤΑΞΗ:** Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ  
**ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ:** ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
**ΜΑΘΗΜΑ:** ΧΗΜΕΙΑ

**Ημερομηνία:** Τρίτη 5 Ιανουαρίου 2016  
**Διάρκεια Εξέτασης:** 3 ώρες

**ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

**A1** Σε μια ενδόθερμη αντίδραση:

- α.** Μειώνεται η χημική ενέργεια του συστήματος και αυξάνεται η ενέργεια στο περιβάλλον.
- β.** Μειώνεται η χημική ενέργεια του συστήματος και μειώνεται η ενέργεια στο περιβάλλον.
- γ.** Αυξάνεται η χημική ενέργεια του συστήματος και μειώνεται η ενέργεια στο περιβάλλον.
- δ.** Αυξάνεται η χημική ενέργεια του συστήματος και αυξάνεται η ενέργεια στο περιβάλλον.

*Μονάδες 3*

**A2.** Αν για τη μονόδρομη αντίδραση:  $2\text{HI}_{(g)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$  αν ο μέσος ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης είναι για το HI ίσος με  $U_1$  και για το  $\text{H}_2$  ίσος με  $U_2$ , τότε:

- α.**  $U_1 = U_2$
- β.**  $U_1 = 2U_2$
- γ.**  $U_2 = 2U_1$
- δ.**  $U_2 = \sqrt{U_1}$

*Μονάδες 3*

**A3.** Αν στους  $\theta$  °C για την ισορροπία:  $\text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$  η σταθερά χημικής ισορροπίας είναι  $K_c = 4$ , τότε στην ίδια θερμοκρασία  $\theta$  °C για την ισορροπία:

$\text{NH}_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{N}_{2(g)} + \frac{3}{2} \text{H}_{2(g)}$  η σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c' = \lambda$ , είναι:

- α.**  $\lambda = 4$
- β.**  $\lambda = \frac{1}{4}$
- γ.**  $\lambda = \frac{1}{2}$
- δ.**  $\lambda = -2$

*Μονάδες 3*

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(ε)**

**A4.** Σε ποια από τις επόμενες αντιδράσεις το  $H_2$  δρα σαν οξειδωτικό;

- α.**  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
- β.**  $3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$
- γ.**  $H_2 + 2Na \rightarrow 2NaH$
- δ.**  $H_2 + CH_2=CH_2 \rightarrow CH_3CH_3$

*Μονάδες 3*

**A5.** Υδατικό διάλυμα μονοπρωτικού οξέος HA με συγκέντρωση 0,001M έχει  $pH=3$ . Υδατικό διάλυμα άλατος NaA 0,1M στην ίδια θερμοκρασία ( $25^\circ C$ ) έχει  $pH$ :

- α.**  $pH=7$
- β.**  $pH=13$
- γ.**  $pH=1$
- δ.**  $7 < pH < 13$

*Μονάδες 3*

**A6.** Να εξετάσετε αν οι πιο κάτω προτάσεις είναι **σωστές** ή **λανθασμένες** και να αιτιολογήσετε μόνο τις **λανθασμένες**.

- α.** Σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted – Lowry, δεν είναι απαραίτητη η παρουσία του νερού για να γίνει η μεταφορά πρωτονίου από το οξύ στη βάση.
- β.** Η Kc σε μια ενδόθερμη αντίδραση, μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.
- γ.** Η ενέργεια ενεργοποίησης σε μια αντίδραση, εκφράζει την διαφορά ενέργειας μεταξύ αντιδρώντων και προϊόντων.
- δ.** Ένα ουδέτερο υδατικό διάλυμα έχει  $pH=6,5$  σε ορισμένη θερμοκρασία. Αυτό είναι δυνατόν όταν η θερμοκρασία του διαλύματος είναι μεγαλύτερη από  $25^\circ C$ .
- ε.** Στην εξώθερμη αντίδραση:  $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$  η ενθαλπία των αντιδρώντων μετρήθηκε και βρέθηκε μεγαλύτερη της ενθαλπίας των προϊόντων.

*Μονάδες 10*

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Δίνεται η αντίδραση:  $CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + 3 H_{2(g)}$ ,  $\Delta H > 0$

Αν το σύστημα βρίσκεται σε χημική ισορροπία, να **εξηγήσετε** την επίδραση που θα έχουν στην απόδοση της αντίδρασης προς τα δεξιά και στον αριθμό mol του  $CO_{(g)}$  οι παρακάτω μεταβολές:

- α.** Ελάττωση του όγκου του δοχείου με σταθερή την θερμοκρασία.

*Μονάδες 2*

- β.** Αύξηση της θερμοκρασίας διατηρώντας σταθερό τον όγκο του δοχείου.

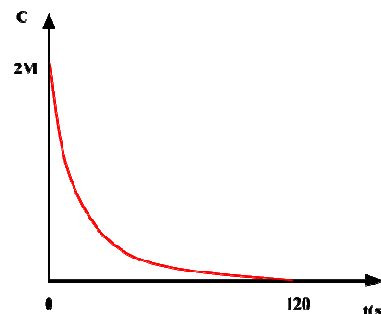
*Μονάδες 2*

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(ε)**

**B2.** Έστω η μονόδρομη αντίδραση  
 $2A(g) \rightarrow 2B(g) + \Gamma(g)$ .

Στο διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης μιας από τις χημικές ουσίες που μετέχουν σ' αυτή σε συνάρτηση με το χρόνο και σταθερή θερμοκρασία  $\theta$  °C.



**α.** Σε ποια από τις χημικές ουσίες αντιστοιχεί το διάγραμμα; Να αιτιολογηθεί η απάντησή σας.

*Μονάδες 2*

**β.** Να μεταφερθεί το διάγραμμα στο τετράδιό σας και να γίνει, στο ίδιο σύστημα αξόνων, οι αντίστοιχες καμπύλες αντίδρασης για τις άλλες δύο χημικές ουσίες της αντίδρασης.

*Μονάδες 2*

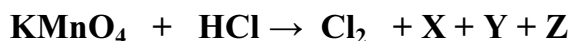
**γ.** Να υπολογιστεί ο μέσος ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του  $\Gamma$  στο συνολικό χρόνο της αντίδρασης, και η ταχύτητα της αντίδρασης την χρονική στιγμή  $t = 120s$ .

*Μονάδες 2*

**δ.** Να υπολογιστεί ο λόγος των ταχυτήτων του αερίου B προς το αέριο  $\Gamma$ , την χρονική στιγμή  $t=60s$ .

*Μονάδες 2*

**B3.** Δίνεται η χημική εξίσωση:



**α.** Να βρείτε τα προϊόντα που μπορεί να αντιστοιχιστούν στα X, Y, και Z.

*Μονάδες 2*

**β.** Να μεταφερθεί στο τετράδιό σας η χημική εξίσωση μαζί με τους κατάλληλους συντελεστές.

*Μονάδες 2*

**γ.** Πως δρα το  $KMnO_4$  στην παραπάνω χημική εξίσωση, ως οξειδωτικό ή αναγωγικό;

*Μονάδες 1*

**δ.** Εξηγήστε αν είναι ορθή η παρακάτω πρόταση:

«Όλα τα άτομα χλωρίου στο μόριο του  $HCl$  οξειδώνονται»

*Μονάδες 2*

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(ε)**

**B4.** Δίνονται τα διαλύματα:

Διάλυμα Δ1 άλατος NaA συγκέντρωσης CM και όγκου V Lit θερμοκρασίας 25 C.

Διάλυμα Δ2 άλατος NaB συγκέντρωσης CM και όγκου V Lit θερμοκρασίας 80 °C.

Τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια τιμή pH.

Να συγκρίνετε την ισχύ των ασθενών οξέων HA και HB.

Τα δεδομένα επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

**Μονάδες 6**

**ΘΕΜΑ Γ**

Σε κενό δοχείο (Δ) σταθερού όγκου 40 L που περιέχει περίσσεια σκόνης C, εισάγονται 5 mol αερίου CO<sub>2</sub>, το μίγμα θερμαίνεται στους 227 °C, και αποκαθίσταται η ισορροπία:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{CO}(\text{g})$ .

Το μίγμα ισορροπίας ασκεί πίεση 8,2 atm.

**Γ1.** Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης και τη σταθερά της χημικής ισορροπίας της παραπάνω αντίδρασης στους 227 °C.

**Μονάδες 8**

**Γ2.** Ποσότητα αερίου CO ίση με το μισό αυτής που περιέχεται στην ισορροπία του δοχείου Δ, διαβιβάζεται σε φιάλη που περιέχει διάλυμα KMnO<sub>4</sub> οξυνοσιμένο με H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και τελικά αποχρωματίζει 1 L από αυτό.  
Να βρεθεί η συγκέντρωση του διαλύματος KMnO<sub>4</sub>.

**Μονάδες 8**

**Γ3.** Αυξάνουμε τη θερμοκρασία στην ισορροπία του δοχείου Δ και στη νέα ισορροπία που αποκαθίσταται, υπάρχουν συνολικά 9 mol αερίων.

**α.** Να εξηγήσετε αν η αντίδραση που δίνεται, είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

**Μονάδες 3**

**β.** Να βρείτε τα mol κάθε αερίου στο δοχείο Δ, στη νέα κατάσταση ισορροπίας.

**Μονάδες 3**

**γ.** Ποια η συνολική απόδοση της αντίδρασης, (από την αρχική θέση μέχρι την νέα χημική ισορροπία).

**Μονάδες 3**

Δίνεται  $R=0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(ε)**

**ΘΕΜΑ Δ**

Δίνονται τα διαλύματα:

**Δ1:** διάλυμα αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ) συγκέντρωσης  $C_1=0,1\text{M}$  με  $\text{pH}=11$ .

**Δ2:** διάλυμα αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ), συγκέντρωσης  $C_2$ , όπου η αμμωνία παρουσιάζει βαθμό ιοντισμού  $\alpha_2=5 \cdot 10^{-3}$

**Δ3:** διάλυμα  $\text{HCl}$ , συγκέντρωσης  $C_3=0,1\text{M}$ .

**i.** Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού της αμμωνίας στο διάλυμα Δ1 και η συγκέντρωση της αμμωνίας στο διάλυμα Δ2.

*Μονάδες 4*

**ii.** Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξούμε τα διαλύματα Δ1 και Δ2 για να σχηματιστεί διάλυμα Δ4 με  $[\text{OH}^-]=2 \cdot 10^8[\text{H}_3\text{O}^+]$ .

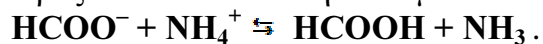
*Μονάδες 5*

**iii.** Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξούμε τα διαλύματα Δ1 και Δ3 για να σχηματιστεί διάλυμα Δ5 με  $\text{pH}=9$ .

*Μονάδες 6*

**iv.** Διάλυμα  $\text{HCOONa}$  συγκέντρωσης  $1\text{M}$  έχει  $\text{pH}=9$ .

Προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η αντίδραση:



Να δικαιολογηθεί η απάντησή σας.

*Μονάδες 5*

**v.** 10 ml του διαλύματος Δ1 αναμιγνύονται με 40ml διαλύματος  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$  0,01M. Να υπολογίσετε το  $\text{pH}$  του διαλύματος που προκύπτει.

*Μονάδες 5*

Τα δεδομένα της άσκησης επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Δίνονται:  $K_b(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2) = 10^{-4}$ .

Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$ .

Η σταθερά  $K_w = 10^{-14}$

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(α)**

**ΤΑΞΗ: Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**  
**ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΜΑΘΗΜΑ: ΧΗΜΕΙΑ**

**Ημερομηνία: Τρίτη 5 Ιανουαρίου 2016**

**Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες**

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

- A.1. γ  
A.2. β  
A.3. γ  
A.4. γ  
A.5. α
- A.6. 1. Σ  
2. Λ (Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας, μετατοπίζει τη χημική ισορροπία προς την κατεύθυνση της ενδόθερμης αντίδρασης, δηλαδή στη συγκεκριμένη προς τα δεξιά. Έτσι, αυξάνει η  $K_c$ )  
3. Λ (Η ενέργεια ενεργοποίησης σε μια αντίδραση, εκφράζει την διαφορά ενέργειας μεταξύ αντιδρώντων και ενδιάμεσου σταδίου.)  
4. Σ  
5. Λ (Δε μπορούμε να μετρήσουμε την ενθαλπία των σωμάτων που αντιδρούν και των σωμάτων που παράγονται, μπορούμε να μετρήσουμε τη διαφορά ενθαλπίας.)

**ΘΕΜΑ Β**

- B.1. α. Με την ελάττωση του όγκου του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία, αυξάνουμε την πίεση. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση εκείνη που τα συνολικά mol των αερίων ελαττώνονται. Όπως φαίνεται από τους συντελεστές της δεδομένης χημικής εξίσωσης, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τ' αριστερά και η ποσότητα του CO (και του  $H_2$ ) μειώνεται. Αυτό σημαίνει ότι μειώνεται το πρακτικό ποσό των σωμάτων για την προς τα δεξιά αντίδραση, οπότε ελαττώνεται και η απόδοσή της.  
Άρα: **Ελάττωση απόδοσης και ελάττωση αριθμού mol του CO.**

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016  
Α΄ ΦΑΣΗ

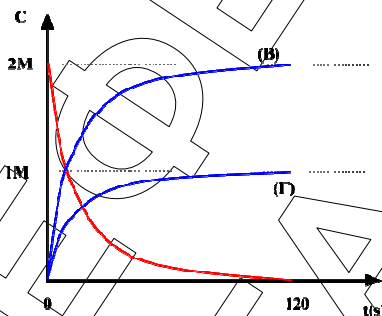
E\_3.Xλ3Θ(α)

- β. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση, άρα η δεδομένη ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, και αυξάνει η ποσότητα του CO (και του H<sub>2</sub>), οπότε αυξάνει το πρακτικό ποσό των σωμάτων για την προς τα δεξιά αντίδραση, οπότε αυξάνει και η απόδοσή της.

Άρα: **Αύξηση απόδοσης και αύξηση αριθμού mol του CO.**

- B.2. α. Η καμπύλη αντιστοιχεί σε χημική ένωση που αντιδρά, λόγω του ότι συγκέντρωση μειώνεται συναρτήσει του χρόνου. Άρα αντιστοιχεί στην χημική ένωση A(g).

β.



- γ. Στα 120s η αντίδραση τελειώνει αφού μηδενίζεται η συγκέντρωση του (A). Με βάση την στοιχειομετρία της αντίδρασης θα έχουν παραχθεί αέριο Γ με συγκέντρωση 1M.

Άρα, για την μέση ταχύτητα του Γ στο συνολικό χρόνο της αντίδρασης θα έχουμε:

$$U_{\Gamma} = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{[\Gamma]_{\text{τελ.}} - [\Gamma]_{\text{αρχ}}}{\Delta t} = \frac{1\text{ M}}{120\text{ s}} = \frac{1}{120} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$$

Η ταχύτητα της αντίδρασης την χρονική στιγμή t=120s, είναι μηδέν αφού τότε η αντίδραση τελειώνει.

- δ. Σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της παραπάνω χημικής εξίσωσης, αν σε χρονικό διάστημα Δt αντιδράσουν 2x mol A σχηματίζονται 2x mol B και x mol Γ.

Άρα  $U_B = 2U_{\Gamma} \Rightarrow \frac{U_B}{U_{\Gamma}} = \frac{2}{1}$ . Η αναλογία αυτή ισχύει σε όλη την διάρκεια της αντίδρασης άρα και στη χρονική στιγμή t=60s.

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

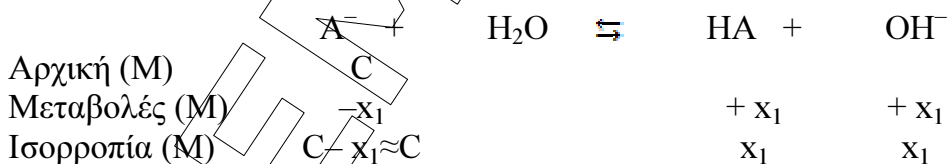
**E\_3.Xλ3Θ(α)**

- B.3. α.** Ο αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.) του Cl στο HCl είναι ίσος με -1 ενώ στο Cl<sub>2</sub> είναι ίσος με μηδέν, γίνεται αύξηση του Α.Ο. του Cl και το Cl οξειδώνεται. (Δρα αναγωγικά)  
Ο αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.) του Mn στο KMnO<sub>4</sub> είναι ίσος με 7 και θα ελαττωθεί σε 2, δηλαδή το Mn θα πάθει αναγωγή (θα δράσει οξειδωτικά).  
Ο (Α.Ο.) του καλίου δε θα μεταβληθεί.  
Με βάση τα παραπάνω, τα υπόλοιπα προϊόντα θα είναι: MnCl<sub>2</sub>, KCl και το H<sub>2</sub>O
- β.** Η χημική εξίσωση θα είναι η εξής:  
$$2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \rightarrow 5 \text{Cl}_2 + 2 \text{MnCl}_2 + 2 \text{KCl} + 8 \text{H}_2\text{O}$$
- γ.** Αφού το KMnO<sub>4</sub> περιέχει το οξειδωτικό στοιχείο Mn, δρα σαν οξειδωτική ένωση.
- δ.** Η πρόταση είναι λανθασμένη.  
Όπως φαίνεται από τη χημική εξίσωση, από τα 16 άτομα Cl στο HCl τα 10 οξειδώνονται (5 μόρια Cl<sub>2</sub>) και τα υπόλοιπα 6 διατηρούν τον Α.Ο. ίσο με -1 στο MnCl<sub>2</sub> και στο KCl.

**B.4.**

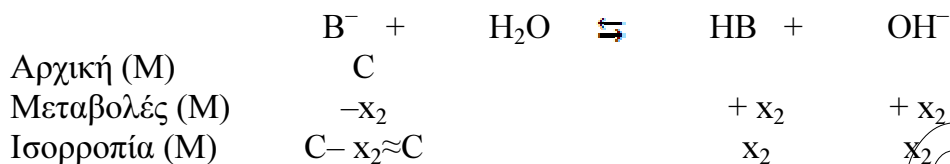


Το Na<sup>+</sup> (επειδή προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH) δεν αντιδρά με το νερό, το A<sup>-</sup> αντιδρά:



Το Na<sup>+</sup> (επειδή προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH) δεν αντιδρά με το νερό, το B<sup>-</sup> αντιδρά:





$\text{pH}_1 = \text{pH}_2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_1 = [\text{H}_3\text{O}^+]_2$

$$\frac{k_{w25}}{x_1} = \frac{k_{w80}}{x_2} \Rightarrow \frac{k_{w25}}{\sqrt{kb_1 \cdot C}} = \frac{k_{w80}}{\sqrt{kb_2 \cdot C}} \Rightarrow \frac{k_{w25}^2}{kb_1 \cdot C} = \frac{k_{w80}^2}{kb_2 \cdot C} \Rightarrow \frac{k_{w25}^2}{ka_1} = \frac{k_{w80}^2}{ka_2}$$

$$\Rightarrow k_{w25} \cdot ka_1 = k_{w80} \cdot ka_2 \Rightarrow \frac{ka_1}{ka_2} = \frac{k_{w80}}{k_{w25}} > 1 \Rightarrow ka_{\text{HA25}} > ka_{\text{HB80}} > ka_{\text{HB25}}$$

Αρά το HA είναι ισχυρότερο οξύ.

**ΘΕΜΑ Γ**

Γ.1. Έστω ότι αντιδρούν x mol CO<sub>2</sub> (ο άνθρακας βρίσκεται σε περίσσεια), οπότε δημιουργούμε τον παρακάτω πίνακα:

mol	CO <sub>2</sub> (g)	+	C(s)	⇌	2CO(g)
Αρχικά	5				-
Αντιδρούν	x				-
Παράγονται	-				2x
Χημ. Ισορ.	5-x				2x

Βρίσκουμε τα συνολικά mol των αερίων στην κατάσταση χημικής ισορροπίας, από την καταστατική εξίσωση σε θερμοκρασία T=273+227=500 K :

$$P_{ολ} V = n_{ολ} RT \Rightarrow n_{ολ} = \frac{P_{ολ} V}{RT} = \frac{8,2 \cdot 40}{0,082 \cdot 500} = 8 \text{ mol} \quad \text{και από τον πίνακα προκύπτει:}$$

ππει:

$$n_{CO_2} + n_{CO} = 5 - x + 2x = 8 \Rightarrow 5 + x = 8 \Rightarrow x = 3$$

Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας υπάρχουν 5-x = 2 mol CO<sub>2</sub> και 2x = 6 mol CO.

Το θεωρητικό ποσό, είναι για το CO ίσο με 10 mol. Υπολογίζουμε την απόδοση από το CO:

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(α)**

$$\alpha = \frac{\text{πρακτικό ποσό}}{\text{θεωρητικό ποσό}} = \frac{\pi}{\theta} = \frac{2x}{10} = \frac{6}{10} = 0,6 \quad \text{Άρα: } \boxed{\text{απόδοση } 60\%}$$

Για την  $K_c$  της δεδομένης χημικής εξίσωσης, έχουμε:

$$[\text{CO}] = \frac{n}{V} = \frac{6}{40} = \frac{3}{20} = 0,15 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \text{και} \quad [\text{CO}_2] = \frac{n}{V} = \frac{2}{40} = \frac{1}{20} = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} = \frac{0,15 \cdot 0,15}{0,05} = 3 \cdot 0,15 = 0,45 \quad \text{Άρα: } \boxed{K_c = 0,45 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}$$

- Γ.2.** Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας στο δοχείο Δ περιέχονται 6 mol CO. Στη φιάλη διαβιβάζεται η μισή από αυτήν την ποσότητα, δηλαδή 3 mol CO και η χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται είναι η εξής:



Από την παραπάνω χημική εξίσωση, έχουμε:

5 mol CO αποχρωματίζουν 2 mol  $\text{KMnO}_4$

3 mol CO αποχρωματίζουν λ mol  $\text{KMnO}_4$

που σημαίνει ότι:  $\lambda = \frac{6}{5} = 1,2 \text{ mol KMnO}_4$

Βρίσκουμε τη συγκέντρωση του  $\text{KMnO}_4$  στο διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  :

$$C = \frac{n}{V} = \frac{1,2}{1} = 1,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \text{Άρα: } \boxed{C = 1,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}$$

- Γ.3. α.** Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας του δοχείου Δ υπάρχουν 2 mol  $\text{CO}_2$  και 6 mol CO, δηλαδή συνολικά 8 mol αερίων.

Η ισορροπία μετατοπίστηκε με την αύξηση της θερμοκρασίας και στη νέα ισορροπία παρατηρούμε ότι τα mol των αερίων είναι περισσότερα (9 mol), που σημαίνει ότι η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε προς την κατεύθυνση που τα συνολικά mol των αερίων αυξάνονται.

Όπως φαίνεται από τους συντελεστές της δεδομένης χημικής εξίσωσης, μετατοπίστηκε προς τα δεξιά.

Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση που απορροφάται θερμότητα, δηλαδή προς την ενδόθερμη.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως: **Η αντίδραση που δίνεται είναι ενδόθερμη.**

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(α)**

β. Αν μετά την αύξηση της θερμοκρασίας αντιδρούν  $\psi$  mol  $\text{CO}_2$  έχουμε:

<i>mol</i>	$\text{CO}_2$ (g)	+	$\text{C}$ (s)	$\rightleftharpoons$	$2\text{CO}$ (g)
(Χημ. Ισορ.) <sub>1</sub>	2				6
<b>Μεταβολή</b>	<b>Αύξηση θερμοκρασίας</b>				
Αρχικά	2				6
Αντιδρούν	$\psi$				
Παράγονται	-				$2\psi$
(Χημ. Ισορ.) <sub>2</sub>	$2-\psi$				$6+2\psi$

Στη νέα χημική ισορροπία έχουμε:  $n_{\text{αερίων}} = n_{\text{CO}_2} + n_{\text{CO}} = 2-\psi + 6+2\psi = 9 \Rightarrow \psi = 1$ .

Άρα τελικά στο δοχείο υπάρχουν: **1 mol  $\text{CO}_2$  και 8 mol  $\text{CO}$**

γ. Το θεωρητικό ποσό, είναι για το  $\text{CO}$  ίσο με 10 mol.

Συνολικά παράγονται 8 mol  $\text{CO}$  (6 mol μέχρι την αποκατάσταση της πρώτης χημικής ισορροπίας και 2 mol από τη μεταβολή της θερμοκρασίας και μετά).

Υπολογίζουμε τη συνολική απόδοση από το  $\text{CO}$ :

Η συνολική απόδοση είναι:

$$\alpha = \frac{\text{πρακτικό ποσό}}{\text{θεωρητικό ποσό}} = \frac{\pi}{\theta} = \frac{4}{5} = 0,8 \quad \text{Άρα: } \text{συνολική απόδοση } 80\%.$$

**ΘΕΜΑ Δ**

i. Στο διάλυμα Δ1:

	$\text{NH}_3$	+	$\text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{NH}_4^+$	+	$\text{OH}^-$
Αρχική (M)	$C_1$						
Μεταβολές (M)	-x				+x		+x
Ισορροπία (M)	$C_1-x$				x		x

Επειδή τα δεδομένα της άσκησης επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις, έχουμε

$$C_1 - x \approx C_1$$

$$pH = 11$$

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 3 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ M}$$

$$a_1(\text{NH}_3) = \frac{x}{C_1} = \frac{10^{-3}}{0,1} \Rightarrow a_1(\text{NH}_3) = 10^{-2}$$

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(α)**

$$K_{b(NH_3)} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{x^2}{C_1} = \frac{10^{-6}}{0,1} \Rightarrow K_{b(NH_3)} = 10^{-5} \quad (1)$$

Στο διάλυμα Δ2:

Επειδή τα δεδομένα της άσκησης επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις, και λόγω της σχέσης (1) έχουμε:

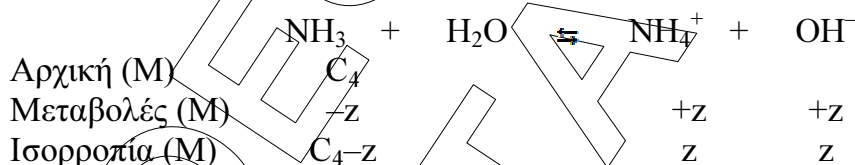
$$K_{b(NH_3)} = a_2^2 \cdot C_2 \Rightarrow C_2 = \frac{K_{b(NH_3)}}{a_2^2} = \frac{10^{-5}}{25 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow C_2 = 0,4 M$$

Η  $K_b$  της αμμωνίας δεν μεταβάλλεται γιατί εξαρτάται από την θερμοκρασία, η οποία παραμένει σταθερή.

- ii. Έστω  $V_1$  L του διαλύματος Δ1 με  $V_2$  L του διαλύματος Δ2 αναμιγνύονται και σχηματίζεται διάλυμα Δ4 με όγκο  $(V_1+V_2)$  L. Τότε ισχύει:

$$C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 = C_4 \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow C_4 = \frac{C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} \quad (2)$$

Στο διάλυμα Δ4:



Επειδή τα δεδομένα της άσκησης επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις, έχουμε  $C_4 - z \approx C_4$ .

$$\left. \begin{aligned} K_w &= [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \\ [OH^-] &= 2 \cdot 10^8 [H_3O^+] \end{aligned} \right\} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} M \Rightarrow z = \sqrt{2} \cdot 10^{-3} M \quad (3)$$

$$K_{b(NH_3)} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \approx \frac{z^2}{C_4} \stackrel{(1),(3)}{\Rightarrow} C_4 = 0,2 M \quad (4)$$

Από (2) και (4) προκύπτει:  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{2}{1}$ .

- iii. Έστω  $V_1$  L του διαλύματος Δ1 με  $V_3$  L του διαλύματος Δ3 αναμιγνύονται και σχηματίζεται διάλυμα Δ5 με όγκο  $(V_1+V_3)$  L με pH=9.

Η  $NH_3$  αντιδρά με το  $HCl$ , σύμφωνα με την χημική εξίσωση  $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ .

Αν η  $NH_3$  αντιδρούσε πλήρως με το  $HCl$ , λόγω του  $NH_4Cl$  το διάλυμα Δ5 θα ήταν όξινο, γιατί το  $NH_4Cl$  στο διάλυμα δίσταται σε  $NH_4^+$  και  $Cl^-$ , και ενώ το  $Cl^-$  (επειδή προέρχεται από το ισχυρό οξύ  $HCl$ ) δεν αντιδρά με το νερό, το  $NH_4^+$  αντιδρά και σχηματίζει οξόνια ( $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ ).

Άρα για να προκύψει βασικό διάλυμα πρέπει να περισσέψει  $NH_3$ .

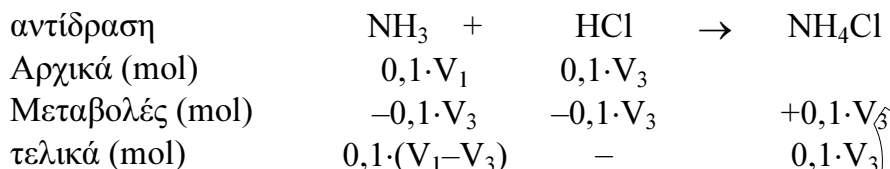
**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(α)**

Υπολογισμός αρχικών mol:

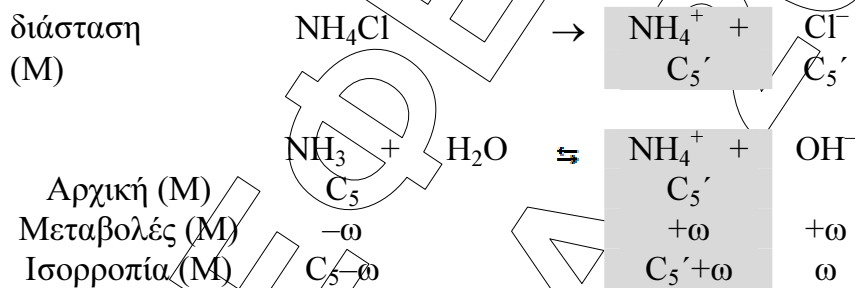
$$\text{mol NH}_3 = C_1 \cdot V_1 = 0,1 \cdot V_1$$

$$\text{mol HCl} = C_3 \cdot V_3 = 0,1 \cdot V_3$$



Στο τελικό διάλυμα υπολογίζουμε τις συγκεντρώσεις:

$$[\text{NH}_3] = C_5 = \frac{0,1 \cdot (V_1 - V_3)}{V_1 + V_3} \quad \text{και} \quad [\text{NH}_4\text{Cl}] = C_5' = \frac{0,1 \cdot V_3}{V_1 + V_3}$$



Επειδή τα δεδομένα της άσκησης επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις, έχουμε

$$C_5 - \omega = C_5 \quad \text{και} \quad C_5' + \omega = C_5'$$

$$pH = 9$$

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pOH = 5 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow \omega = 10^{-5} \text{ M} \quad (5)$$

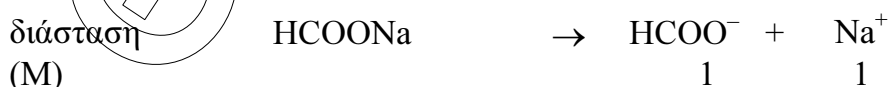
$$K_{b(\text{NH}_3)} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{C_5' \cdot \omega}{C_5} \stackrel{(1),(5)}{\Rightarrow} C_5 = C_5'$$

Αντικαθιστώντας τις συγκεντρώσεις έχουμε:

$$C_5 = C_5' \Rightarrow \frac{0,1 \cdot (V_1 - V_3)}{V_1 + V_3} = \frac{0,1 V_3}{V_1 + V_3} \Rightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{2}{1}$$

- iv. Στις αντιδράσεις οξέος - βάση η ισορροπία μετατοπίζεται προς το ασθενέστερο οξύ και την ασθενέστερη βάση. Δηλαδή, τα προϊόντα θα πρέπει να είναι πιο σταθερά (λιγότερο δραστικά, πιο ασθενή) από τα αντιδρώντα.

Θα υπολογίσουμε την  $K_a$  ( $\text{HCOOH}$ ):



Το  $\text{Na}^+$  (επειδή προέρχεται από την ισχυρή βάση  $\text{NaOH}$ ) δεν αντιδρά με το νερό, το  $\text{HCOO}^-$  αντιδρά:

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Xλ3Θ(α)**

	$\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$		
Αρχική (M)	1		
Μεταβολές (M)	-φ	+φ	+φ
Ισορροπία (M)	1-φ	φ	φ

Επειδή τα δεδομένα της άσκησης επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις, έχουμε  $1 - \varphi \approx 1$

$$\left. \begin{aligned} pH &= 9 \\ pH + pOH &= 14 \end{aligned} \right\} \Rightarrow pOH = 5 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow \varphi = 10^{-5} \text{ M} \quad (6)$$

$$K_b(\text{HCOO}^-) = \frac{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} = \frac{\varphi^2}{1} \stackrel{(6)}{\Rightarrow} K_b(\text{HCOO}^-) = 10^{-10} \quad (7)$$

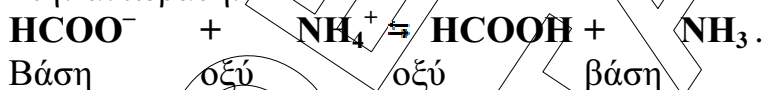
Έχουμε:

$$K_a(\text{HCOOH}) \cdot K_b(\text{HCOO}^-) = K_w \Rightarrow K_a(\text{HCOOH}) = \frac{K_w}{K_b(\text{HCOO}^-)} \Rightarrow K_a(\text{HCOOH}) = 10^{-4} \quad (8)$$

και

$$K_a(\text{NH}_4^+) \cdot K_b(\text{NH}_3) = K_w \Rightarrow K_a(\text{NH}_4^+) = \frac{K_w}{K_b(\text{NH}_3)} \Rightarrow K_a(\text{NH}_4^+) = 10^{-9} \quad (9)$$

Στην αντίδραση:



Από (7) και (1):  $K_b(\text{HCOO}^-) = 10^{-10} < K_b(\text{NH}_3) = 10^{-5}$  και

Από (9) και (8):  $K_a(\text{NH}_4^+) = 10^{-9} < K_a(\text{HCOOH}) = 10^{-4}$

Άρα είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά.

v. Το διάλυμα που προκύπτει (Δ6) θα έχει όγκο 50mL και θα περιέχει  $\text{NH}_3$  με

$$\text{συγκέντρωση } C_6 = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_6} = \frac{0,1\text{M} \cdot 0,01\text{L}}{0,05\text{L}} \Rightarrow C_6 = 0,02\text{M} \text{ και } \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$$

(την συμβολίζουμε  $\text{RNH}_2$  για απλούστευση) με συγκέντρωση

$$C_6' = \frac{C \cdot V}{V_6} = \frac{0,01\text{M} \cdot 0,04\text{L}}{0,05\text{L}} \Rightarrow C_6' = 0,008\text{M}$$

	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$		
Αρχική (M)	$C_6$		
Μεταβολές (M)	-λ	+λ	+λ
Ισορροπία (M)	$C_6 - \lambda$	λ	$\lambda + \delta$

	$\text{RNH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{RNH}_3^+ + \text{OH}^-$		
Αρχική (M)	$C_6'$		
Μεταβολές (M)	-δ	+δ	+δ
Ισορροπία (M)	$C_6' - \delta$	δ	$\delta + \lambda$

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016**  
**Α΄ ΦΑΣΗ**

**E\_3.Χλ3Θ(α)**

Στο διάλυμα Δ6 θα έχουμε συνολική συγκέντρωση υδροξυλίων

$$[OH^-] = (\delta + \lambda)M.$$

Επειδή τα δεδομένα της άσκησης επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις, έχουμε  $C_6 - \lambda \approx C_6$  και  $C_6' - \delta \approx C_6'$ .

Αντικαθιστούμε στις σταθερές ιοντικής ισορροπίας:

$$Kb_{(NH_3)} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{\lambda \cdot [OH^-]}{C_6} \Rightarrow \lambda = \frac{Kb_{(NH_3)} \cdot C_6}{[OH^-]}$$

$$Kb_{(RNH_2)} = \frac{[RNH_3^+][OH^-]}{[RNH_2]} = \frac{\delta \cdot [OH^-]}{C_6'} \Rightarrow \delta = \frac{Kb_{(RNH_2)} \cdot C_6'}{[OH^-]}$$

Με πρόσθεση κατά μέλη των τελευταίων σχέσεων:

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \frac{Kb_{(NH_3)} \cdot C_6}{[OH^-]} \\ \delta &= \frac{Kb_{(RNH_2)} \cdot C_6'}{[OH^-]} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda + \delta = \frac{Kb_{(NH_3)} \cdot C_6 + Kb_{(RNH_2)} \cdot C_6'}{[OH^-]}$$

Επειδή  $[OH^-] = (\delta + \lambda)M$  έχουμε:

$$[OH^-]^2 = Kb_{(NH_3)} \cdot C_6 + Kb_{(RNH_2)} \cdot C_6' \Rightarrow [OH^-]^2 = 10^{-6} M \Rightarrow pOH = 3 \Rightarrow pH = 11$$