

ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ



ASSOCIATION
OF GREEK CHEMISTS

Ν. Π. Δ. Ν. 1804/1988

Κάνιγγος 27

106 82 Αθήνα

Τηλ.: 210 38 21 524

210 38 29 266

Fax: 210 38 33 597

<http://www.eex.gr>

E-mail: info@eex.gr

27 Kaningos Str.

106 82 Athens

Greece

Tel. ++30 210 38 21 524

++30 210 38 29 266

Fax: ++30 210 38 33 597

<http://www.eex.gr>

E-mail: info@eex.gr

34^{ος}

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Σάββατο, 15 Μαΐου 2021

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (κατ' αλφαβητική σειρά)

Ανέστης Θεοδώρου

Αβραάμ Μαυρόπουλος

Γιώργος Μελιδωνέας

Φιλλένια Σιδέρη

Αντώνης Χρονάκης

Οργανώνεται από την

ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ

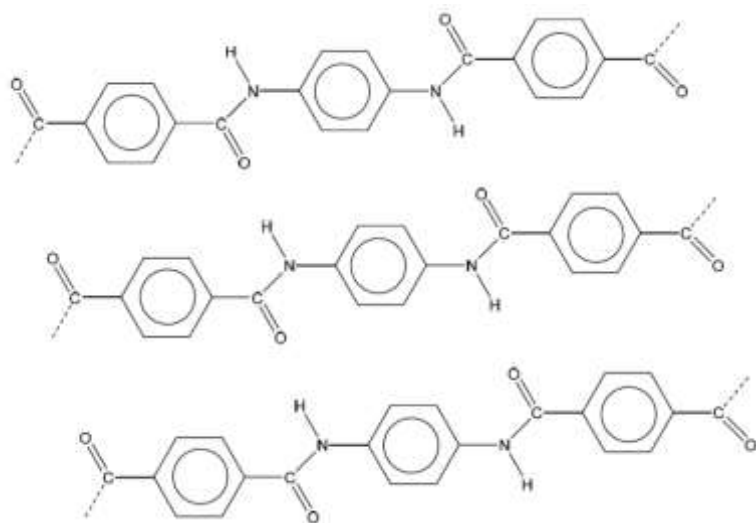
υπό την αιγίδα του

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ,

ΜΕΡΟΣ Α: ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1. Το Kevlar, η δομή του οποίου δίνεται στο σχήμα, είναι ένα πολύ ανθεκτικό υλικό με αντοχή στη διάτρηση που χρησιμοποιείται στα αλεξίσφαιρα ρούχα.

Η μεγάλη ανθεκτικότητα που εμφανίζουν τα νήματα Kevlar, μπορεί να οφείλεται:



- A. στον ισχυρό δεσμό μεταξύ καρβονυλικού άνθρακα και αζώτου.
- B. σε δυνάμεις διπόλου-διπόλου.
- Γ.** σε δεσμούς υδρογόνου.
- Δ. στην πολύ μεγάλη τιμή της σχετικής μοριακής μάζας.

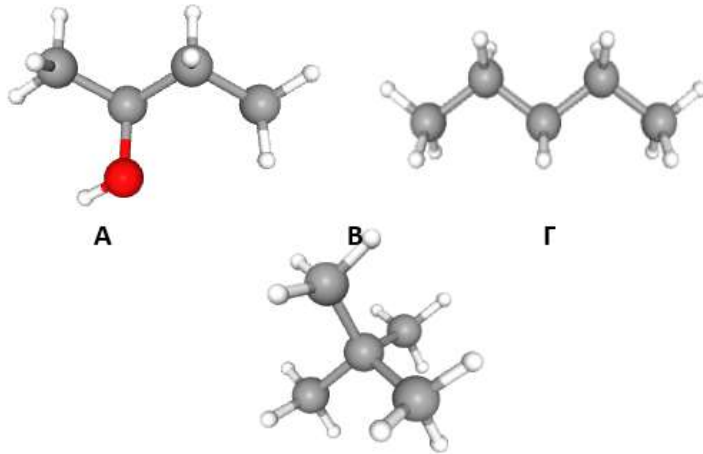
2. Τα ακόλουθα ζεύγη (A, B) υδατικών διαλυμάτων του ίδιου όγκου και της ίδιας θερμοκρασίας, διαχωρίζονται με ημιπερατή μεμβράνη:

	Διάλυμα A	Διάλυμα B
(I)	: 0,5 M NaCl	0,8 M NaCl
(II)	: 0,1 M CaCl ₂	0,1 M NaCl και 0,2 M C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
(III)	: 0,1 M C ₃ H ₅ (OH) ₃	0,2 M C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
(IV)	: 10%w/v C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	10%w/v C ₃ H ₈ O ₃

Περισσότερα μόρια νερού θα μετακινηθούν από το διάλυμα A στο διάλυμα B:

- A. Μόνο στο ζεύγος (I).
- B. Στα ζεύγη (II) και (III).
- Γ. Στα ζεύγη (I),(III) και (IV).
- Δ.** Σε όλα τα ζεύγη.

3. Στα διπλανά μοριακά μοντέλα αναπαρίστανται οι οργανικές ενώσεις Α, Β, Γ που έχουν παρόμοια σχετική μοριακή μάζα.



Οι γκρι σφαίρες αναπαριστούν τους άνθρακες, οι κόκκινες τα οξυγόνα και οι λευκές τα υδρογόνα. Τα σημεία

βρασμού των ενώσεων είναι 36°C, 117°C και 9°C. Η σωστή αντιστοίχιση των ενώσεων με τα σημεία βρασμού είναι:

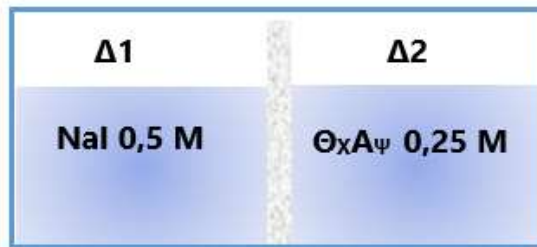
A. A:117° C, B:36° C- Γ:9° C

B. A:9° C, B:36° C- Γ:117° C

Γ. A:36° C, B:117° C- Γ:9° C

Δ. A:117° C, B:9° C- Γ:36° C

4. Τα υδατικά διαλύματα του διπλανού σχήματος βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία και χωρίζονται μεταξύ τους με ημιπερατή μεμβράνη, χωρίς να μεταβάλλεται ο όγκος κανενός από τα δύο.



Ο χημικός τύπος του άλατος ΘχΑψ μπορεί να είναι:.

A. NaCl

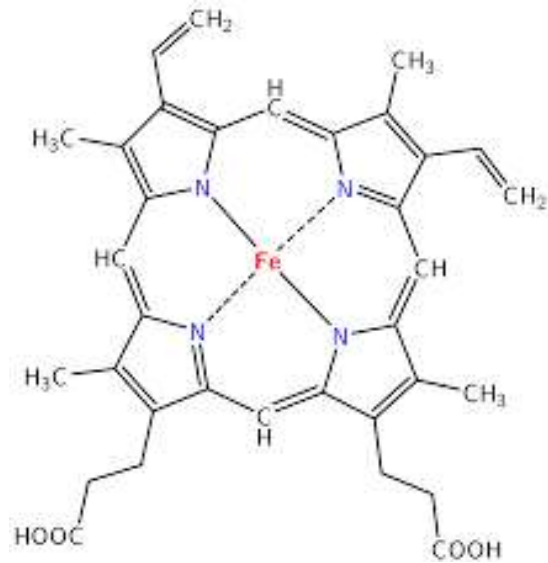
B. BaCl₂

Γ. Al(NO₃)₃

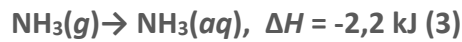
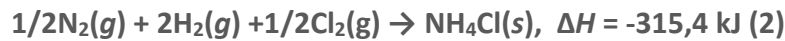
Δ. Al₂(SO₄)₃

5. Το διπλανό σχήμα απεικονίζει το σύμπλοκο της αίμης, το οποίο είναι ο φορέας του οξυγόνου στα κύτταρα. Το μέγιστο πλήθος των δεσμών υδρογόνου στους οποίους μπορεί να πάρει μέρος το μόριο της αίμης είναι:

- A. 2
B. 4
Γ. 6
Δ. 8



6. Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις:



Όταν αντιδράσουν 5 mol $\text{Cl}_2(\text{aq})$ με 12 mol $\text{NH}_3(\text{aq})$ σύμφωνα με την εξίσωση:



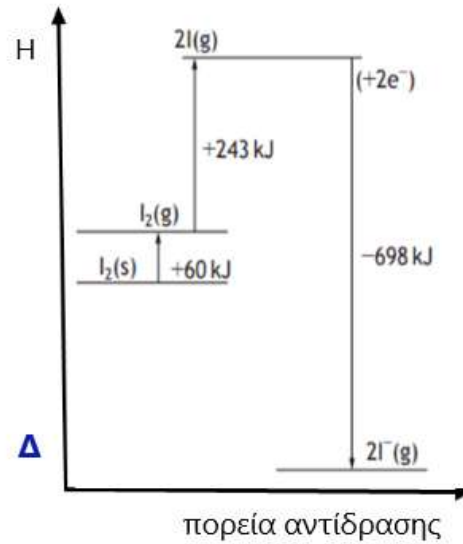
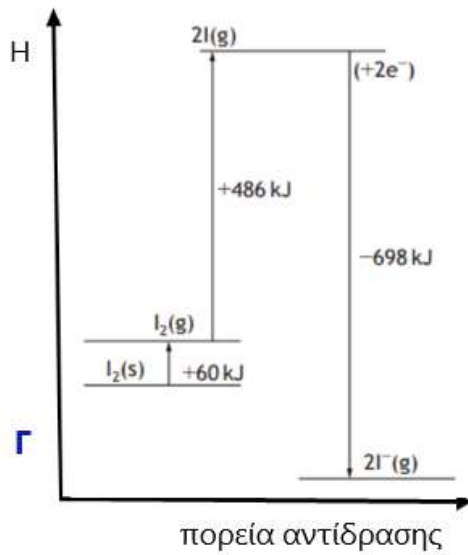
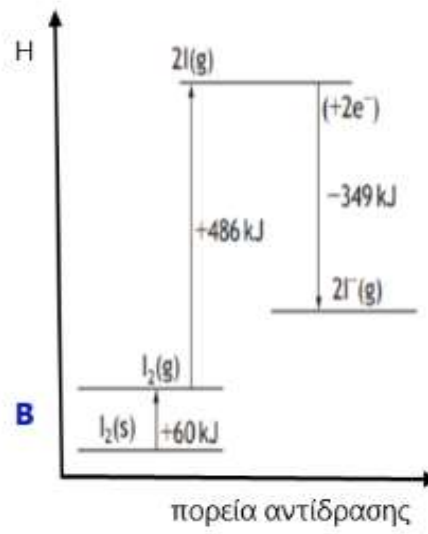
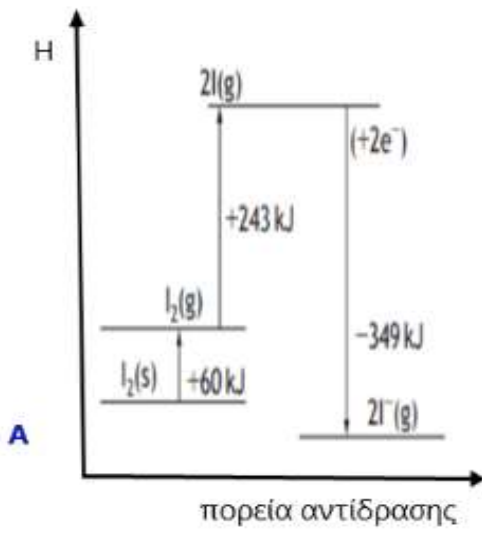
το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται είναι ίσο με:

- A. 2219,7 kJ** B. 2252,7 kJ Γ. 2286,6 kJ Δ. 2496,3 kJ

7. Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



Από τα παρακάτω διαγράμματα ενθαλπίας επιτρέπει τον υπολογισμό της ενθαλπίας της αντίδρασης: $\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-(\text{g})$;



A. το A

B. το B

Γ. το Γ

Δ. το Δ

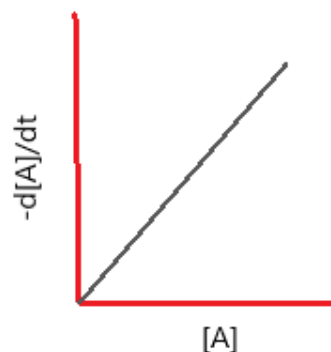
8. Η μηδενικής τάξης αντίδραση $A \rightarrow \Pi$, έχει σταθερά ταχύτητας $k = 0,025 \text{ M s}^{-1}$. Αν η αρχική συγκέντρωση $[A] = 0,50 \text{ M}$, η συγκέντρωσή του A μετά από 15 s είναι:

- A. 0,500 M
- B. 0,320 M
- Γ. 0,250 M
- Δ. 0,125 M

9. Θεωρείστε την ακόλουθη γραφική παράσταση για τη αντίδραση: $\nu A \rightarrow B + \Gamma$.

Η τάξη της αντίδρασης αυτής είναι:

- A. 0
- B. 1
- Γ. 2
- Δ. 3



10. Για την αντίδραση: $A(g) + 2B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$ βρέθηκε ότι σταθερά ταχύτητας είναι ίση με $3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ και οι εκθέτες στον νόμο ταχύτητας μπορούν να πάρουν μόνο τις τιμές 0, 1 ή 2. Αν πραγματοποιήσουμε την αντίδραση σε δοχείο υποδιπλάσιου όγκου στην ίδια θερμοκρασία τότε η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης:

- A. θα διπλασιαστεί
- B. θα τετραπλασιαστεί
- Γ. θα οκταπλασιαστεί
- Δ. δεν μπορούμε να προβλέψουμε πως θα μεταβληθεί

11. Σε δοχείο που περιέχει υδατικό διάλυμα HBr εισάγεται ποσότητα $\text{MgCO}_3(s)$, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος.

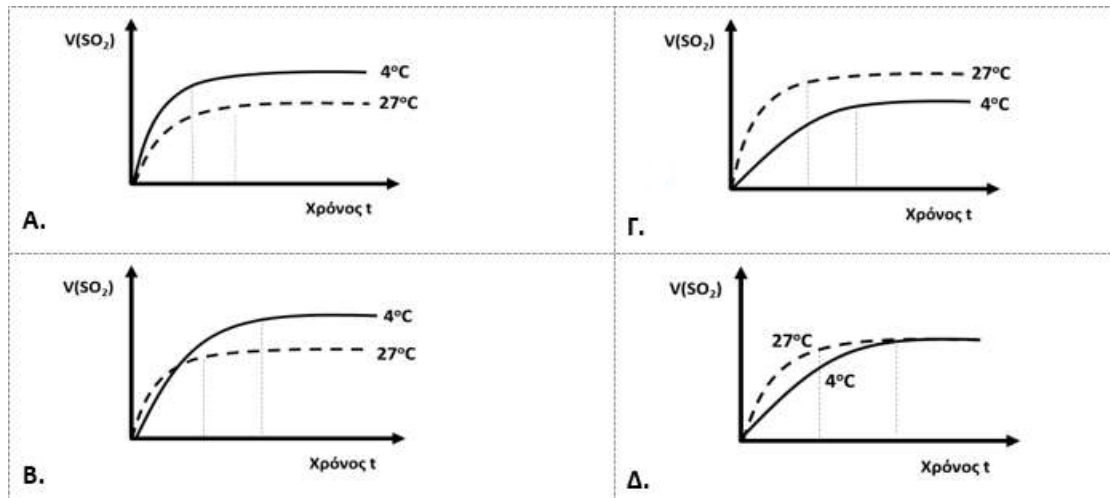
Από τις ακόλουθες επιλογές περιγράφει σωστά τι συμβαίνει στο διάλυμα:

- A. Το pH του διαλύματος \downarrow και η $[\text{Br}^-] \uparrow$
- B. Το pH του διαλύματος \uparrow και η $[\text{Br}^-]$ μένει σταθερή
- Γ. Το pH του διαλύματος \uparrow και η $[\text{Br}^-] \uparrow$
- Δ. Το pH του διαλύματος μένει σταθερό και η $[\text{Br}^-]$ μένει σταθερή

12. Σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 1 atm αναμείχθηκαν διαλύματα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ και HBr οπότε πραγματοποιήθηκε η αντίδραση:



και μετρήθηκε ο όγκος του αερίου SO_2 που παράγεται. Το πείραμα επαναλήφθηκε με τις ίδιες αρχικές ποσότητες αντιδρώντων, υπό σταθερή πίεση αλλά στους 4°C .



Από τις γραφικές παραστάσεις είναι σωστή:

- A. η Α
- B. η Β
- Γ.** η Γ
- Δ. η Δ

13. Περίσσεια BaCO_3 εισάγεται σε δοχείο που περιέχει 50 mL διαλύματος HBr συγκέντρωσης 5 M το οποίο βρίσκεται πάνω σε αναλυτικό ζυγό και καταγράφεται η μάζα του δοχείου αμέσως μετά την προσθήκη του BaCO_3 . Στην συνέχεια καταγράφεται με την βοήθεια του ζυγού η ελάττωση της μάζας που παρατηρείται και σχεδιάζεται η καμπύλη ①.



Το πείραμα επαναλαμβάνεται με διαφορετικό όγκο και συγκέντρωση διαλύματος HBr και σχεδιάζεται η καμπύλη ②. Από τη γραφική παράσταση καταλαβαίνουμε ότι στο 2^ο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν:

- A. 25 mL HBr 5,0 M
- B. 25 mL HBr 10,0 M
- Γ. 50 mL HBr 2,5 M
- Δ.** 100 mL HBr 2,5 M

14. Για την αντίδραση:

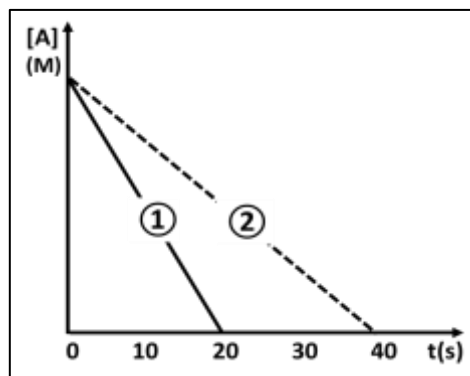


πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα:

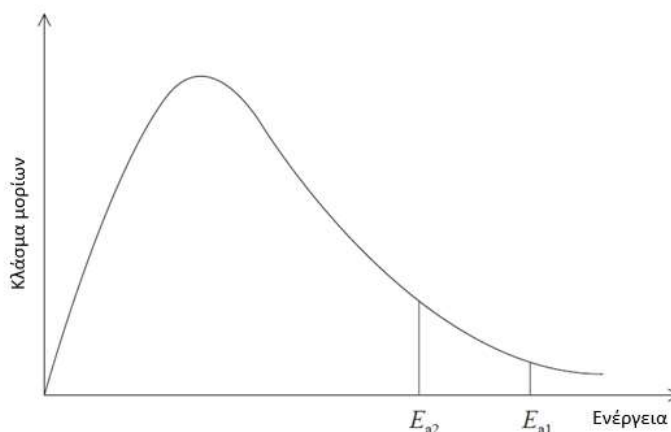
- ① με $[A]_0=0,10 \text{ M}$ και $[B]_0=0,10 \text{ M}$ και
 ② με $[A]_0=0,10 \text{ M}$ και $[B]_0=0,05 \text{ M}$ και σχεδιάστηκε
 η διπλανή γραφική παράσταση.

Συνεπώς η αντίδραση είναι:

- A. 1^{ης} τάξης ως προς A και 1^{ης} τάξης ως προς B
 B. μηδενικής τάξης ως προς A και 1^{ης} τάξης ως προς B
 Γ. 1^{ης} τάξης ως προς A, αλλά δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε την τάξη ως προς B
 Δ. 1^{ης} τάξης ως προς B, αλλά δεν μπορεί να προσδιορίσουμε την τάξη ως προς το A



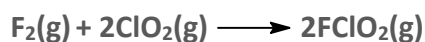
15. Η διπλανή γραφική παράσταση δείχνει την κατανομή Maxwell-Boltzmann για τα αντιδρώντα μιας χημικής αντίδρασης. Σημειώνονται 2 διαφορετικές τιμές E_{a1} και E_{a2} της ενέργειας ενεργοποίησης.



Στην περίπτωση που η ενέργεια ενεργοποίησης είναι E_{a2} , ισχύει ότι:

- A. η θερμοκρασία είναι υψηλότερη.
 B. έχει προστεθεί καταλύτης.
 Γ. η συχνότητα των συγκρούσεων μεταξύ των σωματιδίων είναι μεγαλύτερη.
 Δ. τα μόρια των αντιδρώντων έχουν υψηλότερη κινητική ενέργεια.

16. Ο πίνακας που ακολουθεί, δείχνει πως επιδρά η μεταβολή της αρχικής συγκέντρωσης των αντιδρώντων σε θερμοκρασία T_1 στην αρχική ταχύτητα της αντίδρασης που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



	$[F_2] \text{ (M)}$	$[ClO_2] \text{ (M)}$	$v \cdot 10^2 \text{ (M/s)}$
Πείραμα 1	0,10	0,20	2,4
Πείραμα 2	0,10	0,30	3,6
Πείραμα 3	1,50	1,00	180,0

Η τιμή της σταθεράς k της αντίδρασης σε θερμοκρασία $T_2 < T_1$ μπορεί να είναι:

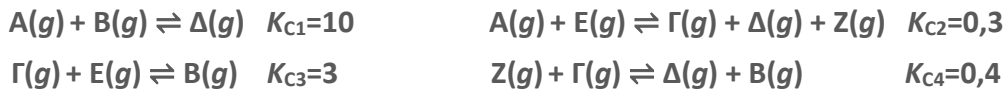
- A. $600 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- B. $1,2 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- C. $1,1 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- D. $1,4 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

17. Για την αντίδραση: $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\Delta H > 0$, η μεταβολή που θα ελαττώσει την συνολική ποσότητα των στερεών μέσα στο δοχείο είναι:

I) αύξηση θερμοκρασίας, II) ελάττωση της πίεσης, III) προσθήκη $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$

- A. I
- B. II
- Γ. I και III
- Δ. II και III

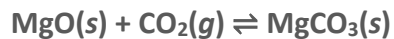
18. Για τις ακόλουθες αντιδράσεις δίνονται οι σταθερές ισορροπίας στους $\theta^\circ\text{C}$.



Η σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης: $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \Gamma(\text{g}) + 3\Delta(\text{g})$ στους $\theta^\circ\text{C}$ είναι ίση με:

- A. 0,4
- B. 2,5
- Γ. 4,0
- Δ. 25,0

19. Σε κλειστό δοχείο όγκου $V \text{ L}$ στους $\theta^\circ\text{C}$ περιέχονται σε ισορροπία 0,3 mol ισομοριακού μίγματος $\text{MgO}(\text{s})$, $\text{CO}_2(\text{g})$ και $\text{MgCO}_3(\text{s})$ σύμφωνα με την εξίσωση:



Σε άλλο κλειστό δοχείο όγκου $2V \text{ L}$ στους $\theta^\circ\text{C}$ εισάγονται 0,2 mol αερίου CO_2 και 0,2 mol στερεού MgCO_3 . Συνεπώς:

- A. θα αποκατασταθεί ισορροπία όπου $n_{\text{MgCO}_3} < 0,2 \text{ mol}$, $n_{\text{CO}_2} > 0,2 \text{ mol}$ και $n_{\text{MgO}} < 0,2 \text{ mol}$
- B. Το MgCO_3 θα διασπαστεί ποσοτικά (μονόδρομη αντίδραση προς τα αριστερά)
- Γ. θα αποκατασταθεί ισορροπία όπου $n_{\text{MgCO}_3} = 0,1 \text{ mol}$, $n_{\text{CO}_2} = 0,3 \text{ mol}$ και $n_{\text{MgO}} = 0,3 \text{ mol}$
- Δ. στο δοχείο θα περιέχονται τελικά 0,2 mol CO_2 και 0,2 mol MgCO_3

20. Σε κλειστό δοχείο αναμιγνύονται ορισμένες ποσότητες αερίων NO και O₂ οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία: $2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$.

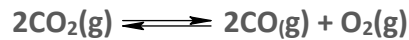
Αν το αέριο μίγμα ισορροπίας έχει την ίδια % ν/ν σύσταση και στα τρία αέρια, τότε η απόδοση της αντίδρασης είναι:

- A. 25%
- B. 33%
- Γ. 50%**
- Δ. 60%

21. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται ορισμένη ποσότητα CaCO₃. Το δοχείο θερμαίνεται στους 1500 K, με αποτέλεσμα το στερεό να διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Στο ίδιο δοχείο αποκαθίσταται η ισορροπία που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

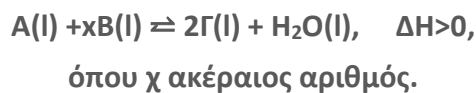


Ο βαθμός διάσπασης του CO₂ είναι ίσος με 0,50.

Η τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας για τη διάσπαση του CO₂ είναι:

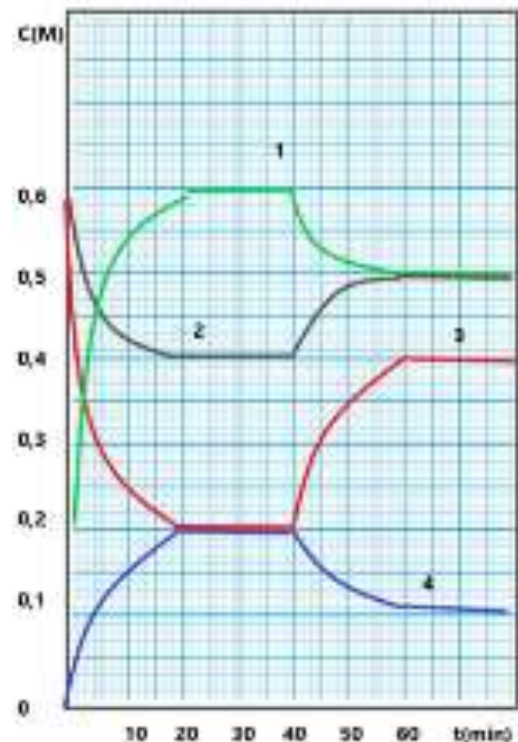
- A. $1,0 \cdot 10^{-2}$
- Β. $2,5 \cdot 10^{-2}$**
- Γ. $5,0 \cdot 10^{-2}$
- Δ. $7,5 \cdot 10^{-2}$

22. Τα διαγράμματα του διπλανού σχήματος αναφέρονται στα αντιδρώντα και προϊόντα της ισορροπίας:



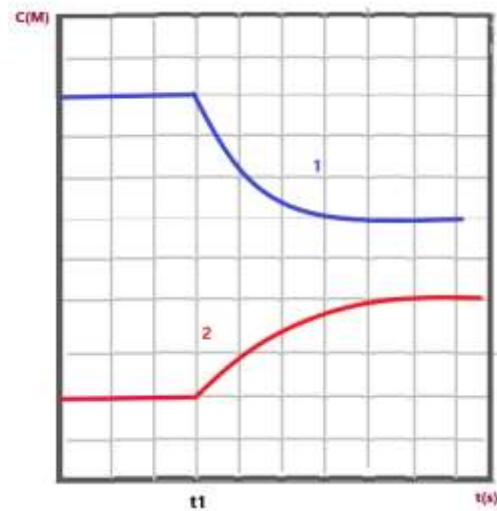
Το αρχικό μείγμα ήταν άνυδρο και η θερμοκρασία θ_1 . Από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές οι:

1. Ο συντελεστής χ είναι ίσος με 2
2. Η σταθερά ισορροπίας K_c σε θ_1 δεν μπορεί να υπολογιστεί γιατί τα σώματα είναι υγρά



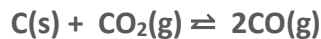
3. Την χρονική στιγμή 40 min ελαττώθηκε η θερμοκρασία.
 4. Η απόδοση της αντίδρασης από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την πρώτη ισορροπία είναι ίση με 66,7%.
 5. Η συνολική απόδοση της αντίδρασης από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της τελικής ισορροπίας θα είναι 40%
- A. 1-2-3-4
B. 1-3-4
 Γ. 1-3-4-5
 Δ. 2-3-4

23. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$.
 Την χρονική στιγμή t_1 αυξάνεται η θερμοκρασία του δοχείου και οι συγκεντρώσεις αντιδρώντων και προϊόντων μεταβάλλονται όπως φαίνεται στο διάγραμμα.
 Η αντίδραση μετατροπής του όζοντος σε οξυγόνο είναι:



- A. ενδόθερμη
B. εξώθερμη
 Γ. θερμοουδέτερη
 Δ. έχει υψηλή ενέργεια ενεργοποίησης

24. Σε κλειστό δοχείο μεγάλου όγκου που περιέχει 0,6 mol σκόνης άνθρακα εισάγονται 0,8 mol CO_2 . Το δοχείο θερμαίνεται στους 727°C και αποκαθίσταται η ισορροπία:

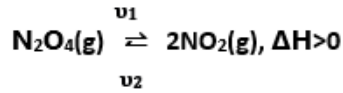


Στην ισορροπία υπάρχει 1,0 mol CO. Ενώ το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία προστίθενται 0,4 mol σκόνης C, χωρίς μεταβολή όγκου και της θερμοκρασίας.

Η συνολική απόδοση της αντίδρασης μπορεί να είναι:

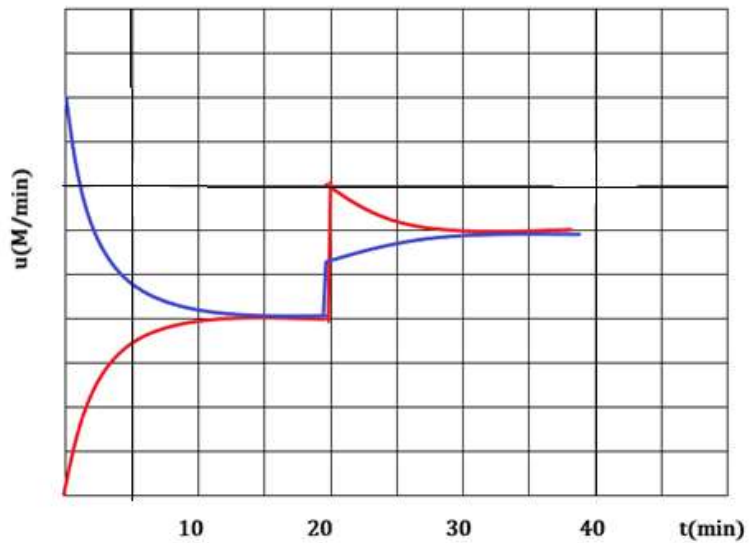
- A. 83,3%
B. 62,5%
 Γ. 50,0%
 Δ. 41,6%

25 Αέριο N_2O_4 εισάγεται σε κλειστό δοχείο όγκου V , σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:



Το διπλανό διάγραμμα αναπαριστά τις μεταβολές των ταχυτήτων των δύο αντιδράσεων συναρτήσει του χρόνου.

Η μεταβολή που πραγματοποιήθηκε σε $t_1=20$ min οφείλεται σε:



- A. αύξηση της θερμοκρασίας
- B. ελάττωση του όγκου του δοχείου
- Γ. προσθήκη NO_2
- Δ. αύξηση του όγκου του δοχείου

26. Η σχετική ισχύς των υδραλογόνων ακολουθεί τη σειρά: $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$.

Αυτό εξηγείται με βάση:

- A. τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας των αλογόνων
- B. την ατομική ακτίνα των αλογόνων
- Γ. το $-I$ επαγωγικό φαινόμενο
- Δ. το $+I$ επαγωγικό φαινόμενο

27. Δίνονται: $K_{a,\text{H}_2\text{CO}_3}=5 \cdot 10^{-7}$, $K_{a,\text{HCO}_3^-}=5 \cdot 10^{-11}$ και $\theta=25^\circ\text{C}$.

Διάλυμα $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ μπορεί να έχει στους 25°C :

- A. $\text{pH}=6,3$
- B. $\text{pH}=7,0$
- C. $\text{pH}=9,2$
- Δ. $\text{pH}=12,7$

28. Δίνεται ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

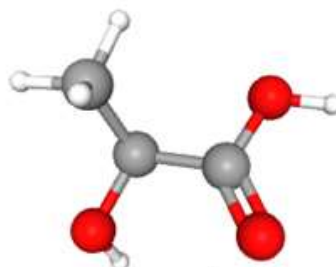
Ο όγκος διαλύματος $\text{KOH}(\text{aq})$ 1 M που πρέπει να προστεθεί σε 100 mL διαλύματος $\text{HCOOH}(\text{aq})$ 0,1 M, για να προκύψει διάλυμα που να έχει $[\text{HCOO}^-] = 3[\text{HCOOH}]$ είναι:

- A. 5,0 mL
 B. 7,5 mL
 Γ. 25,0 mL
 Δ. 75,0 mL

29. Για το προπανικό οξύ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) δίνεται η $K_a=1,3 \cdot 10^{-5}$ στους 25°C .

Το pH στο ισοδύναμο σημείο κατά την ογκομέτρηση 25 mL υδατικού διαλύματος 0,20 M σε γαλακτικό οξύ, με $\text{NaOH}(\text{aq})$ 0,20 M μπορεί να είναι:

- A. 5,7
 B. 7,0
 Γ. 8,5
 Δ. 9,1



γαλακτικό οξύ

οι γκρι σφαίρες αναπαριστούν τους άνθρακες, οι λευκές τα υδρογόνα και οι κόκκινες τα οξυγόνα

30. Αέριο μίγμα HCl και HBr συνολικού όγκου 4,48 L σε STP συνθήκες διαλύεται σε νερό οπότε προκύπτει διάλυμα Δ_1 όγκου 2 L. Η ποσότητα νερού που πρέπει να προστεθεί στο Δ_1 , ώστε να μεταβληθεί το pH του κατά μία μονάδα είναι:

- A. 2,0 L
 B. 0,2 L
 Γ. 18,0 L
 Δ. 1,8 L

31. Μίγμα NaNO_3 και NaCl συνολικής μάζας 2 g διαλύεται σε νερό οπότε προκύπτουν 250 mL διαλύματος. Το διάλυμα αυτό ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα AgNO_3 συγκέντρωσης 0,05 M. Για να ολοκληρωθεί η παραγωγή ιζήματος απαιτούνται 20 mL πρότυπου διαλύματος.

Η % w/w περιεκτικότητα του μίγματος σε NaCl είναι:

- A. 1,77% B. 2,93% Γ. 5,84% Δ. 7,17%

32. Αν σε διάλυμα CH_3NH_2 προσθέσουμε διάλυμα $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{NO}_3$, ο βαθμός ιοντισμού της αμίνης:

- A. αυξάνεται
 B. ελαττώνεται
 Γ. παραμένει αμετάβλητος

Δ. δεν επαρκούν τα δεδομένα ώστε να απαντήσουμε

33. Οι πρωτολυτικοί δείκτες $H\Delta_1$ και $H\Delta_2$ είναι ασθενή οξέα με $pK_{a,H\Delta_1}=4,0$ και $pK_{a,H\Delta_2}=6,6$. Όταν ο λόγος $[H\Delta_1]/[\Delta_1^-] \geq 10$, το χρώμα του διαλύματος στο οποίο έχει προστεθεί ο $H\Delta_1$ είναι βιολετί, ενώ όταν ο λόγος $[H\Delta_1]/[\Delta_1^-] \leq 10$ το χρώμα του διαλύματος είναι κόκκινο. Όταν ο λόγος $[H\Delta_2]/[\Delta_2^-] \geq 8$, το χρώμα του διαλύματος στο οποίο έχει προστεθεί ο $H\Delta_2$ είναι κίτρινο, ενώ όταν ο λόγος $[H\Delta_2]/[\Delta_2^-] \leq 10$ το χρώμα του διαλύματος είναι μπλε.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι περιοχές pH αλλαγής χρώματος των πρωτολυτικών δεικτών Α και Β.

Δείκτης	Περιοχή pH αλλαγής χρώματος
A	(βιολετί): pH =3 - pH =5 :(κόκκινο)
B	(κίτρινο): pH =5,6 - pH =7,6 :(μπλε)

Από τα ακόλουθα διαλύματα:

Y1: Υδατικό διάλυμα φαινόλης C_6H_5OH 0,5 M ($K_a = 10^{-10}$).

Y2: Υδατικό διάλυμα CH_3COOH 0,1 M ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Y3: Υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M.

θα αποκτήσει κόκκινο χρώμα αν προστεθεί σε αυτό ο δείκτης $H\Delta_1$ και κίτρινο χρώμα αν προστεθεί σε αυτό ο δείκτης $H\Delta_2$:

- α.** Μόνο το διάλυμα Y1.
- β. Μόνο το διάλυμα Y2.
- γ. Τα διαλύματα Y1 και Y2.
- δ. Τα διαλύματα Y2 και Y3.

34. Ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι κυρίως μείγμα N_2 (78%), O_2 (21%), και περιέχει σε μικρό ποσοστό και άλλα αέρια όπως CO_2 . Σε ένα πείραμα ογκομέτρησης ασθενούς μονοπρωτικού οξέος με KOH , η φιάλη στην οποία φυλάσσεται το KOH παραμένει ανοικτή και εκτεθειμένη στον ατμοσφαιρικό αέρα για αρκετή ώρα. Στη συνέχεια ογκομετρείται το διάλυμα του οξέος με το πρότυπο διάλυμα του KOH και η συγκέντρωσή του υπολογίζεται 0,11 M. Η πραγματική συγκέντρωση του ογκομετρούμενου διαλύματος είναι:

- A. 0,11 M
- B. μεγαλύτερη από 0,11 M
- Γ.** μικρότερη από 0,11 M
- Δ. Δεν μπορούμε να ξέρουμε αν είναι ίση, μεγαλύτερη ή μικρότερη από 0,11 M.

35. Δίνονται τα διαλύματα: Δ1. NaCl 10^{-3} M, Δ2. HNO₃ 10^{-7} M, Δ3. NaF 1 M, Δ4. HCOONH₃CH₃ 1 M ($K_{a,HCOOH}=K_{a,HF}=K_{b,CH_3NH_2}=10^{-4}$). Με αραιώση στο δεκαπλάσιο του όγκου τους δεν μεταβάλλεται το pH των διαλυμάτων:

- A. Δ1, Δ2
 B. Δ1, Δ2, Δ4
 Γ. Δ1, Δ4
 Δ. Δ1, Δ2, Δ3, Δ4

36. Υδατικό διάλυμα NH₄ClO₄ 0,3 M (Δ1) αναμιγνύεται με υδατικό διάλυμα NH₄ClO₄ 0,5 M (Δ2) ίδιας θερμοκρασίας, στην οποία η $K_{b,NH_3}=1,8 \cdot 10^{-5}$. Από τη σύγκριση του τελικού διαλύματος Δ3 με το Δ1, προκύπτει ότι:

- A. $[ClO_4^-]_3 < [ClO_4^-]_1$, $\alpha_3 > \alpha_1$, $pH_3 < pH_1$
 B. $[ClO_4^-]_3 > [ClO_4^-]_1$, $\alpha_3 > \alpha_1$, $pH_3 > pH_1$
 Γ. $[ClO_4^-]_3 > [ClO_4^-]_1$, $\alpha_3 < \alpha_1$, $pH_3 > pH_1$
 Δ. $[ClO_4^-]_3 > [ClO_4^-]_1$, $\alpha_3 < \alpha_1$, $pH_3 < pH_1$

37. Τα ιόντα $^{12}Mg^{2+}$, $^{13}Al^{3+}$, $^{16}S^{2-}$, $^{17}Cl^-$ είναι διατεταγμένα κατά ελαττωμένο μέγεθος στη σειρά:

- A. S^{2-} , Cl^- , Mg^{2+} , Al^{3+}
 B. S^{2-} , Cl^- , Al^{3+} , Mg^{2+}
 Γ. Cl^- , S^{2-} , Al^{3+} , Mg^{2+}
 Δ. Al^{3+} , Mg^{2+} , Cl^- , S^{2-}

38. Το χημικό στοιχείο που έχει τις ενέργειες ionτισμού που παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα είναι:

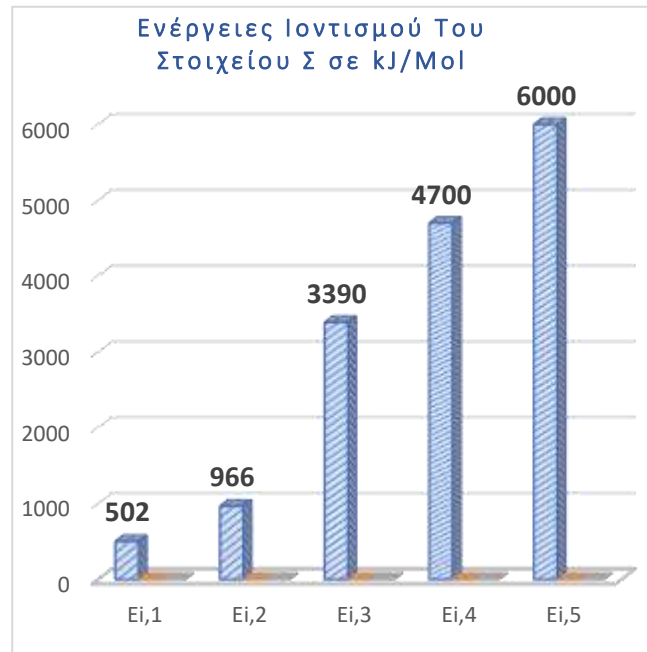


- A. 7N
 B. ^{14}Si
 Γ. 8O
 Δ. ^{15}P

39. Στο διπλανό διάγραμμα δίνονται οι διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού για το στοιχείο Σ.

Η ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση δύο ηλεκτρονίων από ένα άτομο του Σ είναι ίση με:

- A. 968,00 kJ/άτομο
 B. 1468,00 kJ/ άτομο
 Γ. $2,44 \cdot 10^{-21}$ kJ/ άτομο
 Δ. $1,61 \cdot 10^{-21}$ kJ/ άτομο



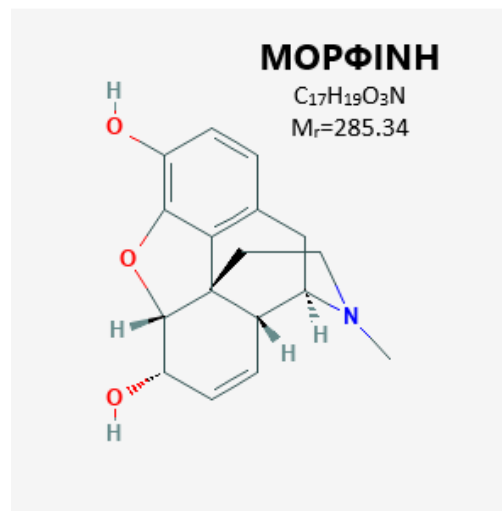
40. Η συνολική ενέργεια του ηλεκτρονίου (μετρημένη σε J) ενός υδρογονοειδούς ιόντος, δίνεται από τη σχέση: $E_n = -Ry \cdot Z^2 / n^2$, όπου (Z) είναι ο ατομικός αριθμός, (n) ο κύριος κβαντικός αριθμός και (Ry) η μονάδα ενέργειας Rydberg (Rydberg unit of energy), η οποία είναι ίση με την ενέργεια που απαιτείται για τον ιοντισμό ενός ατόμου υδρογόνου, το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Στο φάσμα ενός αστέρα του φασματικού τύπου G ανιχνεύονται φασματικές γραμμές που αντιστοιχούν στο υδρογόνο, στο ήλιο και σε ένα ακόμη στοιχείο Χ. Κατά την μετάπτωση του ηλεκτρονίου ενός υδρογονοειδούς ιόντος του στοιχείου Χ από την 3^η στην 1^η στιβάδα εκπέμπεται ακτινοβολία με συχνότητα $19,8 \cdot 10^{17}$ Hz. Το ιόν αυτό είναι:

- A. ${}_4\text{Be}^{3+}$
 B. ${}_5\text{B}^{4+}$
 Γ. ${}_{20}\text{Ca}^{19+}$
 Δ. ${}_{26}\text{Fe}^{25+}$

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ**ΑΣΚΗΣΗ 1: (1+4+3+5+4+4+3+1)**

1. Η μορφίνη, ο μοριακός και ο συντακτικός τύπος της οποίας δίνεται στο διπλανό σχήμα, είναι ένα οπιοειδές αναλγητικό και ασκεί δόσο-εξαρτώμενη αναλγητική δράση για την αντιμετώπιση του έντονου πόνου. Ανάλογα με τη δόση και την κατάσταση του ασθενούς, έχει καταπραϋντική δράση ή προκαλεί διέγερση, αλλά η συνεχής χρήση ή η κατάχρηση προκαλεί σωματική και ψυχολογική εξάρτηση και γι' αυτό κατατάσσεται στην κατηγορία ναρκωτικές ουσίες.



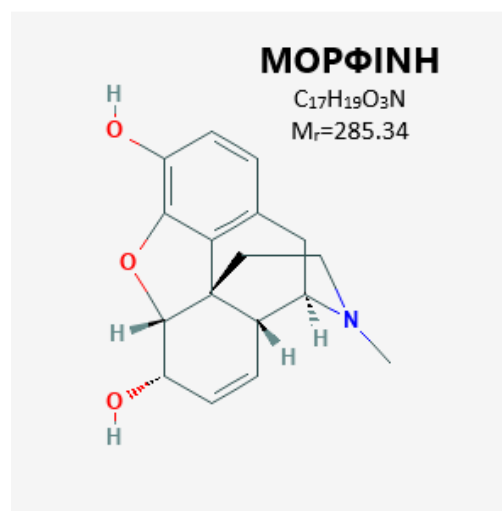
1.1. Ο μέγιστος αριθμός δεσμών υδρογόνου στους οποίους μπορεί να μετέχει ένα μόριο μορφίνης είναι:

- A. 1
- B. 2
- Γ. 3
- Δ. 4**

Έχει 2 άτομα H απευθείας ενωμένα με άτομα O, το οποία μπορούν να λειτουργήσουν ως δότες δεσμών υδρογόνου και ακόμη 1 άτομο O και 1 άτομο N τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν ως δέκτες δεσμών H.

1.2. Από χημικής άποψης είναι μια ασθενής μονοπρωτική βάση (B), της οποίας το συζυγές οξύ έχει $pK_a=8,2$. Η μορφίνη είναι εξαιρετικά δυσδιάλυτη στο νερό και το κορεσμένο διάλυμα της έχει στους 25° C $pH=8,2$. Η μέγιστη ποσότητα μορφίνης σε 1 L διαλύματος είναι ίση με:

- A. 0,904 mg/L**
- B. 0,428 mg/L
- Γ. 0,216 mg/L



Δ. 0,108 mg/L

Η ισορροπία της μορφίνης στο κορεσμένο διάλυμα:

M	$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$		
l.l.	$c-x$	x	x

$$pH=8,2, pOH=5,8 \text{ και } [OH^-]=10^{-5,8}M=$$

$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = \frac{x^2}{c-x}$$

επομένως

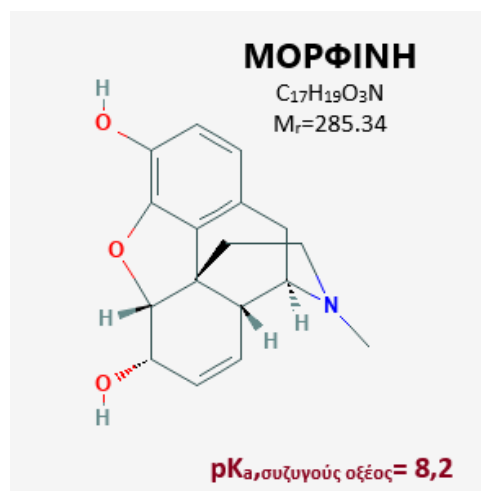
$$10^{-5,8} = \frac{(10^{-5,8})^2}{c-10^{-5,8}} \text{ και } c = 2 \cdot 10^{-5,8}M$$

Επομένως, η μέγιστη ποσότητα μορφίνης

που μπορεί να διαλυθεί σε 1 L

διαλύματος είναι

$$2 \cdot 10^{-5,8} \cdot Mr = 9,04 \cdot 10^{-4} \text{ g ή } 0,904 \text{ mg/L}$$



1.3. Εξαιτίας της μικρής της διαλυτότητας στο

νερό, η μορφίνη στα φαρμακευτικά δισκία υπάρχει συνήθως στην μορφή των θειικών αλάτων της. Αν είναι γνωστό ότι το H_2SO_4 έχει $K_{a1} \gg 1$ και $K_{a2} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, το διάλυμα που σχηματίζεται κατά την διάλυση 1 δισκίου μορφίνης σε νερό έχει στους $25^\circ C$:

Α. pH=7

Β. pH>7

Γ. pH<7

Δ. pH=1

Ένα θειικό άλας της μορφίνης είναι της μορφής $(BH)_2SO_4$ και διύσταται πλήρως:

M	$(BH)_2SO_4 \rightarrow 2BH^+ + SO_4^{2-}$		
δ/π	c	$2c$	c
M	$BH^+ + H_2O \rightleftharpoons B + H_3O^+$		
l.l.	$2c-x$	x	$x-z$
M	$SO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HSO_4^- + OH^-$		
l.l.	$c-y$	y	$y-z$
M	$H_3O^+ + OH^- \rightleftharpoons 2 H_2O$		
	x	y	
	$-z$	$-z$	$2z$

$$K_{a2} = 10^{-8,2}$$

$$K_b = K_w / K_{a2} = 8 \cdot 10^{-13}$$

Επειδή $K_{a2} > K_b$,

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

1.4. Ένα φαρμακευτικό δισκίο μάζας 1 g περιέχει μορφίνη σε μορφή θειικού άλατος και αδρανή έκδοχα.

Μία από τις πιο συνηθισμένες μεθόδους, που χρησιμοποιείται στη χημική ανάλυση για τον προσδιορισμό του αζώτου σε σκευάσματα, όπως τρόφιμα ή φάρμακα είναι η μέθοδος Kjeldahl.

Η μέθοδος περιλαμβάνει τα ακόλουθα τρία στάδια:

1ο: Το δείγμα βράζει με πυκνό H_2SO_4 και υφίσταται οξειδωτική διάσπαση.

Στο στάδιο αυτό ο άνθρακας και το υδρογόνο μετατρέπονται σε CO_2 και H_2O , αντίστοιχα και το άζωτο μετατρέπεται σε όξινο θειικό αμμώνιο.

2ο: Μετά την ποσοτική οξειδωτική διάσπαση του δείγματος, προστίθεται στο διάλυμα περίσσεια ισχυρής βάσης, συνήθως NaOH , οπότε όλο το άζωτο της ένωσης μετατρέπεται σε NH_3 , η οποία παραλαμβάνεται με απόσταξη.

3ο: Η ποσότητα της NH_3 που έχει ληφθεί με την απόσταξη, διαλύεται σε γνωστή περίσσεια πρότυπου διαλύματος ισχυρού οξέος και η πλεονάζουσα ποσότητα του οξέος ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH .

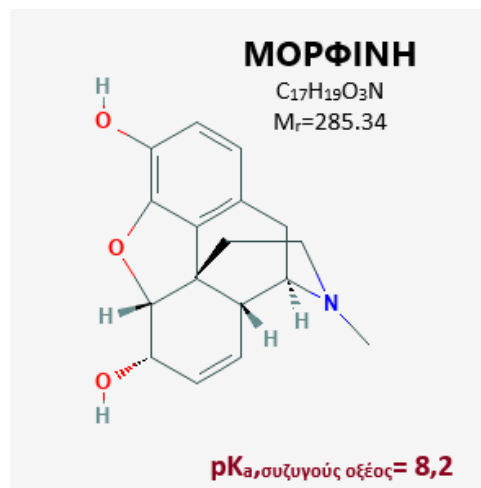
Για τον ποσοτικό προσδιορισμό του συζυγούς οξέος της μορφίνης ένα δισκίο μάζας 1 g υφίσταται κατάλληλη επεξεργασία με την μέθοδο Kjeldahl και η παραγόμενη NH_3 ($K_{b,\text{NH}_3}=10^{-5}$) διαλύεται σε 50 mL διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,1 M.

Στη συνέχεια, η περίσσεια του HCl ογκομετρείται με διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 0,1 M παρουσία κατάλληλου δείκτη.

Αν το δισκίο περιείχε αποκλειστικά μορφίνη, ο απαιτούμενος όγκος διαλύματος NaOH μέχρι το ισοδύναμο σημείο θα ήταν:

- A. 5 mL
- B. 15 mL**
- Γ. 25 mL
- Δ. 35 mL

Έστω ότι σε ένα δισκίο μάζας 1g περιέχονται n mol BH^+ , δηλαδή του συζυγούς οξέος της μορφίνης, από τα οποία παράγονται n mol NH_3 , γιατί η μορφίνη έχει ένα άτομο αζώτου. Η NH_3 αντιδρά με το HCl και στην συνέχεια η περίσσεια του HCl ογκομετρείται με το NaOH .



<i>mol</i>	$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$
	$n \quad 0,005$
	$-n \quad -n \quad n \quad n$
	$-- \quad 0,005-n \quad n \quad n$
<i>mol</i>	$HCl + NaOH \rightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$
	$(0,005-n) \quad (0,005-n)$

Μετά την αντίδραση στο

διάλυμα:

$$n_{NH_4^+} = n$$

$$n_{HCl} = 0,005 - n$$

$$n_{NaOH} = 0,005 - n = c \cdot V \text{ και}$$

$$V_{NaOH} = 0,005 - n / 0,1 \quad (1)$$

Αν το 1 g ήταν αποκλειστικά μορφίνη $n = 1/285,34 = 3,50 \cdot 10^{-3}$ mol, οπότε

$$V = 0,005 - 3,50 \cdot 10^{-3} / 0,1 = 0,015 \text{ L} \quad \text{ή } 15 \text{ mL}$$

1.5. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό του συζυγούς οξέος της μορφίνης ένα δισκίο μάζας 1 g υφίσταται κατάλληλη επεξεργασία με την μέθοδο Kjeldahl και η παραγόμενη NH_3 ($K_{b,NH_3} = 10^{-5}$) διαλύεται σε 50 mL διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,1 M.

Στη συνέχεια, η περίσσεια του HCl ογκομετρείται με διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 0,1 M, παρουσία κατάλληλου δείκτη.

Ο απαιτούμενος όγκος διαλύματος NaOH 0,1 M μέχρι το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης της περίσσειας του HCl είναι 49,5 mL.

Η w/w περιεκτικότητα του δισκίου στο συζυγές οξύ της μορφίνης είναι:

A. 1,427%

B. 1,432%

Γ. 1,526%

Δ. 14,520%

Έχουμε ήδη υπολογίσει στην σχέση (1) ότι ο $V_{NaOH} = 0,005 - n / 0,1$ και $0,1 V_{NaOH} = 0,005 - n$, $n = 5 \cdot 10^{-5}$ mol BH^+

Σε 1g δισκίου περιέχονται $5 \cdot 10^{-5}$ mol BH^+ δηλαδή $5 \cdot 10^{-5} \cdot (285,34 + 1)$ g BH^+

$$\frac{\text{Σε } 100 \text{ g}}{\text{m}} \quad \text{m}$$

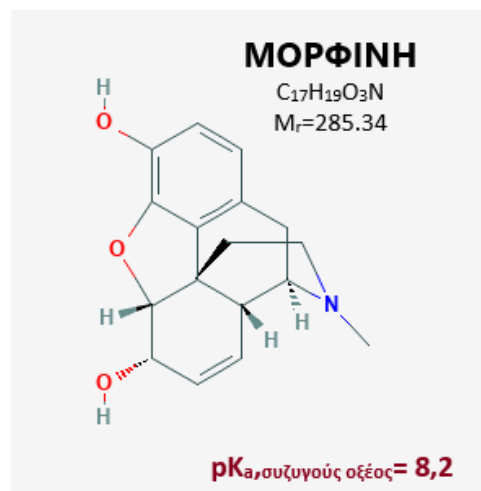
$$m = 1,432 \text{ g} \quad \text{ή } 1,432\% \text{ w/V}$$

1.6. Στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης της περίσσειας του HCl το διάλυμα θα έχει στους 25° C:

A. pH=4,15

B. pH =5,15

Γ. pH =6,15



Δ. pH=7,00

Μετά την αντίδραση στο διάλυμα:

$$[\text{NH}_4^+] = n / 0,05 + V = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{Cl}^-] = 0,005 / 0,05 + V$$

$$[\text{Na}^+] = 0,005 - n / 0,05 + V$$

M	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$		
I.I.	$5 \cdot 10^{-4} - \omega$	ω	ω

$$K_a = K_w / K_b = \omega^2 / 5 \cdot 10^{-4} \text{ και } \omega = \sqrt{5} 10^{-6,5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 6,15$$

1.7. Τα υδατικά διαλύματα (Δ_1) NaHSO_4 , (Δ_2) Na_2SO_4 , (Δ_3) NaHCO_3 έχουν την ίδια συγκέντρωση και την ίδια θερμοκρασία. Τα τρία διαλύματα έρχονται σε επαφή μέσω σταθερών ημιπερατών μεμβρανών, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Όταν αποκατασταθεί ισορροπία οι όγκοι των τριών διαλυμάτων θα έχουν μεταβληθεί ως εξής:



- A. $\downarrow V_1, \uparrow V_2, \downarrow V_3$
 B. $\uparrow V_1, \downarrow V_2, \uparrow V_3$
 Γ. $\downarrow V_1, \downarrow V_2, \uparrow V_3$
 Δ. $\uparrow V_1, \downarrow V_2, \downarrow V_3$

Θα υπολογίσουμε την συνολική συγκέντρωση όλων των σωματιδίων σε κάθε διάλυμα, ώστε να δούμε πιο είναι υποτονικό. Η μετακίνηση μορίων διαλύτη θα γίνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα από το υποτονικό προς το υπερτονικό διάλυμα.

M	$\text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$			
δ/π	c	c	c	
M	$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$			$c_{1(\text{ΟΛΙΚΗ})} = 2c + x$
I.I.	$c - x$	x	x	
M	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$			
δ/π	c	$2c$	c	
M	$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_4^- + \text{OH}^-$			$c_{2(\text{ΟΛΙΚΗ})} = 3c + y$
I.I.	$c - y$	y	y	
M	$\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$			

δ/π	c	c	c	Για το HCO_3^- υπερισχύει ο αλκαλικός χαρακτήρας γιατί $K_{a2} = 5,6 \cdot 10^{-11}$, ενώ $K_{b2} = 10^{-14} / 4,3 \cdot 10^{-7}$ $c_{3(\text{ολική})} = 2c$
Μ	$\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$			
Ι.Ι.	c-Z	Z	Z	

Η μετακίνηση μορίων διαλύτη θα γίνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα από το Δ1 προς το Δ2, οπότε ο όγκος του Δ1 ελαττώνεται και του Δ2 αυξάνεται.

Επίσης μόρια διαλύτη διαχέονται με μεγαλύτερη ταχύτητα από το Δ3 προς το Δ2, οπότε ο όγκος του Δ3 ελαττώνεται και του Δ2 αυξάνεται.

1.8. Για το H_2CO_3 δίνονται: $K_{a1} = 4,3 \cdot 10^{-7}$ και $K_{a2} = 5,6 \cdot 10^{-11}$. Το H_2SO_4 είναι ισχυρό στον 1^ο ιοντισμό και ασθενές στον 2^ο με $K_{a2} = 10^{-2}$.

Το pH των τριών διαλυμάτων θα μεταβληθεί ως εξής:

A. ↓pH₁, ↑pH₂, ↓pH₃

B. ↑pH₁, ↓pH₂, ↑pH₃

Γ. ↓pH₁, ↑pH₂, ↓pH₃

Δ. ↓pH₁, ↓pH₂, ↑pH₃

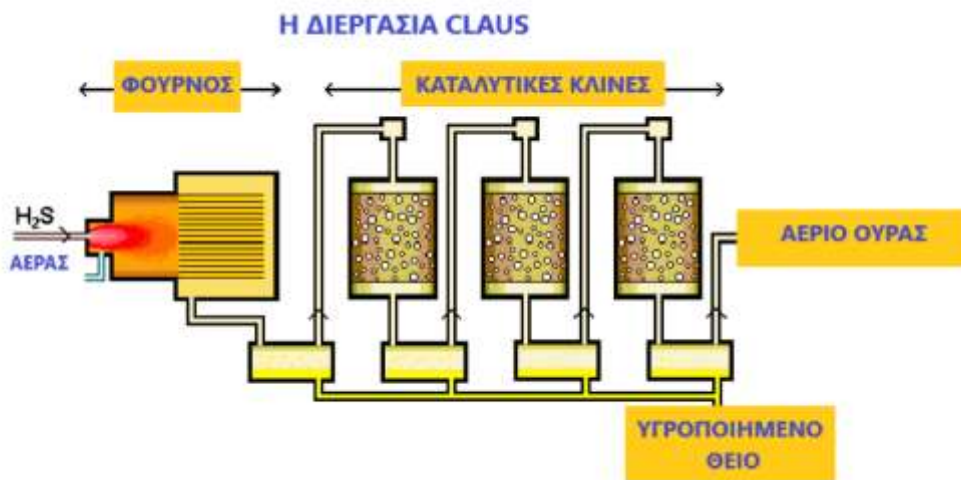
Το Δ1 συμπυκνώνεται – η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ αυξάνεται και το pH ελαττώνεται

Το Δ2 αραιώνεται – η $[\text{OH}^-]$ ελαττώνεται και το pH ελαττώνεται

Το Δ3 συμπυκνώνεται – η $[\text{OH}^-]$ αυξάνεται και το pH αυξάνεται

ΑΣΚΗΣΗ 2: (5+5+2+1+8+4)

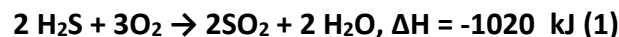
Το θείο χρησιμοποιείται για την παραγωγή θειικού οξέος, φαρμάκων, καλλυντικών, λιπασμάτων και προϊόντων από καουτσούκ, μέσω της παραγωγής H_2SO_4 . Το στοιχειακό θείο χρησιμοποιείται ως λίπασμα και στα φυτοφάρμακα. Η συντριπτική πλειονότητα των 64.000.000 τόνων θείου που παρήχθησαν παγκοσμίως το 2005 ήταν υποπροϊόν από διυλιστήρια και άλλες μονάδες επεξεργασίας υδρογονανθράκων με βάση την διαδικασία Claus, η οποία είναι η πιο σημαντική διαδικασία αποθείωσης αερίου.



Η διεργασία πολλαπλών σταδίων Claus ανακτά θείο από το αέριο υδρόθειο που βρίσκεται στο ακατέργαστο φυσικό αέριο ή από τα αέρια παραπροϊόντα που προέρχονται από διύλιση αργού πετρελαίου και άλλες βιομηχανικές διεργασίες.

1000 μετρικοί τόνοι αργού πετρελαίου (1t=1000 kg) αποθειώνονται με την διεργασία Claus. Η διεργασία προχωρά σε δύο στάδια.

Στο θερμικό στάδιο τα αέρια Claus (όξινο αέριο) χωρίς περαιτέρω καύσιμα περιεχόμενα, εκτός από το H_2S , καίγονται σε λόγχες που περιβάλλουν ένα κεντρικό καυστήρα με την ακόλουθη χημική αντίδραση:



Η αναλογία αέρα προς όξινο αέριο ελέγχεται έτσι, ώστε συνολικά το 1/3 όλου του υδρόθειου (H_2S) μετατρέπεται σε SO_2 και κατά την αντίδραση εκλύεται ποσότητα θερμότητας ίση με 986 MJ.

2.1. Η %w/w περιεκτικότητα του αργού πετρελαίου σε H_2S είναι ίση με:

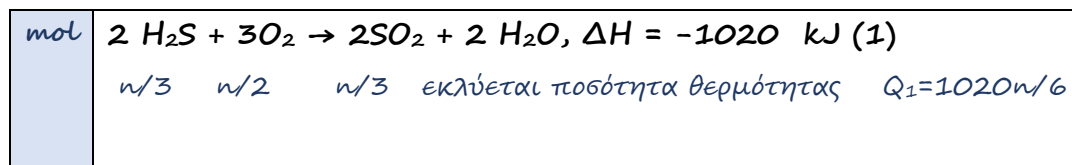
A. $6,57 \cdot 10^{-3}$

B. $9,85 \cdot 10^{-3}$

Γ. $19,72 \cdot 10^{-3}$

Δ. $39,40 \cdot 10^{-3}$

Έστω ότι σε 1000 t, δηλαδή 10^9 g αργού πετρελαίου περιέχονται n mol H_2S , από τα οποία $n/3$ mol H_2S αντιδρούν στην (1):



$$Q_1=1020n/6=986 \cdot 10^3 \text{ kJ}$$

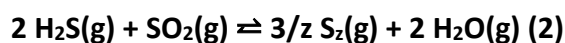
$$n=5,8 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

10^9 g αργού πετρελαίου περιέχονται $5,8 \cdot 10^3 \cdot 34$ g H_2S

$$\frac{100 \text{ g}}{\quad\quad\quad} \quad\quad\quad m$$

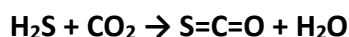
$$m=19,72 \cdot 10^{-3} \text{ g} \quad 19,72 \cdot 10^{-3} \%w/w$$

2.2. Το διοξείδιο θείου που παράγεται από την προηγούμενη αντίδραση αντιδρά στη συνέχεια με το υπόλοιπο H_2S σε επόμενες αντιδράσεις, η πιο σημαντική από τις οποίες είναι η αντίδραση Claus:



Σε αυτό το στάδιο της θερμικής διαδικασίας λαμβάνονται **435 mol S_2** , το οποίο αποτελεί το **60%** της θεωρητικής ποσότητας του στοιχειακού θείου που θα παραγόταν.

Οι απώλειες που οφείλονται σε παράπλευρες αντιδράσεις σχηματισμού καρβονυλοσουλφιδίου:



ή δισουλφιδίου του άνθρακα:



θεωρούνται αμελητέες.

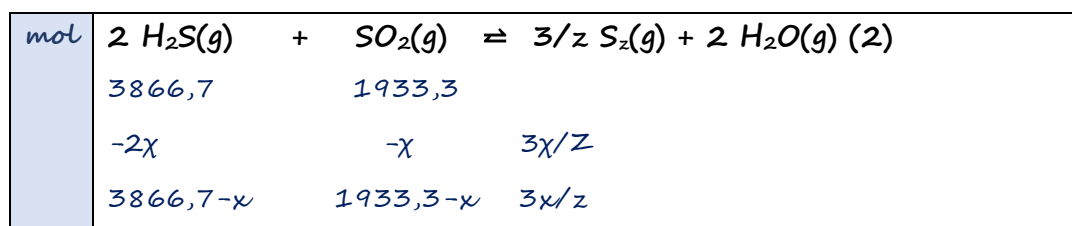
Το παραγόμενο θείο βρίσκεται στην αλλοτροπική μορφή:

A. S

B. S_2

Γ. S_6

Δ. S_8

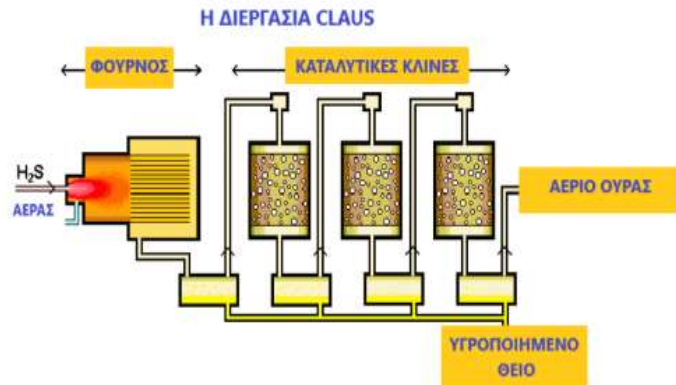


$$H \alpha = \chi / 1933,3 = 0,6, \quad \chi = 1160 \text{ mol}$$

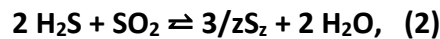
$$n_{S_z} = 3\chi / z = 435 \text{ mol} \quad z = 8$$

2.3. Καταλυτικό βήμα

Η αντίδραση Claus συνεχίζεται στο καταλυτικό στάδιο με καταλύτη ενεργοποιημένο οξείδιο αργιλίου (III) ή τιτανίου (IV) και χρησιμεύει στην ενίσχυση της απόδοσης παραγωγής θείου. Από το αέριο μείγμα της ισορροπίας της αντίδρασης



(2) απομακρύνεται το στοιχειακό θείο, όπως φαίνεται στο σχήμα και το υπόλοιπο αέριο εισάγεται διαδοχικά στις καταλυτικές κλίνες οπότε περισσότερο υδρόθειο (H₂S) αντιδρά με το SO₂ σύμφωνα με την αντίδραση Claus, και οδηγεί σε αέριο, στοιχειακό θείο.



Η καταλυτική ανάκτηση του θείου αποτελείται από τρία στάδια: θέρμανση, καταλυτική αντίδραση και ψύξη και συμπύκνωση.

Αυτά τα τρία βήματα επαναλαμβάνονται κανονικά το πολύ τρεις φορές.

Αν το αέριο ουράς μετά το πέρας της διεργασίας περιέχει 59,3 mol SO₂, η συνολική απόδοση της διεργασίας Claus είναι:

- A. 60,0%
- B. 88,2%
- Γ. 96,9%**
- Δ. 99,2%

$$\text{Αντέδρασαν συνολικά } (1933,3 - 59,3) = 1874,0 \text{ mol SO}_2$$

Δεδομένου ότι τα αντιδρώντα ήταν σε στοιχειομετρικές ποσότητες:

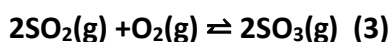
$$\alpha = 100 \cdot 1874 / 1933,3 = 96,9\%$$

2.4. Η χρήση των καταλυτών στο 2^ο στάδιο της διεργασίας είναι απαραίτητη γιατί:

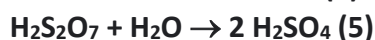
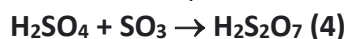
- A. αυξάνουν την απόδοση της αντίδρασης
- B. αυξάνουν την κινητική ενέργεια των μορίων των αερίων αντιδρώντων
- Γ. μετατοπίζουν την ισορροπία προς τα προϊόντα
- Δ. σε κάθε στάδιο οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων ελαττώνονται με αποτέλεσμα η ταχύτητα αντίδρασης να ελαττώνεται**

Σε κάθε καταλυτική κλίση η αντίδραση πραγματοποιείται με μικρότερη αρχική ποσότητα αντιδρώντος με αποτέλεσμα η ταχύτητα της αντίδρασης να ελαττώνεται και γι αυτό είναι απαιτούμενη η χρήση καταλύτη.

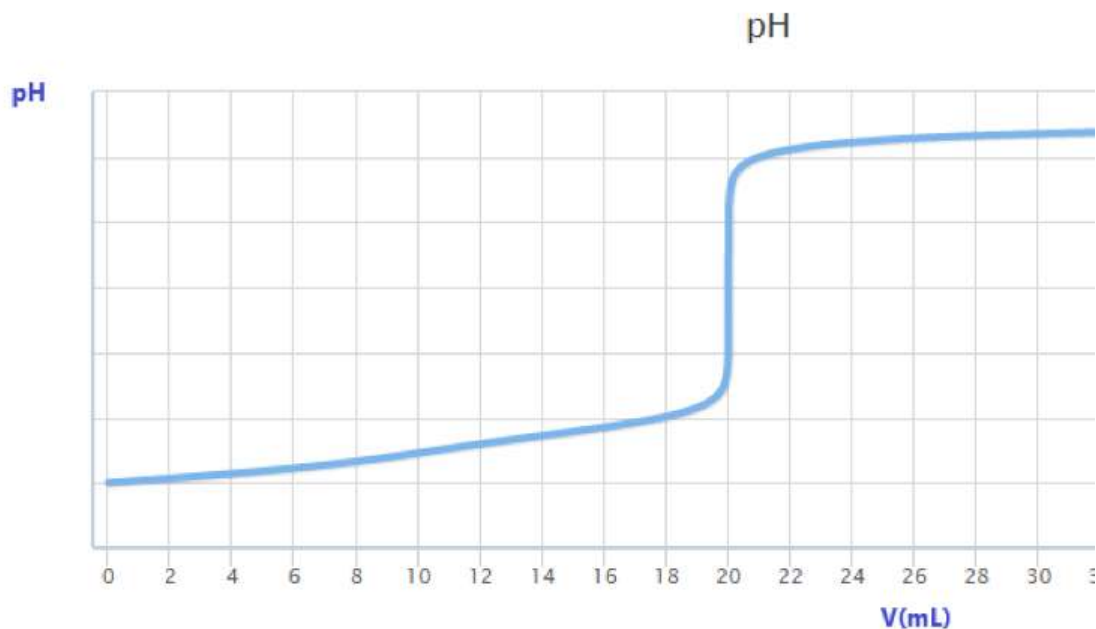
2.5. Το SO₂ το οποίο παραμένει στο αέριο ουράς (59,3 mol SO₂) αναμειγνύεται με ισομοριακή ποσότητα O₂ σε δοχείο όγκου 100 L και οξειδώνεται σύμφωνα με την αμφίδρομη αντίδραση (3):



Το τριοξείδιο του θείου που παράγεται απορροφάται σε ποσοστό 97,7% σύμφωνα με την εξίσωση (4) για σχηματισμό ελαίου (H₂S₂O₇), το οποίο αραιώνεται στη συνέχεια με νερό για να σχηματιστεί διάλυμα Δ1 θειικού οξέος όγκου 58 L (5).



10 mL από το διάλυμα Δ1 που σχηματίζεται ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα NaOH 1 M και η καμπύλη ογκομέτρησης δίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Η σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης (3) είναι ίση με:

- A. 0,023
- B. 0,230
- Γ. 1,300
- Δ. 2,300**

mol	$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$			$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} \quad (1)$
	59,3	59,3		
	-2n	-n	2n	
	59,3-2n	59,3-n	2n	

Από το παραχόμενο SO_3 αντιδρά το 97,7%, δηλ. 1,95η mol SO_3 .

mol	$H_2SO_4 + SO_3 \rightarrow H_2S_2O_7$	$H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow 2 H_2SO_4$
	1,95η 1,95η 1,95η	1,95η 3,90η

$$[H_2SO_4] = 3,90n/58 = 0,067n$$

$$n_{H_2SO_4} = cV = 6,7n \cdot 10^{-4} \text{ mol} = n_1$$

Το H_2SO_4 εξουδετερώνεται σε δύο στάδια.

Το ΙΣ του 2^{ου} σταδίου, όπως φαίνεται από το διάγραμμα είναι όταν έχουν προστεθεί

20 mL διαλύματος $NaOH$ 1M, δηλ. $n_{NaOH} = 0,02 \text{ mol} = 6,7n \cdot 10^{-4}$

$$n = 3,35 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

mol	$H_2SO_4 + NaOH \rightarrow Na^+ + HSO_4^- + H_2O$	$HSO_4^- + NaOH \rightarrow Na^+ + SO_4^{2-} + H_2O$
	n_1 n_1 n_1	n_1 n_1 n_1

$$n_{NaOH} = 2n_1 = 0,02 \text{ mol} \quad n_1 = 0,01 \text{ mol} = 6,7n \cdot 10^{-4} \text{ και } n = 14,9 \text{ mol}$$

με εφαρμογή στην K_c , $K_c = 2,3$

2.6. Για το H_2SO_4 ισχύει ότι είναι ισχυρό στον 1^ο ιοντισμό και έχει $K_{a,2} = 10^{-2}$.

Το pH του διαλύματος που παράγεται από την ογκομέτρηση του Δ1 στο ισοδύναμο σημείο, σε θερμοκρασία 25^ο C, είναι:

- A. 1,23
B. 5,77
Γ. 7,77
Δ. 8,00

$$\text{Στο Ι.Σ. η } [SO_4^{2-}] = 0,01 \text{ mol} / (0,01 + 0,02 \text{ L}) = 1/3 \text{ M}$$

Το SO_4^{2-} είναι η συζυγής βάση του HSO_4^- και αντιδρά με το νερό με $K_b = K_w / K_{a,2} = 10^{-12}$

M	$SO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons OH^- + HSO_4^-$
	1/3 - χ χ χ

$$\bullet \quad K_b = \chi^2 / (1/3 - \chi) = 10^{-12} \text{ και } \chi = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

$$[H_3O^+] = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 7,77$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Αν ληφθεί υπόψη ο ιοντισμός του νερού, η $[H_3O^+]$ υπολογίζεται και πάλι κατά προσέγγιση $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ M}$