

Γενικό Επαναληπτικό διαγώνισμα στη Χημεία Γ' Λυκείου 2020-21 (Θετικές σπουδές) (Μάης 2021)

ΘΕΜΑ Α

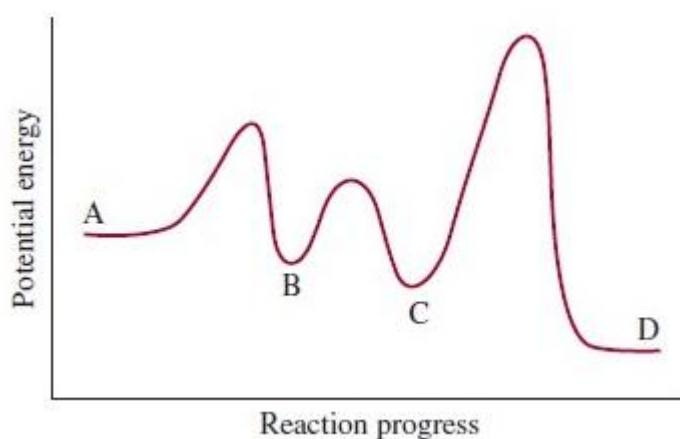
(Μονάδες 5x5 = 25)

Για τις ερωτήσεις Α1 έως και Α4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

A1. Ποιο από τα ακόλουθα άλατα, όταν διαλυθεί στο νερό, θα δώσει όξινο υδατικό διάλυμα 25 °C;

- α. NaNH_2
- β. NaHCO_3 (δίνονται για H_2CO_3 : $K_{a1} = 10^{-7}$, $K_{a2} = 10^{-11}$)
- γ. KClO_4
- δ. FeCl_3

A2. Για την αντίδραση $A \rightarrow D$ δίνεται το ακόλουθο διάγραμμα δυναμικής ενέργειας σε συνάρτηση με την εξέλιξη της αντίδρασης.



Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη;

- α. Η αντίδραση $A \rightarrow D$ διαθέτει μηχανισμό τριών στοιχειωδών βημάτων.
 - β. Ο μηχανισμός της αντίδρασης διαθέτει δύο ενδιάμεσες οντότητες και τρεις μεταβατικές καταστάσεις.
 - γ. Το στοιχειώδες βήμα $A \rightarrow B$ καθορίζει την ταχύτητα της συνολικής αντίδρασης $A \rightarrow D$.
 - δ. Η αντίδραση $A \rightarrow D$ είναι εξώθερμη.
- A3.** Ποια από τις παρακάτω προτάσεις εξηγεί καλύτερα γιατί το κανονικό σημείο τήξης του ICl (27,2 °C) είναι πολύ υψηλότερο από αυτό του Br_2 (-7,2 °C); Τα μόρια και των δύο ουσιών έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων.
- α. τα μόρια ICl αλληλεπιδρούν με δεσμούς υδρογόνου.
 - β. το άτομο Cl στο μόριο ICl δίνει πιο εύκολα στιγμιαία δίπολα από το άτομο Br στο μόριο Br_2 .
 - γ. το ιώδιο στο ICl είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το βρώμιο στο Br_2 .
 - δ. Τα μόρια ICl είναι μόνιμα ηλεκτρικά πολικά μόρια.
- A4.** Ποια πρόταση είναι σωστή για μια χημική αντίδραση που οδηγείται σε χημική ισορροπία, ξεκινώντας μόνο από αντιδρώντα, σε σταθερή θερμοκρασία;
- α. Η απόδοση σχηματισμού των προϊόντων της είναι μεγαλύτερη από 50 %.

- β. Στην αρχή, η ταχύτητα της δεξιάς αντίδρασης είναι πάντοτε μεγαλύτερη από την ταχύτητα της αριστερής αντίδρασης.
- γ. Στη αποκατεστημένη χημική ισορροπία, τα μόρια των αντιδρώντων και τα μόρια των προϊόντων δεν αλλοιώνονται.
- δ. Στη χημική ισορροπία, τόσο η αριστερή όσο και η δεξιά αντίδραση σταματούν.

A5. Να χαρακτηρίσετε καθεμιά από τις ακόλουθες διαπιστώσεις ως σωστή ή λανθασμένη:

- α. Πρότυπη ενθαλπία αντίδρασης είναι η μεταβολή ενθαλπίας αντίδρασης όταν η πίεση παραμένει συνεχώς σταθερή και ίση με 1 atm και επιπλέον η θερμοκρασία διατηρείται συνεχώς σταθερή στους 25 °C.
- β. Για την απλή αντίδραση: $2A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$, η σχέση $\frac{d[A]}{dt} = -2k[A]^2[B]$ είναι σωστή.
- γ. Αν αραιώνουμε υδατικό διάλυμα οξικού οξέος (CH₃COOH) θερμοκρασίας δωματίου με ζεστό νερό, ο βαθμός ιοντισμού του CH₃COOH οπωσδήποτε θα αυξηθεί, ενώ για το pH του διαλύματος δεν επαρκούν τα δεδομένα για να αποφανθούμε.
- δ. Το αδρανές αέριο ήλιον (He) διαθέτει μεγαλύτερη διαλυτότητα στο νερό σε σχέση με το στοιχειώδες αέριο άζωτο (N₂). (Ar: He: 4, N: 14)
- ε. Η ταχύτητα μιας αντίδρασης και η μεταβολή ενθαλπίας μιας αντίδρασης υπολογίζονται μόνο πειραματικά.

ΘΕΜΑ Β

(Μονάδες 6+6+6+7 = 25)

B1. Δίνεται η ακόλουθη χημική εξίσωση ισορροπίας:



Όταν πυκνό υδροχλωρικό οξύ (HCl(aq)) προστίθεται σε υδατικό διάλυμα που έχει αποκατασταθεί η παραπάνω ισορροπία, το χρώμα του διαλύματος μεταβάλλεται από γαλάζιο σε πράσινο.

- α. Να γράψετε την ηλεκτρονική κατανομή του ιόντος ²⁹Cu(II) στη θεμελιώδη κατάσταση, σε στιβάδες.
- β. Να αναφέρετε τα είδη των δεσμών (bonds & forces) που εκδηλώνονται εντός του εφυδατωμένου ιόντος Cu(II).
- γ. Έγχρωμα είναι τα $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}(\text{aq})$ ιόντα και $[\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq})$ ιόντα.

Ποιο από τα παραπάνω ιόντα είναι το γαλάζιο και ποιο είναι κίτρινο; Εξηγήστε.

- δ. Το γαλάζιο διάλυμα της αρχικής ισορροπίας αραιώνεται με απιονισμένο νερό ίδιας θερμοκρασίας. Θα αλλάξει το χρώμα του διαλύματος; Εξηγήστε.

B2. Πολλά μεγάλα οργανικά μόρια που περιέχουν βασικά άτομα αζώτου δεν είναι ευδιάλυτα στο νερό ως ουδέτερα μόρια, αλλά είναι συχνά πολύ πιο διαλυτά, ως άλατα που περιέχουν την πρωτονιωμένη τους μορφή.

- α. Να εξηγήσετε την παραπάνω πειραματική διαπίστωση.
- β. Υποθέτοντας ότι το pH στο στομάχι είναι 2,5, ποια από τις ακόλουθες ενώσεις νικοτίνη, καφεΐνη, στρυχνίνη και κινίνη που και οι τέσσερις είναι ευδιάλυτες στο νερό με την πρωτονιωμένη τους μορφή, δεν θα καταφέρει να διαλυθεί ικανοποιητικά στο στομάχι; (θ=37 °C):

$$\text{nicotine: } K_b = 7 \cdot 10^{-7}$$

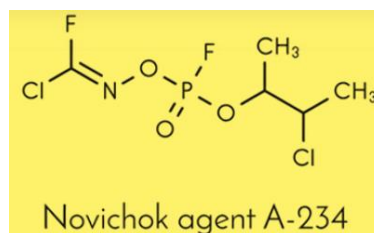
$$\text{caffeine: } K_b = 4 \cdot 10^{-14}$$

$$\text{strychnine: } K_b = 1 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{quinine, } K_b = 1.1 \cdot 10^{-6}.$$

Να εξηγήσετε την επιλογή σας.

B3. Ο ηγέτης της αντιπολίτευσης της Ρωσίας Αλεξέι Ναβάλνι, δηλητηριάστηκε με νευροτοξικό παράγοντα της ομάδας Νόβιτσοκ, στις 20/08/2020. Ο Αλεξέι Ναβάλνι υπήρξε θύμα απόπειρας δολοφονίας που έγινε με χημικό νευροτοξικό παράγοντα από την ομάδα Νόβιτσοκ. Όπως και οι υπόλοιποι νευροτοξικοί παράγοντες, το Novichok και τα παράγωγά του, λειτουργούν προκαλώντας επιβράδυνση του καρδιακού ρυθμού και στένωση των αεραγωγών των πνευμόνων, οδηγώντας σε αργό και συχνά επώδυνο θάνατο με ασφυξία.

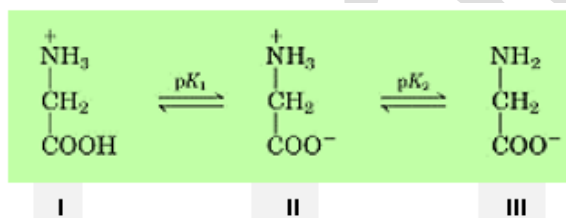


α. Να εξηγήσετε τη μεγάλη διαλυτότητα του παράγοντα Νόβιτσοκ στο νερό.

β. Να υποδείξετε τα άτομα εντός του μορίου του παράγοντα που συνδέονται με δεσμούς-H με το νερό.

γ. Ο παραπάνω παράγοντας εμφανίζει και λιποδιαλυτική τάση. Να κυκλώσετε πάνω στο μόριο, το τμήμα με την έντονη λιποδιαλυτική τάση. Να εξηγήσετε την επιλογή σας.

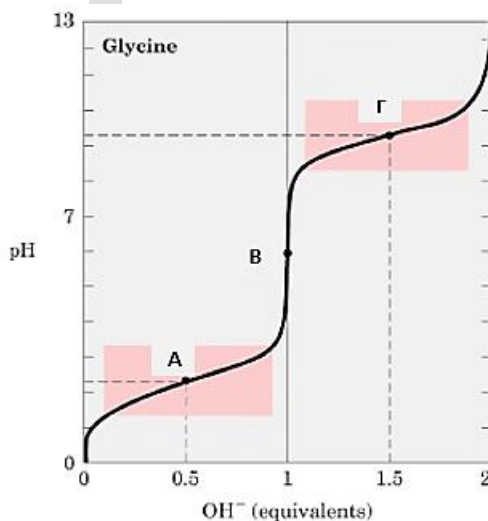
B4. Η οξεοβασική συμπεριφορά των αμινοξέων μπορεί να περιγραφεί με βάση τη θεωρία των Bronsted-Lowry. Το αμινοξύ γλυκίνη είναι ένα διπρωτικό οξύ, όταν είναι πλήρως πρωτονιομένο. Κατά την πλήρη τιτλοδότησή του με μια ισχυρή βάση μπορεί να αποδώσει δύο πρωτόνια με βάση το ακόλουθο σχήμα:



α. Να γράψετε τους δύο ιοντισμούς που σχετίζονται με τις σταθερές K_1 και K_2 του παραπάνω σχήματος.

β. Να γράψετε τις εκφράσεις των εξισώσεων Henderson – Hasselbach που σχετίζονται με τους δύο παραπάνω ιοντισμούς.

γ. Ποια (ή -ες) από τις οντότητες είναι οι κυρίαρχες στα σημεία A, B και Γ της καμπύλης ογκομέτρησης της γλυκίνης; Να εξηγήσετε τις επιλογές σας.

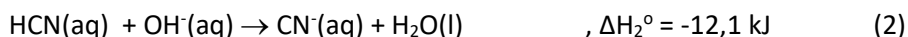


δ. Να βρείτε προσεγγιστικά τις τιμές των pK_{a1} και pK_{a2} της γλυκίνης. Εξηγήστε.

ε. Να υπολογίσετε προσεγγιστικά τον λόγο των συγκεντρώσεων των μορφών II και III της γλυκίνης σε pH = 12.

ΘΕΜΑ Γ**(Μονάδες 10+10+5 = 25)**

Γ1. Δίνονται οι ακόλουθες θερμοχημικές εξισώσεις των εξουδετερώσεων:



α. Να εξηγήσετε τη διαφορά στις ΔH° των παραπάνω εξουδετερώσεων.

β. Να υπολογίσετε την πρότυπη μεταβολή ενθαλπίας του ιοντισμού του HCN στο νερό.

γ. Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία ενός υδατικού διαλύματος HCN, να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθούν τα ακόλουθα μεγέθη: α , K_a , $[\text{HCN}]_{\text{ισορροπίας}}$, $[\text{CN}^-]$, pH, $[\text{H}_2\text{O}]$ & $[\text{OH}^-]$.

δ. 50 cm³ υδατικού διαλύματος HCl 2,0 mmol*cm⁻³ προστίθενται σε 50 cm³ υδατικού διαλύματος NH₃ 3,0 mmol*cm⁻³, φροντίζοντας να κρατήσουμε συνεχώς τις συνθήκες σε πρότυπη κατάσταση. Ελευθερώθηκε ποσό θερμότητας ίσο με 5,18 kJ. Να υπολογίσετε:

i. Την ΔH° της αντίδρασης εξουδετέρωσης μεταξύ NH₃ και HCl.

ii. Την ΔH° του ιοντισμού του NH₄⁺ στο νερό.

Γ2. Ρυθμιστικό διάλυμα Δ1 περιέχει δύο φωσφορικά άλατα του καλίου (δύο από K₃PO₄, K₂HPO₄ και KH₂PO₄). Το διάλυμα Δ1 έχει pH γύρω στο 7 και ογκομετρείται δύο φορές.

1^η ογκομέτρηση:

Ποσότητα 10 mL από το διάλυμα Δ1 ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,05 M ή HCl 0,05 M, χρησιμοποιώντας ως δείκτη την φαινολοφθαλεΐνη ($pK_a = 10^{-9}$, άχρωμα τα ΗΔ, κόκκινα τα Δ⁻). Για να χρωματιστεί το ογκομετρούμενο διάλυμα ροζ για πρώτη φορά, απαιτήθηκαν 20 ml πρότυπου διαλύματος.

2^η ογκομέτρηση:

Ποσότητα 20 mL από το διάλυμα Δ1 ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα KOH 0,05 M ή HNO₃ 0,1 M, χρησιμοποιώντας ως δείκτη το πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου ($pK_a = 10^{-5}$, κόκκινα τα ΗΔ, κίτρινα τα Δ⁻). Για να χρωματιστεί το ογκομετρούμενο διάλυμα πορτοκαλί για πρώτη φορά, απαιτήθηκαν 20 ml πρότυπου διαλύματος.

α. Ποιο από τα δύο προτεινόμενα πρότυπα διαλύματα θα χρησιμοποιήσετε για κάθε ογκομέτρηση; Να εξηγήσετε τις επιλογές σας.

β. Να υπολογίσετε τις αρχικές συγκεντρώσεις των δύο αλάτων του διαλύματος Δ1.

γ. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των οξόνων στο διάλυμα Δ1.

Δίνεται για H₃PO₄: $K_{a1} = 7,1 \times 10^{-3}$, $K_{a2} = 6,3 \times 10^{-8}$, $K_{a3} = 4,5 \times 10^{-13}$. $K_w = 10^{-14}$.

Γ3. α. Δίνονται δύο υδατικά διαλύματα των 25 °C:

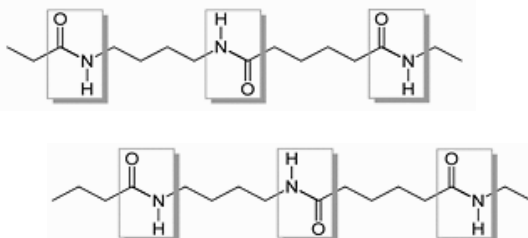
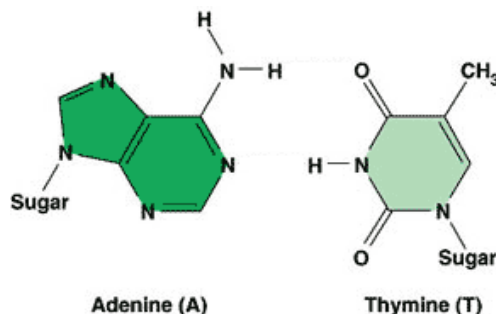
διάλυμα Υ1 : διάλυμα HCl περιεκτικότητας 3,65 g/L

διάλυμα Υ2: διάλυμα HF περιεκτικότητας 2 g/L.

Να συγκρίνετε τα παραπάνω διαλύματα ως προς την ωσμωτική τους πίεση. (Ar: H: 1, Cl: 35,5, F: 19)

β. Να συμβολίσετε τους ισχυρούς διαμοριακούς δεσμούς που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων αδενίνης και θυμίνης εντός ενός μορίου DNA. Πόσοι είναι σε πλήθος αυτοί οι δεσμοί;

γ. Ποιες διαμοριακές δυνάμεις εξηγούν τη μεγάλη αντοχή του ηγ10π-6,6; Να τις συμβολίσετε πάνω στο ακόλουθο σχήμα που απεικονίζει δύο γειτονικά μόρια:



ΘΕΜΑ Δ**(Μονάδες 5x5 = 25)**

Οικονομική παρασκευή υδρογονοανθρακικού νατρίου (NaHCO₃, μαγειρική σόδα) και ανθρακικού νατρίου (Na₂CO₃, βιομηχανική σόδα) με τη μέθοδο Solvay.

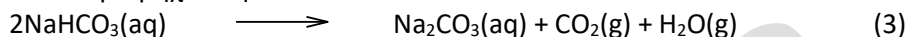
Η κύρια αντίδραση είναι:



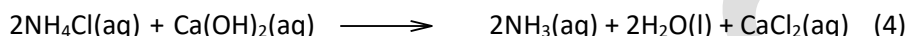
Το NH₄HCO₃ παρασκευάζεται με την αντίδραση:



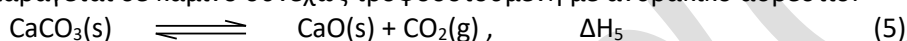
Από το διάλυμα NaHCO₃ που απομένει απομακρύνεται το νερό, το στερεό NaHCO₃ θερμαίνεται στους 200 °C, και δίνει τελικά βιομηχανική σόδα:



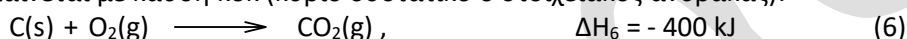
Η αμμωνία ανακυκλώνεται:



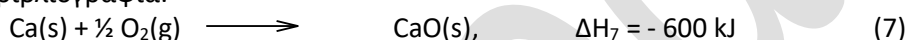
ενώ το CO₂(g) παράγεται σε κάμινο συνεχώς τροφοδοτούμενη με ανθρακικό ασβέστιο:



Η κάμινος θερμαίνεται με καύση κοκ (κύριο συστατικό ο στοιχειακός άνθρακας):



Επιπλέον, από βιβλιογραφία:



Καίγονται πλήρως 1,5 kg κοκ καθαρότητας 80 % w/w σε άνθρακα (C_(s)) σύμφωνα με την αντίδραση (6).

Η παραγόμενη θερμότητα, χωρίς απώλειες, διοχετεύεται στην κάμινο του CaCO₃ και απορροφάται πλήρως αφού πραγματοποιείται η αντίδραση (5).

Το CO₂ που συλλέγεται από τις αντιδράσεις (5) και (6), χωρίς απώλειες, διοχετεύεται υπό πίεση σε πύργο που περιέχει 200 kg υδατικού διαλύματος NH₃ 1,7 % w/w, σύμφωνα με την αντίδραση (2).

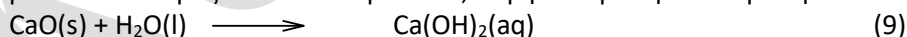
Ταυτόχρονα ξεκινά η αντίδραση (1), αφού στον πύργο της αντίδρασης υπάρχει μεγάλη ποσότητα κορεσμένου διαλύματος NaCl. Η αντίδραση (1) γίνεται τελικά με απόδοση 80 %.

Η παραγόμενη μαγειρική σόδα (NaHCO₃), αφού απομονωθεί από το σύστημα της αντίδρασης (1), πυρώνεται σύμφωνα με την αντίδραση (3) και δίνει ως τελικό προϊόν τη βιομηχανική σόδα (Na₂CO₃).

Δ1. Να υπολογίσετε τη μάζα της παραγόμενης βιομηχανικής σόδας.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: C: 12, N: 14, H: 1, Na: 23 και O: 16.

Ολόκληρη η ποσότητα του CaO(s) που παράγεται από την αντίδραση (5), σβήνεται με μεγάλη ποσότητα νερού και μετατρέπεται σε υδροξείδιο του ασβεστίου, σύμφωνα με την αντίδραση:



Στο παραγόμενο ασβεστόνερο διοχετεύεται ολόκληρη η ποσότητα του NH₄Cl που έχει προκύψει με την ολοκλήρωση της αντίδρασης (1). Πραγματοποιείται η αντίδραση (4).

Το σύστημα της αντίδρασης (4), με θέρμανση, αποβάλλει πλήρως την αμμωνία που περιέχει. Η αέρια αμμωνία που προκύπτει εισάγεται εκ νέου στον πύργο που λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις (1) και (2) (ανάκτηση αμμωνίας).

Δ2. Να υπολογίσετε το ποσοστό ανάκτησης της NH₃ στη συνολική πορεία της μεθόδου Solvay.

Μέρος της παραγόμενης σόδας (Na₂CO₃), διαλύεται πλήρως στο νερό, οπότε προκύπτουν 200 mL υδατικού διαλύματος σόδας (διάλυμα Υ1). 10 mL του διαλύματος Υ1 ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα HCl 0,1 M και δείκτη πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου. Ο δείκτης αυτός είναι ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ (ΗΔ) με pK_a = 4. Μέχρι το τελικό σημείο της ογκομέτρησης καταναλώθηκαν 20 mL του πρότυπου διαλύματος.

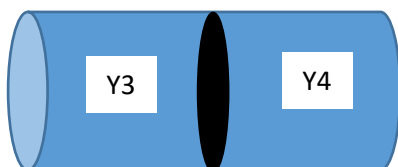
Δίνονται: για H₂CO₃: K_{a1} = 4*10⁻⁷, K_{a2} = 4*10⁻¹¹

Δ3. α. Να χαρακτηρίσετε το διάλυμα Υ1 ως όξινο, βασικό ή ουδέτερο. Να εξηγήσετε την επιλογή σας.

β. Να υπολογίσετε την περιεκτικότητα σε g/ L του Na₂CO₃ στο διάλυμα Υ1.

- γ. Στο τελικό σημείο, ρυθμίζουμε το pH του ογκομετρούμενου διαλύματος, οπότε προκύπτει το υδατικό διάλυμα Y2 με pH στην τιμή 6. Να υπολογίσετε το ποσοστό μετασχηματισμού του δείκτη ΗΔ σε Δ⁻ στο διάλυμα Y2.

Απομονώνονται x mol καθαρού CaCl₂(s) (αντίδραση (4)), διαλύονται πλήρως στο νερό, οπότε προκύπτουν 2 L υδατικού διαλύματος CaCl₂ (διάλυμα Y3) που φέρονται σε επαφή μέσω ευκίνητης ημιπερατής μεμβράνης με ίσο όγκο μοριακού υδατικού διαλύματος C₆H₁₂O₆ 1,8 % w/v (διάλυμα Y4), ίδιας θερμοκρασίας:



Με την αποκατάσταση ισορροπίας παρατηρήθηκε απώλεια όγκου του διαλύματος Y4 ίση με 20 %.

Δ4. Να υπολογίσετε την τιμή x.

Δ5. α. Πόσα cm³ σε STP ανακτημένης αέριας NH₃ πρέπει να διοχετεύσουμε σε 100 mL υδατικού διαλύματος HNO₃ 0,2 M (διάλυμα Y5) ώστε να προκύψει, χωρίς μεταβολή όγκου, διάλυμα Y6 με pH = 9;

β. Διοχετεύουμε ίσο όγκο μεθυλαμίνης (CH₃NH₂) (STP) σε ίση ποσότητα διαλύματος Y5, ώστε να προκύψει, χωρίς μεταβολή όγκου, το διάλυμα Y7.

Να συγκρίνετε τις τιμές pH των διαλυμάτων Y6 και Y7.

Δίνονται: για NH₃: K_b = 10⁻⁵, όλα τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία 25 °C.

Να γίνουν όλες οι προσεγγίσεις που επιτρέπονται με βάση τη θεωρία του σχολικού βιβλίου.

ΚΑΛΗ ΤΥΧΗ!!!