



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το υλικό αναρτάται με σκοπό να αποτελέσει μια πρακτική και ουσιαστική βοήθεια για τους μαθητές και για τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς σε αυτές τις ιδιαίτερα κρίσιμες στιγμές που περνά η πατρίδα μας.

Το συγκεκριμένο αρχείο θα εμπλουτίζεται συνεχώς με νέο υλικό για τη Γ' Λυκείου, ώστε να διευκολύνει την επαφή των μαθητών με την Χημεία και την επανάληψη. Τα αρχεία τα οποία θα αναρτηθούν θα εμπεριέχουν υλικό που θα αφορά ξεχωριστά κάθε κεφάλαιο της Γ' Λυκείου.

Τα θέματα που παρουσιάζονται παρακάτω έχουν επιμεληθεί οι συνάδελφοι:

1. Αποστολάτος Ηλίας (Α.Η)
2. Θεοδώρου Ανέστης (Θ.Α)
3. Μελιδωνέας Γεώργιος (Μ.Γ)
4. Μπαλτζόπουλος Αντώνιος (Μ.Α)
5. Χρονάκης Αντώνιος (Χ.Α)

Δίπλα από την αρίθμηση κάθε ερώτησης υπάρχουν τα αρχικά των παραπάνω συναδέλφων.

❖ Επιστημονικός έλεγχος επαναληπτικού εκπαιδευτικού υλικού και τήρησης των προδιαγραφών: ΧΡΟΝΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

2.1 (Α.Η)

Σε μια ενδόθερμη αντίδραση ισχύει :

α. $q > 0$

β. $\Delta H < 0$

γ. $H_{\text{προϊόντων}} < H_{\text{αντιδρώντων}}$

δ. $H_{\text{προϊόντων}} > H_{\text{αντιδρώντων}}$

2.2 (Α.Η)

Η ενθαλπία της αντίδρασης (ΔH) : $\text{C}_2\text{H}_6 + 7/2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ δεν εξαρτάται:

α. από τη φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και προϊόντων

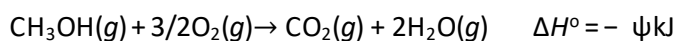
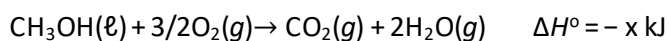
β. από τις ποσότητες των αντιδρώντων

γ. από τη θερμοκρασία στην οποία έγινε η μέτρηση

δ. από την πίεση υπό την οποία πραγματοποιήθηκε η αντίδραση

2.3 (Α.Η)

Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις για την καύση της μεθανόλης:



Για τα χ και ψ ισχύει:

α. $\chi < \psi$

β. $\chi > \psi$

γ. $\chi = \psi$

δ. δεν μπορούμε να τα συγκρίνουμε

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.4 (Α.Η)

Από τη θερμοχημική εξίσωση $2\text{NH}_3(g) \rightarrow \text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g)$ $\Delta H^\circ = + 22 \text{ Kcal}$, προκύπτει ότι κατά το σχηματισμό 1,2 g H_2 από τη διάσπαση μιας ποσότητας NH_3 ($A, H=1$):

- α. απελευθερώνονται 8,8 Kcal
- β. απορροφώνται 8,8 Kcal
- γ. απορροφώνται 4,4 Kcal
- δ. απορροφώνται 26,4 Kcal

2.5 (Α.Η)

Ποιο από τα παρακάτω φαινόμενα είναι εξώθερμο:

- α. $\text{I}_2(g) \rightarrow 2\text{I}(g)$
- β. $\text{I}_2(s) \rightarrow \text{I}_2(g)$
- γ. πήξη νερού
- δ. εξάτμιση οινόπνεύματος

2.6 (Μ.Γ)

Η αντίδραση καύσης ενός υδρογονάνθρακα είναι:

- α. εξώθερμη.
- β. ενδόθερμη.
- γ. ενδόθερμη ή εξώθερμη, ανάλογα με τη φυσική κατάσταση του υδρογονάνθρακα.
- δ. ενδόθερμη ή εξώθερμη, ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων άνθρακα στο μόριο του υδρογονάνθρακα.

2.7 (Μ.Γ)

Η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ εξαρτάται από:

- α. τις ποσότητες των αντιδρώντων.
- β. τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.
- γ. τη φυσική κατάσταση του παραγόμενου νερού.
- δ. τη φυσική κατάσταση του παραγόμενου νερού και τις ποσότητες των αντιδρώντων.

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.8 (Μ.Γ)

Από τη θερμοχημική εξίσωση $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$ $\Delta H^\circ = -110 \text{ kJ}$, προκύπτει ότι η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης $2CO(g) \rightarrow 2C(s) + O_2(g)$ ισούται με:

- α. -220 kJ
- β. $+220 \text{ kJ}$
- γ. $+55 \text{ kJ}$
- δ. $+110 \text{ kJ}$

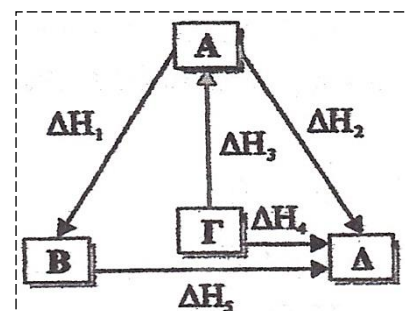
2.9 (Μ.Γ)

Το διπλανό σχήμα παρουσιάζει ορισμένους θερμοχημικούς κύκλους. Από τις παρακάτω μαθηματικές σχέσεις για τις μεταβολές ενθαλπίας:

- I. $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_5$ II. $\Delta H_5 + \Delta H_2 = \Delta H_1$ III. $\Delta H_5 + \Delta H_1 = \Delta H_2$
- IV. $\Delta H_3 + \Delta H_2 = \Delta H_4$ V. $\Delta H_4 + \Delta H_2 = \Delta H_3$

σωστές είναι:

- α. μόνο η II
- β. μόνο η III
- γ. μόνο οι III και IV
- δ. όλες



2.10 (Μ.Γ)

Όταν $1 \text{ mol } H_2(g)$ και $0,5 \text{ mol } O_2(g)$ αντιδρούν προς παραγωγή $1 \text{ mol } H_2O(g)$ τότε εκλύεται θερμότητα 242 kJ , ενώ όταν $1 \text{ mol } H_2(g)$ και $0,5 \text{ mol } O_2(g)$ αντιδρούν προς παραγωγή $1 \text{ mol } H_2O(l)$ τότε το αντίστοιχο ποσό θερμότητας είναι 285 kJ . Για την εξαέρωση $1,8 \text{ kg}$ υγρού νερού, απαιτείται θερμότητα (σε kJ) ίση με:

- α. 4,3
- β. 43
- γ. 527
- δ. 4300

2.11 (Μ.Α)

Σύμφωνα με την θεωρία των συγκρούσεων, μια αντίδραση είναι πιο εύκολα πραγματοποιήσιμη όσο:

- α. μικρότερη είναι η τιμή ΔH
- β. μεγαλύτερη είναι η τιμή ΔH
- γ. μικρότερη είναι η τιμή E_a
- δ. μεγαλύτερη είναι η τιμή E_a

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.12 (M.A)

Σε ένα δοχείο πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση που όμως φαίνεται πως δεν εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου. Με ποιον από τους παρακάτω τρόπους μπορούμε να διαπιστώσουμε εάν η αντίδραση είναι μια αργά εξελισσόμενη μονόδρομη αντίδραση ή μια αμφίδρομη αντίδραση που βρίσκεται σε κατάσταση χημικής ισορροπίας :

- α. μεταβολή της θερμοκρασίας στο δοχείο
- β. μεταβολή του όγκου του δοχείου
- γ. προσθήκη κατάλληλου καταλύτη
- δ. προσθήκη ποσότητας αντιδρώντος σώματος

2.13 (M.A)

Κατά την διάρκεια της απλής αντίδρασης $A(g) + 2B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$ η ποσότητα της ουσίας Γ :

- α. αυξάνεται με φθίνοντα ρυθμό
- β. αυξάνεται με αύξοντα ρυθμό
- γ. μειώνεται με φθίνοντα ρυθμό
- δ. μειώνεται με αύξοντα ρυθμό

2.14 (M.A)

Σε μια αντίδραση 1^{ης} τάξης, οι μονάδες μέτρησης της σταθεράς k του νόμου της ταχύτητας της αντίδρασης είναι:

- α. $M \cdot s^{-1}$
- β. $M^{-1} \cdot s$
- γ. M^{-1}
- δ. s^{-1}

2.15 (M.A)

Κατά την διάρκεια μιας απλής αντίδρασης που ολοκληρώνεται σε 10 min, σε ποιο από τα παρακάτω χρονικά διαστήματα η μέση ταχύτητα της αντίδρασης έχει μεγαλύτερη τιμή:

- α. 0 – 2 min
- β. 0 – 4 min
- γ. 2 – 4 min
- δ. 4 – 10 min

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.16 (M.A)

Η πίεση στην έναρξη της αντίδρασης: $A(g) + 3B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$ που πραγματοποιείται σε δοχείο σταθερού όγκου και υπό σταθερή θερμοκρασία, είναι ίση με 8 atm. Τη στιγμή της ολοκλήρωσης της αντίδρασης, η πίεση στο δοχείο μπορεί να είναι :

- α. 16 atm
- β. 10 atm
- γ. 8 atm
- δ. 6 atm

2.17 (M.A)

Μια αντίδραση ολοκληρώνεται σε 5 min σχηματίζοντας 5 g προϊόντος. Επαναλαμβάνουμε την αντίδραση στις ίδιες συνθήκες αλλά έχοντας προσθέσει καταλύτη. Για την τελική κατάσταση μπορεί να ισχύει :

- α. ολοκληρώνεται σε 4 min σχηματίζοντας 4 g προϊόντος.
- β. ολοκληρώνεται σε 4 min σχηματίζοντας 5 g προϊόντος.
- γ. ολοκληρώνεται σε 5 min σχηματίζοντας 4 g προϊόντος.
- δ. ολοκληρώνεται σε 5 min σχηματίζοντας 5 g προϊόντος

2.18 (M.A)

Μια αντίδραση που πραγματοποιείται παρουσία καταλύτη ολοκληρώνεται σε 10 min σχηματίζοντας 8 g προϊόντος. Εάν επαναληφθεί η ίδια αντίδραση στις ίδιες συνθήκες απουσία καταλύτη, σε 10 min μπορεί να έχουν παραχθεί :

- α. 6 g προϊόντος
- β. 8 g προϊόντος
- γ. 10 g προϊόντος
- δ. 12 g προϊόντος

2.19 (M.A)

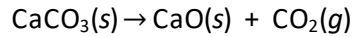
Η αντίδραση $A(g) + 2B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$ έχει $E_a = 600$ kJ/mol και $\Delta H = 400$ kJ/mol. Εάν προσθέσουμε καταλύτη η αντίδραση μπορεί να έχει :

- α. $E_a = 600$ kJ/mol και $\Delta H = 400$ kJ/mol
- β. $E_a = 600$ kJ/mol και $\Delta H = 300$ kJ/mol
- γ. $E_a = 300$ kJ/mol και $\Delta H = 400$ kJ/mol
- δ. $E_a = 500$ kJ/mol και $\Delta H = 400$ kJ/mol

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.20 (M.A)

Με ποιον από τους παρακάτω τρόπους μπορεί να αυξηθεί η ταχύτητα της αντίδρασης :



- α. μείωση του όγκου του δοχείου
- β. μείωση της θερμοκρασίας
- γ. αύξηση του βαθμού κατάτμησης του CaCO_3
- δ. αύξηση του βαθμού κατάτμησης του CaO

2.21 (M.A)

Ποια από τις παρακάτω προτάσεις που αφορούν την επίδραση HOOC-COOH σε όξινο υδατικό διάλυμα KMnO_4 είναι λανθασμένη :

- α. καταλύτης είναι τα ιόντα Mn^{2+}
- β. εάν τοποθετηθεί από την αρχή καταλύτης η αντίδραση θα ολοκληρωθεί συντομότερα
- γ. η ταχύτητα της αντίδρασης παίρνει την μέγιστη τιμή της στην έναρξή της
- δ. το διάλυμα KMnO_4 μπορεί να αποχρωματιστεί

2.22 (M.A)

Η αντίδραση $\text{A}(s) + 2\text{B}(g) \rightarrow \text{Γ}(g)$ είναι :

- α. 2^{ης} τάξης
- β. 3^{ης} τάξης
- γ. 1^{ης} τάξης
- δ. δε μπορούμε να γνωρίζουμε

2.23 (M.A)

Αν στην απλή αντίδραση $\text{A}(g) + 2\text{B}(g) \rightarrow \text{AB}(g)$, διπλασιαστεί ο όγκος του δοχείου, ($T = \text{σταθερή}$), τότε η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης :

- α. υπο-τετραπλασιάζεται
- β. τετραπλασιάζεται
- γ. οκταπλασιάζεται
- δ. υπο-οκταπλασιάζεται

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.24 (M.A)

Για την αντίδραση $3A(g) + B(s) \rightarrow 2\Gamma(g)$ οι μονάδες μέτρησης της σταθεράς k του νόμου της ταχύτητας της αντίδρασης είναι :

- α. $M^{-1} \cdot s^{-1}$
- β. $M^{-2} \cdot s^{-1}$
- γ. $M^{-3} \cdot s^{-1}$
- δ. δεν επαρκούν τα δεδομένα

2.25 (X.A)

Σε κλειστό δοχείο σταθερού εισάγουμε ίσους όγκους αερίων Κ και Λ (στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας) τα αντιδρούν σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση: $K(g) + x\Lambda(g) \rightarrow 2M(g)$ $\Delta H = -50 \text{ kJ}$ και παρατηρούμε ότι οι συγκεντρώσεις των αερίων Λ και Μ μεταβάλλονται με τον ίδιο ρυθμό. Οπότε:

- α. η συγκέντρωση του Μ αυξάνεται με αύξοντα ρυθμό.
- β. η συγκέντρωση του Κ ελαττώνεται με διπλάσιο ρυθμό από τη συγκέντρωση του Λ.
- γ. η πίεση στο δοχείο παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της αντίδρασης.
- δ. εκλύεται θερμότητα με φθίνοντα ρυθμό.

2.26 (X.A)

Η αντίδραση $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$

- α. είναι 2^{ης} τάξης
- β. είναι 1^{ης} τάξης
- γ. έχει σίγουρα κάποιο μηχανισμό και η ταχύτητα καθορίζεται από το αργό στάδιο
- δ. δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω

2.27 (X.A)

Στην αντίδραση $8H_2S(g) + 4O_2(g) \rightarrow 8H_2O(g) + S_8(g)$ ο μέσος ρυθμός κατανάλωσης του $O_2(g)$ για το χρονικό διάστημα 0 – 2 min βρέθηκε ίσος με 0,16 M/min. Ο μέσος ρυθμός παραγωγής του $H_2O(g)$ για το χρονικό διάστημα από 0 – 3 min μπορεί να είναι ίσος με:

- α. 0,32 M/min
- β. 0,28 M/min
- γ. 0,64 M/min
- δ. 0,36 M/min

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.28 (X.A)

Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει τις καμπύλες αντίδρασης των ουσιών που συμμετέχουν στην αντίδραση η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση: $\Lambda(g) + \mu M(g) \rightarrow 3N(g) + \xi Z(g)$

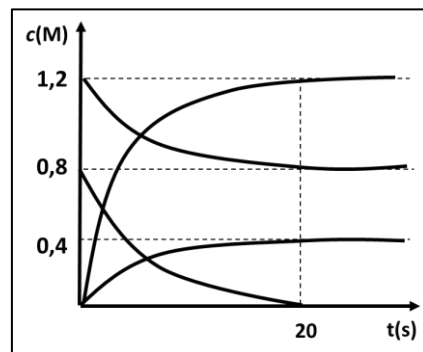
Οι τιμές των συντελεστών μ και ξ (ακέραιοι) καθώς και η μέση ταχύτητα της αντίδρασης από 0 – 20 είναι:

α. $\mu=1$, $\xi=1$ και $u=0,01$ M/s

β. $\mu=2$, $\xi=1$ και $u=0,02$ M/s

γ. $\mu=2$, $\xi=2$ και $u=0,02$ M/s

δ. $\mu=2$, $\xi=1$ και $u=0,01$ M/s



2.29 (X.A)

Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 4 mol ισομοριακού μίγματος NO και O₂ οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση: $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$. Σε κάθε χρονική στιγμή ισχύει ότι:

α. $[NO] = [NO_2]$

β. $[NO_2] < [O_2]$

γ. $[NO] > [O_2]$

δ. $[NO] < [O_2]$

2.30 (X.A)

Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει την καμπύλη αντίδρασης μιας ουσίας που μετέχει στην αντίδραση: $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$.

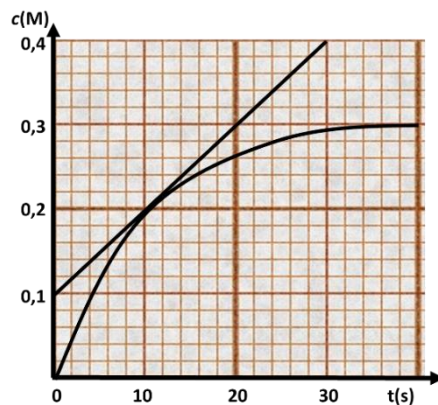
Η ταχύτητα κατανάλωσης του NO₂(g) σε χρόνο 10 s είναι ίση με:

α. $4 \cdot 10^{-3}$ M/s

β. $2 \cdot 10^{-2}$ M/s

γ. $5 \cdot 10^{-3}$ M/s

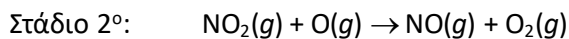
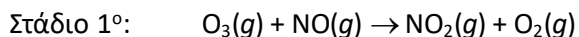
δ. 10^{-2} M/s



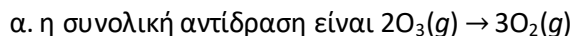
2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.31 (X.A)

Το $\text{NO}(g)$ που περιέχεται στα καυσαέρια των αεροσκαφών συμμετέχει στην μετατροπή του όζοντος σε $\text{O}_2(g)$ ακολουθώντας τον παρακάτω μηχανισμό χημικών αντιδράσεων:



Με βάση το μηχανισμό αυτό προκύπτει ότι:



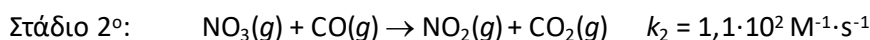
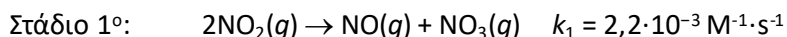
β. το $\text{NO}_2(g)$ είναι ο καταλύτης της αντίδρασης

γ. το $\text{NO}(g)$ είναι το ενεργοποιημένο σύμπλοκο

δ. είναι μια περίπτωση ομογενούς κατάλυσης

2.32 (X.A)

Παρακάτω παρουσιάζεται ο μηχανισμός μιας χημικής αντίδρασης.



α. ο νόμος ταχύτητας της συνολικής αντίδρασης είναι: $u = k_2 \cdot [\text{NO}_3] \cdot [\text{CO}]$

β. ο νόμος ταχύτητας της συνολικής αντίδρασης είναι: $u = k_1 \cdot [\text{NO}_2]^2$

γ. η συνολική αντίδραση είναι: $2\text{NO}_2(g) + \text{CO}(g) \rightarrow \text{NO}(g) + \text{CO}_2(g)$

δ. το NO_3 είναι το ενεργοποιημένο σύμπλοκο της αντίδρασης

2.33 (X.A)

Έχει βρεθεί πειραματικά ότι η αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



α. ο νόμος της ταχύτητας είναι σίγουρα $u = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{NO}]^2$

β. η αντίδραση είναι απλή

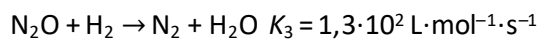
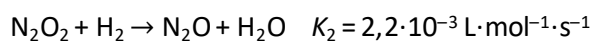
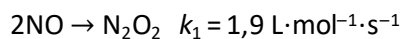
γ. οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας είναι $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

δ. ο νόμος της ταχύτητας είναι υποχρεωτικά $u = k \cdot [\text{H}_2]^2 \cdot [\text{NO}]$

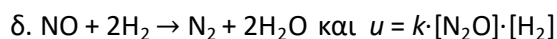
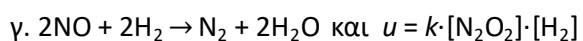
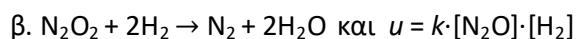
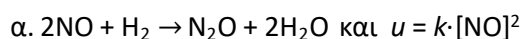
2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.34 (X.A)

Με βάση τον παρακάτω μηχανισμό:



Η συνολική αντίδραση και ο νόμος ταχύτητας είναι:



2.35 (X.A)

Τα υπερθειικά ιόντα αντιδρούν με τα ιόντα ιωδίου σύμφωνα με την εξίσωση:

$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + 3\text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{I}_3^-(\text{aq})$. Για την αντίδραση αυτή δίνονται τα παρακάτω πειραματικά δεδομένα:

ΠΕΙΡΑΜΑ	$[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$ (M)	$[\text{I}^-]$ (M)	u_0 (M/s)
1 ^ο	0,160	0,044	$8,8 \cdot 10^{-4}$
2 ^ο	0,160	0,022	$4,4 \cdot 10^{-4}$
3 ^ο	0,320	0,022	$8,8 \cdot 10^{-4}$

Από τα δεδομένα αυτά προκύπτει ότι η σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης είναι ίση με:

α. $8,000 \text{ M}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

β. $0,125 \text{ M}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

γ. $8,000 \text{ M}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

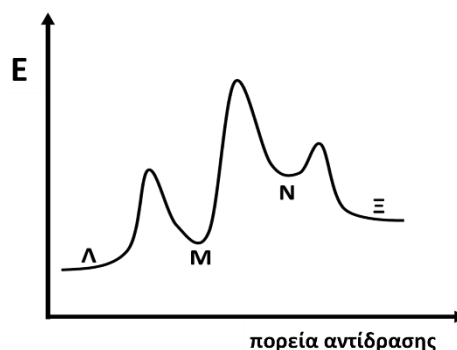
δ. $0,125 \text{ M}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.36 (X.A)

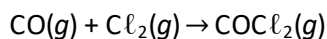
Με βάση το διπλανό διάγραμμα ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;

- I. Η αντίδραση είναι ενδόθερμη
 - II. Στο διάγραμμα εμφανίζονται 2 ενεργοποιημένα σύμπλοκα (M και N)
 - III. Η ταχύτητα της αντίδρασης καθορίζεται από το 2^ο στάδιο M → N
 - IV. Ο μηχανισμός που παρουσιάζεται περιλαμβάνει 3 στάδια
- α. όλες
β. I, III, IV
γ. I, II
δ. II, III, IV



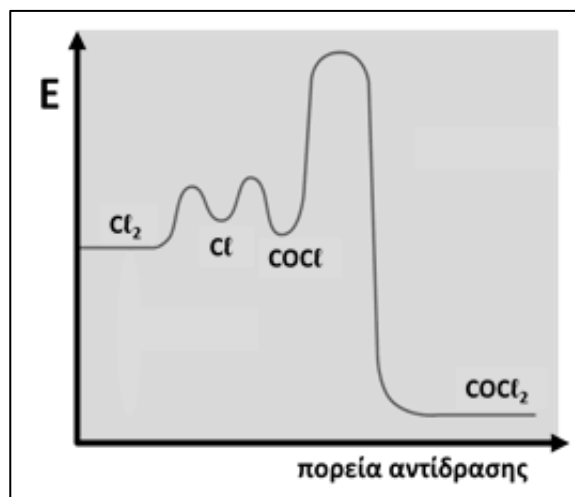
2.37 (X.A)

Το διπλανό σχήμα δείχνει τη μεταβολή στην ενέργεια της πολύπλοκη αντίδρασης:



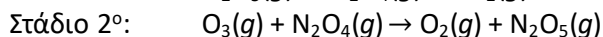
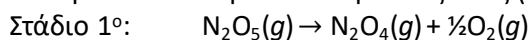
Από το συγκεκριμένο μηχανισμό προκύπτει ότι:

- α. σε κάθε στάδιο εκλύεται θερμότητα
- β. η αντίδραση πραγματοποιείται σε δύο στάδια
- γ. το τελικό στάδιο καθορίζει την ταχύτητα της συνολικής αντίδρασης
- δ. η συνολική αντίδραση είναι ενδόθερμη



2.38 (X.A)

Για την καταλυτική διάσπαση του όζοντος (O₃) σε οξυγόνο (O₂) έχει προταθεί ο εξής μηχανισμός.



Ο καταλύτης και το ενδιάμεσο προϊόν είναι αντίστοιχα:

- α. N₂O₄(g) και N₂O₅(g)
- β. N₂O₅(g) και N₂O₄(g)
- γ. O₃ και O₂
- δ. O₂ και O₃

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.39 (X.A)

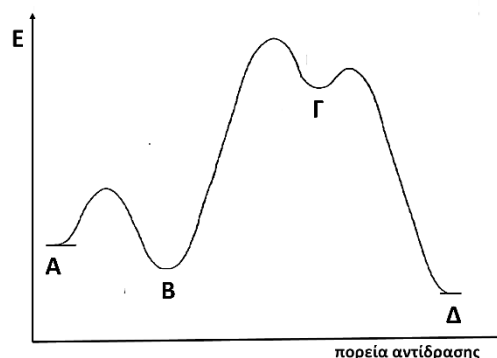
Η μέση ταχύτητα παραγωγής του NO_2 από τη διάσπαση του N_2O_4 , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightarrow 2\text{NO}_2(g)$ είναι ίση με $0,06 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$ τα πρώτα 5 s. Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης από 5-6 s μπορεί να είναι ίση με:

- α. $0,02 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$
- β. $0,03 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$
- γ. $0,05 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$
- δ. $0,08 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$

2.40 (X.A)

Το διπλανό σχήμα δείχνει τη μεταβολή της ενέργειας της πολύπλοκης αντίδρασης $A \rightarrow \Delta$.

- α. η συνολική αντίδραση είναι ενδόθερμη
- β. υπάρχουν 2 ενεργοποιημένα σύμπλοκα
- γ. στο 1^ο στάδιο απορροφάται θερμότητα από το περιβάλλον
- δ. το 2^ο στάδιο καθορίζει την ταχύτητα της συνολικής αντίδρασης



2.41 (Θ.A)

Για την αντίδραση $\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5\text{O}_2(g) \rightarrow 3\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$ ισχύει ότι:

- α. Τα προϊόντα έχουν υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα αντιδρώντα και η ΔH είναι αρνητική.
- β. Τα προϊόντα έχουν υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα αντιδρώντα και η ΔH είναι θετική.
- γ. Τα προϊόντα έχουν χαμηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα αντιδρώντα και η ΔH είναι αρνητική.
- δ. Τα προϊόντα έχουν χαμηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα αντιδρώντα και η ΔH είναι θετική.

2.42 (Θ.A)

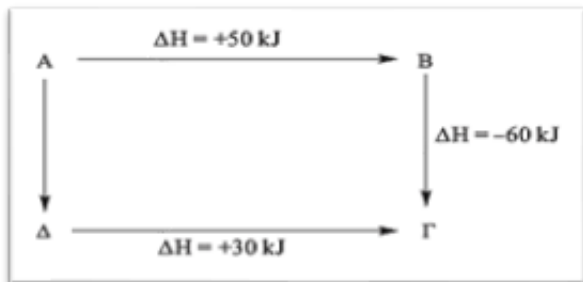
Το ενεργοποιημένο σύμπλοκο είναι ένα χημικό είδος που είναι:

- α. σταθερό και έχει χαμηλή ενέργεια
- β. ασταθές και έχει υψηλή ενέργεια
- γ. ασταθές και έχει χαμηλή ενέργεια
- δ. σταθερό και έχει υψηλή ενέργεια

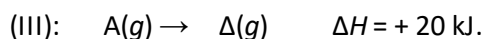
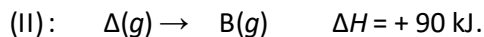
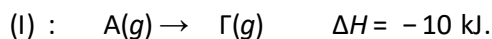
2° & 3° ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.43 (Θ.Α)

Δίνεται ο θερμοχημικός κύκλος:



Για ορισμένες από τις αντιδράσεις του κύκλου δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



Από αυτές σωστές είναι οι:

α. I και II

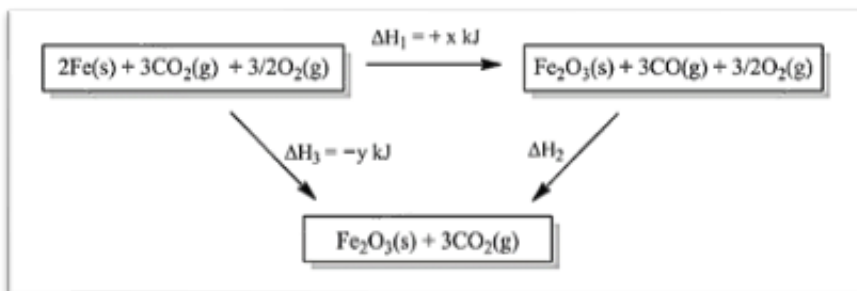
β. I και III

γ. II και III

δ. Όλες

2.44 (Θ.Α)

Από τον παρακάτω θερμοχημικό κύκλο



προκύπτει ότι η ενθαλπία (ΔH) της αντίδρασης : $\text{CO}(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g)$ υπολογίζεται από τη σχέση:

α. $\Delta H = \Delta H_2 = -(x+y)$

β. $\Delta H = \frac{\Delta H_2}{3} = \frac{x+y}{3}$

γ. $\Delta H = \frac{\Delta H_2}{3} = -\frac{x+y}{3}$

δ. $\Delta H = \Delta H_2 = x+y$

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.45 (Θ.Α)

Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης, επειδή:

- Οι δεσμοί των αντιδρώντων μορίων εξασθενούν
- Οι συγκρούσεις των μορίων είναι πιο βίαιες
- Η συχνότητα των συγκρούσεων των μορίων ελαττώνεται
- Μεγαλύτερο ποσοστό μορίων έχει την ελάχιστη ενέργεια, ώστε να δίνουν αποτελεσματικές συγκρούσεις

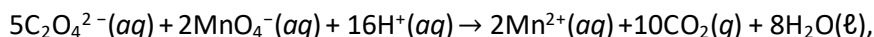
2.46 (Θ.Α)

Η πρόταση που περιγράφει ιδιότητα η οποία δεν θεωρείται θεμελιώδες χαρακτηριστικό ενός καταλύτη είναι:

- Να παραμένει χημικά αμετάβλητος στο τέλος της αντίδρασης.
- Να παρέχει έναν εναλλακτικό μηχανισμό αντίδρασης που περιλαμβάνει χαμηλότερη ενέργεια ενεργοποίησης.
- Να έχει την ίδια φυσική κατάσταση με αυτή των αντιδρώντων.
- Να έχει μεγάλη επιφάνεια επαφής στην περίπτωση στερεού καταλύτη.

2.47 (Θ.Α)

Κατά την αντίδραση οξείδωσης του οξαλικού οξέος (COOH)₂ με υπερμαγγανικό κάλιο παρουσία θειικού οξέος:



μπορούμε να επιταχύνουμε τον αποχρωματισμό του διαλύματος του KMnO₄, αν:

- Προσθέσουμε στο μίγμα αντίδρασης εξαρχής διάλυμα NaOH.
- Απομακρύνουμε το CO₂ που παράγεται.
- Προσθέσουμε στο μίγμα αντίδρασης, εξαρχής, ιόντα Mn²⁺.
- Ελαττώσουμε τη θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται η αντίδραση.

2.48 (Θ.Α)

Αντίδραση με μεγαλύτερο χρόνο ολοκλήρωσης θα πραγματοποιηθεί κατά την προσθήκη:

- Ελάσματος Zn μάζας α g σε περίσσεια διαλύματος HCl 1 M, στους 25 °C.
- Σκόνης Zn μάζας α g σε περίσσεια διαλύματος HCl 1 M, στους 25 °C.
- Σκόνης Zn μάζας α g σε περίσσεια διαλύματος HCl 2 M, στους 40 °C.
- Ελάσματος Zn μάζας α g σε περίσσεια διαλύματος HCl 1 M, στους 40 °C.

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.49 (Θ.Α)

Για την αντίδραση $A(s) + 2B(g) \rightarrow \Gamma(g)$,

ο νόμος της ταχύτητας βρέθηκε ότι έχει τη μορφή $v = k \cdot [B]$.

Δίνονται οι παρακάτω προτάσεις.

- I. Η αντίδραση είναι πρώτης τάξης ως προς το A.
- II. Η αντίδραση είναι δεύτερης τάξης.
- III. Η αντίδραση πραγματοποιείται σε βήματα.
- IV. Η αντίδραση είναι απλή.
- V. Η γραφική παράσταση της ταχύτητας της αντίδρασης σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση του B είναι ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.
- VI. Οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας είναι mol/L·s.

Από αυτές **λανθασμένες** είναι οι:

- α. I, II, IV, VI
- β. II, IV, V, VI
- γ. IV, V
- δ. I, III

2.50 (Θ.Α)

Δίνεται η απλή αντίδραση $A(g) + 2B(g) \rightarrow \Gamma(g)$. Αν διπλασιάσουμε ταυτόχρονα τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων, υπό σταθερό όγκο και σταθερή θερμοκρασία, η ταχύτητα της αντίδρασης:

- α. Τετραπλασιάζεται
- β. Διπλασιάζεται
- γ. Οκταπλασιάζεται
- δ. Αυξάνεται δεκαέξι φορές

2.51 (Θ.Α)

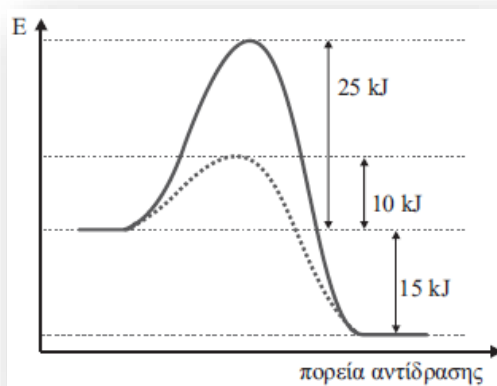
Η κινητική μελέτη μιας αντίδρασης που πραγματοποιείται σε στάδια καθορίζει ότι ο νόμος της ταχύτητας προσδιορίζεται από εκείνο το στάδιο του μηχανισμού που:

- α. Έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια ενεργοποίησης
- β. Περιλαμβάνει τον μεγαλύτερο αριθμό αντιδρώντων
- γ. Έχει τη μικρότερη ενέργεια ενεργοποίησης
- δ. Περιλαμβάνει τον μικρότερο αριθμό αντιδρώντων

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.52 (Θ.Α)

Στο διπλανό σχήμα δίνεται γραφικά η επίδραση ενός καταλύτη στο ενεργειακό διάγραμμα μιας χημικής αντίδρασης. Με βάση τα δεδομένα του διαγράμματος, από τις γραμμές α, β, γ, δ του παρακάτω πίνακα εκείνη που περιέχει στοιχεία που αντιστοιχούν στην πραγματοποίηση της αντίδρασης, παρουσία καταλύτη, είναι η:



	Μεταβολή ενθαλπίας (ΔH)	Ενέργεια ενεργοποίησης (E_a)
α.	- 15 kJ	10 kJ
β.	+ 15 kJ	10 kJ
γ.	- 15 kJ	25 kJ
δ.	+ 15 kJ	25 kJ

2.53 (Θ.Α)

Για την απλή αντίδραση $2A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$ από τις παρακάτω σχέσεις σωστή είναι η:

α. $\frac{d[A]}{dt} = -2k[A]^2[B]$

β. $\frac{d[B]}{dt} = k[A][B]$

γ. $\frac{d[\Gamma]}{dt} = 2k[A][B]^2$

δ. $\frac{d[A]}{dt} = 2\frac{d[B]}{dt} = 2k[A][B]$

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ «ΕΡΕΤΟ - ΛΑΘΟΣ»

2.1 (Α.Η)

Τα καυσόξυλα θα αποδώσουν μεγαλύτερη θερμότητα στο σπίτι, αν τα αφήσουμε να στεγνώσουν, πριν τα κάψουμε.

2.2 (Α.Η)

Για τον προσδιορισμό της ενθαλπίας μιας αντίδρασης θα πρέπει κατά τη διάρκειά της τα αντιδρώντα και τα προϊόντα να είναι στην ίδια θερμοκρασία

2.3 (Μ.Γ)

Η ενθαλπία είναι μια καταστατική ιδιότητα.

2.4 (Μ.Γ)

Από ενεργειακή άποψη, είναι προτιμότερο να πληρώσουμε 24 L βενζίνης στην τιμή των 25 L, παρά να μας πουλήσουν 25 L βενζίνης που περιέχει 4 % v/v νερό.

2.5 (Μ.Γ)

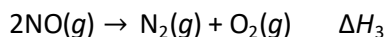
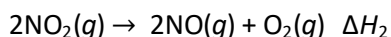
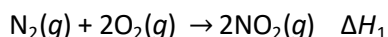
Πρότυπη κατάσταση μιας ουσίας είναι η πιο σταθερή μορφή της, σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία 0°C.

2.6 (Μ.Γ)

18 g H₂O(l) θερμοκρασίας 25°C, έχουν περισσότερη ενθαλπία απ' ό τι ένα μίγμα που αποτελείται από 2 g H₂(g) και 16 g O₂(g) στην ίδια θερμοκρασία.

2.7 (Μ.Γ)

Για τις παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις ισχύει $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$.



2.8 (Χ.Α)

Αναμιγνύονται 1 mol N₂(g) και 3 mol H₂(g) και διατηρούμε σταθερή τη θερμοκρασία στους θ °C οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:

$\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{NH}_3(g) \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$. Το ποσό της θερμότητας που ελευθερώνεται, θα είναι 92 kJ.

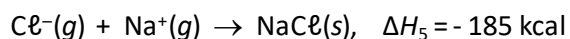
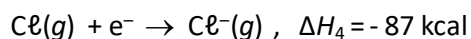
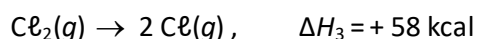
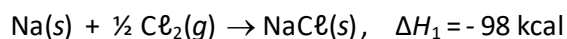
ΑΣΚΗΣΕΙΣ

2.1 (Α.Η)

Ποιο ποσό θερμότητας θα απαιτηθεί για την αποβολή ενός ηλεκτρονίου από άτομο του νατρίου Na(g), προς σχηματισμό ιόντος νατρίου Na⁺(g) σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση:



Για τον υπολογισμό στηριχθείτε στις παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις:



Δίνεται ο αριθμός Avogadro N_A

2.2 (Α.Η)

Αέριο μίγμα που περιέχει 6,72 L H₂ σε STP και 6,4 g O₂, αναφλέγεται και σχηματίζει νερό σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$ $\Delta H^\circ = \dots \text{ kJ}$

Να υπολογιστούν:

α) Η ενθαλπία ΔH° της παραπάνω αντίδρασης

β) Το ποσό της θερμότητας που ελευθερώθηκε κατά την αντίδραση και η μάζα του νερού που παράχθηκε.

Δίνονται: $\text{H}_2(g) + 1/2\text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g)$ $\Delta H^\circ = -242 \text{ kJ}$ και $\Delta H_{\text{εξάτμισης}} \text{H}_2\text{O}(\ell) = 44 \text{ kJ/mol}$

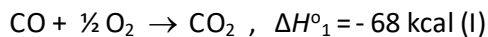
A_r : O=16, H=1

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.3 (Α.Η)

Μίγμα 17,6 g που αποτελείται από C και S καίγεται προς CO, CO₂ και SO₂. Στο παραγόμενο μίγμα η κατ' όγκο περιεκτικότητα του CO₂ είναι τριπλάσια της αντίστοιχης του CO, ενώ το παραγόμενο ποσό θερμότητας είναι 59,2 kcal. Να βρεθεί η κατά βάρος περιεκτικότητα του αρχικού μίγματος.

Δίνονται:



A_rC=12, O=16, S=32

2.4 (Α.Η)

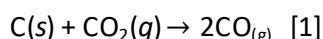
Σε 100 mL διαλύματος HBr συγκέντρωσης 0,5M προσθέτουμε 300 mL διαλύματος Ca(OH)₂ συγκέντρωσης 0,5 M. Να υπολογισθεί:

- το παραγόμενο από την εξουδετέρωση ποσό θερμότητας.
- οι συγκεντρώσεις όλων των διαλυμένων ουσιών στο τελικό διάλυμα.

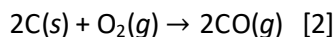
Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση: $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HBr} \rightarrow \text{CaBr}_2 + 2\text{H}_2\text{O}, \Delta H = -114 \text{ Kcal}$

2.5 (Μ.Γ)

Όταν διοξείδιο του άνθρακα διαβιβάζεται πάνω σε ερυθροπυρωμένο άνθρακα, λαμβάνει χώρα η αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Στην ίδια θερμοκρασία, όταν οξυγόνο διαβιβάζεται πάνω σε ερυθροπυρωμένο άνθρακα, λαμβάνει χώρα η αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



A. Να υπολογίσετε τις ενθαλπίες των αντιδράσεων που περιγράφονται από τις χημικές εξισώσεις [1] και [2] αν για τις αντιδράσεις του άνθρακα έχουμε τα εξής δεδομένα:

- τέλεια καύση, $\Delta H_3 = -390 \text{ kJ/mol}$
- ατελής καύση προς μονοξείδιο του άνθρακα, $\Delta H_4 = -105 \text{ kJ/mol}$

B. 380 g ενός ισομοριακού μίγματος που περιέχει διοξείδιο του άνθρακα και οξυγόνο, αντιδρούν με ερυθροπυρωμένο άνθρακα. Πόσα γραμμάρια μονοξειδίου του άνθρακα θα παραχθούν και πόση θερμότητα θα απορροφηθεί ή θα εκλυθεί;

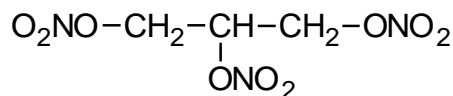
Γ. Αέριο μίγμα που αποτελείται από διοξείδιο του άνθρακα και οξυγόνο διαβιβάζεται πάνω σε ερυθροπυρωμένο άνθρακα και δεν παρατηρείται θερμική μεταβολή. Να υπολογίσετε την αναλογία mol των δύο συστατικών του μίγματος.

Δίνονται: οι σχετικές ατομικές μάζες C:12, O:16.

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.6 (Μ.Γ)

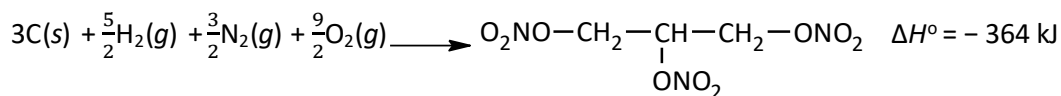
Ο δυναμίτης είναι ένα από τα πιο γνωστά εκρηκτικά και έχει ως βασικό συστατικό τη νιτρογλυκερίνη της οποίας ο συντακτικός τύπος δίνεται παρακάτω.



Στη θερμοκρασία δωματίου η νιτρογλυκερίνη βρίσκεται στην υγρή κατάσταση και κατά τη διάσπασή της (έκρηξη) παράγονται άζωτο, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και νερό, όπου όλα τα προϊόντα είναι σε αέρια μορφή.

- A. I. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που λαμβάνει χώρα κατά την έκρηξη της νιτρογλυκερίνης.
II. Με βάση την παραπάνω χημική εξίσωση, να δώσετε μια ερμηνεία για τη μεγάλη εκρηκτικότητα που παρουσιάζει η νιτρογλυκερίνη.

B. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση:



Επίσης, οι πρότυπες ενθαλπίες για τις αντιδράσεις καύσης του άνθρακα (τέλεια) και του υδρογόνου είναι -394 kJ/mol και -242 kJ/mol αντίστοιχα. Να υπολογίσετε την πρότυπη ενθαλπία για την αντίδραση έκρηξης της γλυκερίνης.

- Γ. Στο δυναμίτη, η νιτρογλυκερίνη έχει εμποτισθεί σε αδρανές υλικό. Από την έκρηξη μιας ράβδου δυναμίτη εκλύεται ενέργεια περίπου 1 MJ . Πόσα γραμμάρια νιτρογλυκερίνης περιέχονται σε κάθε ράβδο δυναμίτη;
Να θεωρήσετε ότι κατά την έκρηξη λαμβάνει χώρα πλήρης διάσπαση της νιτρογλυκερίνης.
Δ. Θεωρούμε ότι μια ράβδος δυναμίτη έχει όγκο περίπου ίσο με 100 cm^3 . Να βρείτε πόσες φορές μεγαλύτερος είναι σε σχέση με τον αρχικό, ο συνολικός όγκος των αερίων που παράγονται από την έκρηξη μιας ράβδου δυναμίτη σε συνθήκες:
i. ατμοσφαιρικής πίεσης και θερμοκρασίας δωματίου.
ii. ατμοσφαιρικής πίεσης και θερμοκρασίας 5000°C (μέγιστη τιμή θερμοκρασίας).

Δίνονται: οι σχετικές ατομικές μάζες $\text{H}:1$, $\text{C}:12$, $\text{N}:14$, $\text{O}:16$ και η παγκόσμια σταθερά

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

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.7 (X.A)

Για την αντίδραση $2A(g) + B(g) \rightarrow 3\Gamma(g)$ δίνονται τα παρακάτω πειραματικά δεδομένα:

ΠΕΙΡΑΜΑ	[A] (M)	[B] (M)	u_0 (M/s)
1 ^ο	0,5	0,8	10^{-3}
2 ^ο	0,5	0,4	10^{-3}

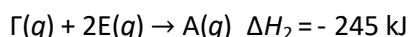
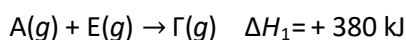
A. Αν η σταθερά ταχύτητας είναι ίση με $\lambda \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ στους $\theta^\circ\text{C}$ τότε να:

- βρείτε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης.
- υπολογίσετε την τιμή της σταθερά ταχύτητας λ .
- προτείνεται ένα πιθανό μηχανισμό.

B. Σε κλειστό δοχείο εισάγουμε 2 mol ισομοριακού μίγματος των αερίων A και B στους $\theta^\circ\text{C}$ οπότε πραγματοποιείται η παραπάνω αντίδραση. Τη χρονική στιγμή t_1 η στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης έχει υπο-τετραπλασιαστεί σε σχέση με την αρχική. Να βρείτε:

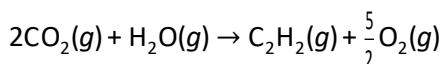
- τη σύσταση του μίγματος των αερίων (σε mol) τη χρονική στιγμή t_1 .
- την ολική πίεση που ασκείται στο δοχείο αν ο όγκος του είναι 8,2 L και η θερμοκρασία είναι 27°C . Δίνεται: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- το ποσό θερμότητας που εκλύεται η απορροφάται μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 .

Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις:

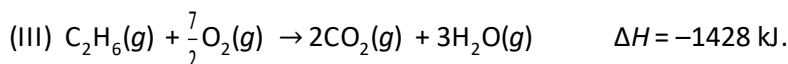
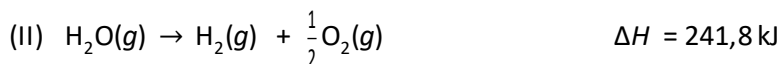
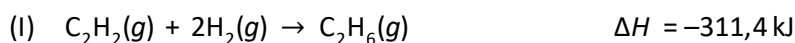


2.8 (Θ.A)

Υπολογίστε την ενθαλπία της αντίδρασης:



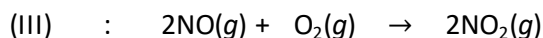
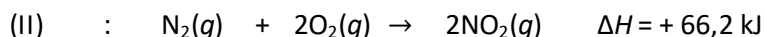
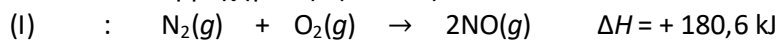
αξιοποιώντας τις παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις



2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.9 (Θ.Α) ΑΣΚΗΣΗ

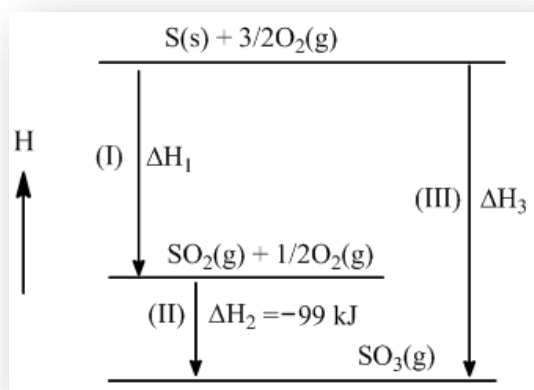
Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



Υπολογίστε την ενθαλπία, ΔH , της αντίδρασης (III), χρησιμοποιώντας θερμοχημικό κύκλο. Να σχεδιάσετε το αντίστοιχο ενεργειακό διάγραμμα.

2.10 (Θ.Α)

Δίνονται το παρακάτω ενεργειακό διάγραμμα,



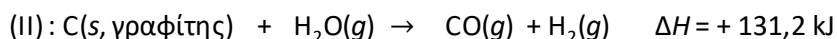
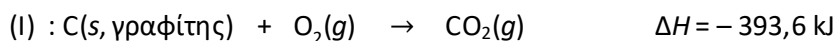
και οι εξής πληροφορίες:

- Σε κλειστό δοχείο Α εισάγονται 0,2 mol S και 0,2 mol O₂ οπότε σε κατάλληλες συνθήκες πραγματοποιείται η αντίδραση (I) του διαγράμματος, ενώ εκλύεται θερμότητα 59,4 kJ.
- Σε άλλο κλειστό δοχείο Β, εισάγονται 0,2 mol S και 0,2 mol O₂ οπότε σε κατάλληλες συνθήκες πραγματοποιείται η αντίδραση (III) του διαγράμματος.
 - α. Να υπολογίσετε τις ενθαλπίες ΔH_1 και ΔH_3 των αντιδράσεων (I) και (III) του διαγράμματος.
 - β. Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά την αντίδραση που πραγματοποιείται στο δοχείο Β.

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.11 (Θ.Α)

Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



α. Σε σωλήνα που περιέχει περίσσεια ερυθροπυρωμένου C, διαβιβάζουμε μίγμα O₂ και υδρατμών. Ποια πρέπει να είναι η αναλογία mol των υδρατμών και του O₂ στο μίγμα τους, ώστε το ποσό θερμότητας που θα εκλυθεί κατά την αντίδραση (I), να είναι το ίδιο με το ποσό θερμότητας που θα απορροφηθεί κατά την αντίδραση (II) (δηλαδή να μη παρατηρηθεί καμία θερμοκή μεταβολή).

β. Αν το μίγμα υδρατμών και O₂ ήταν ένα ισομοριακό μίγμα όγκου 4,48 L (σε STP):

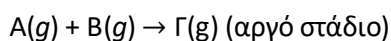
- Ποιο θα ήταν το θερμικό αποτέλεσμα των αντιδράσεων του μίγματος με την περίσσεια του C;
- Ποιος όγκος αερίων (σε L σε STP) θα εξέρχονταν τελικά από το σωλήνα;

2.12 (Θ.Α) ΑΣΚΗΣΗ

Η ταχύτητα της αντίδρασης: $2A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$ $\Delta H > 0$

βρέθηκε πειραματικά ότι είναι 1^ης τάξης ως προς το A και 1^ης τάξης ως προς το B.

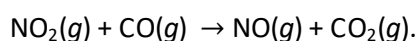
Παρακάτω δίνεται ένας μηχανισμός για την παραπάνω αντίδραση:



- Να εξηγήσετε γιατί ο παραπάνω μηχανισμός θεωρείται λανθασμένος.
- Να προτείνετε έναν πιθανό μηχανισμό για την αντίδραση.

2.13 (Θ.Α) ΑΣΚΗΣΗ

Μια από τις χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στα συστήματα εξάτμισης των αυτοκινήτων, δίνεται με τη χημική εξίσωση:



Σε κλειστό δοχείο και σε σταθερή θερμοκρασία θ₁°C εκτελούμε διάφορα πειράματα για την μελέτη της κινητικής της παραπάνω αντίδρασης. Τα πειραματικά αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πείραμα	[NO ₂] (mol/L)	[CO] (mol/L)	Αρχ. ταχύτητα υ (mol/L·s)
1 ^ο	0,1	0,1	0,005
2 ^ο	0,4	0,1	0,08
3 ^ο	0,1	0,2	0,005

2^ο & 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

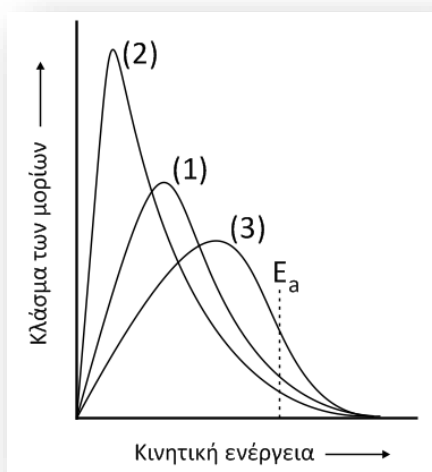
α. Να δείξετε ότι η αντίδραση δεν πραγματοποιείται με τον απλό μηχανισμό και να προτείνετε έναν πιθανό μηχανισμό.

β. Αν το πείραμα 1 πραγματοποιείται σε δοχείο όγκου $V = 2 \text{ L}$, να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του NO που θα περιέχεται στο δοχείο τη χρονική στιγμή κατά την οποία η ταχύτητα της αντίδρασης θα έχει υποτετραπλασιαστεί σε σχέση με την αρχική της τιμή.

γ. Για τα δεδομένα του πειράματος 1, να σχεδιάσετε το διάγραμμα της $[\text{NO}_2]$ σε συνάρτηση με το χρόνο και της ταχύτητας της αντίδρασης σε συνάρτηση με τη $[\text{NO}_2]$.

i. Πως θα μεταβληθούν τα διαγράμματα αυτά αν στο πείραμα 1 η αντίδραση είχε πραγματοποιηθεί σε θερμοκρασία $\theta_2 > \theta_1$;

ii. Αν η καμπύλη (1) στο παρακάτω διάγραμμα (ενεργειακή κατανομή των αντιδρώντων μορίων σε διαφορετικές θερμοκρασίες) αντιστοιχεί στη θερμοκρασία θ_1 , να εξηγήσετε ποια από τις άλλες δύο καμπύλες αντιστοιχεί στη θερμοκρασία θ_2 .





ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το υλικό αναρτάται με σκοπό να αποτελέσει μια πρακτική και ουσιαστική βοήθεια για τους μαθητές και για τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς σε αυτές τις ιδιαίτερα κρίσιμες στιγμές που περνά η πατρίδα μας.

Το συγκεκριμένο αρχείο θα εμπλουτίζεται συνεχώς με νέο υλικό για τη Γ' Λυκείου, ώστε να διευκολύνει την επαφή των μαθητών με την Χημεία και την επανάληψη. Τα αρχεία τα οποία θα αναρτηθούν θα εμπεριέχουν υλικό που θα αφορά ξεχωριστά κάθε κεφάλαιο της Γ' Λυκείου.

Τα θέματα που παρουσιάζονται παρακάτω έχουν επιμεληθεί οι συνάδελφοι:

1. Αποστολάτος Ηλίας (Α.Η)
2. Θεοδώρου Ανέστης (Θ.Α)
3. Μελιδωνέας Γεώργιος (Μ.Γ)
4. Μπαλτζόπουλος Αντώνιος (Μ.Α)
5. Χρονάκης Αντώνιος (Χ.Α)

Δίπλα από την αρίθμηση κάθε ερώτησης υπάρχουν τα αρχικά των παραπάνω συναδέλφων.

❖ Επιστημονικός έλεγχος επαναληπτικού εκπαιδευτικού υλικού και τήρησης των προδιαγραφών: ΧΡΟΝΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

2.1 (Α.Η)

δ. $H_{\text{προϊόντων}} > H_{\text{αντιδρώντων}}$

2.2 (Α.Η)

β. από τις ποσότητες των αντιδρώντων

2.3 (Α.Η)

α. $\chi < \psi$

2.4 (Α.Η)

γ. απορροφώνται 4,4 Kcal

2.5 (Α.Η)

γ. πήξη νερού

2.6 (Μ.Γ)

α. εξώθερμη.

2.7 (Μ.Γ)

γ. τη φυσική κατάσταση του παραγόμενου νερού.

2.8 (Μ.Γ)

β. + 220 kJ

2.9 (Μ.Γ)

γ. μόνο οι III και IV

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.10 (Μ.Γ)

δ. 4300

2.11 (Μ.Α)

γ. μικρότερη είναι η τιμή E_a

2.12 (Μ.Α)

γ. προσθήκη κατάλληλου καταλύτη

2.13 (Μ.Α)

α. αυξάνεται με φθίνοντα ρυθμό

2.14 (Μ.Α)

δ. s^{-1}

2.15 (Μ.Α)

α. 0 – 2 min

2.16 (Μ.Α)

δ. 6 atm

2.17 (Μ.Α)

β. ολοκληρώνεται σε 4 min σχηματίζοντας 5 g προϊόντος.

2.18 (Μ.Α)

α. 6 g προϊόντος

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.19 (Μ.Α)

δ. $E_a = 500 \text{ kJ/mol}$ και $\Delta H = 400 \text{ kJ/mol}$

2.20 (Μ.Α)

γ. αύξηση του βαθμού κατάτμησης του CaCO_3

2.21 (Μ.Α)

γ. η ταχύτητα της αντίδρασης παίρνει την μέγιστη τιμή της στην έναρξή της

2.22 (Μ.Α)

δ. δε μπορούμε να γνωρίζουμε

2.23 (Μ.Α)

δ. υπο-οκταπλαισιάζεται

2.24 (Μ.Α)

δ. δεν επαρκούν τα δεδομένα

2.25 (Χ.Α)

δ. εκλύεται θερμότητα με φθίνοντα ρυθμό.

2.26 (Χ.Α)

δ. δεν ισχύει κανένα από τα παραπάνω

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.27 (X.A)

β. 0,28 M/min

2.28 (X.A)

β. $\mu=2$, $\xi=1$ και $u=0,02$ M/s

2.29 (X.A)

δ. $[\text{NO}] < [\text{O}_2]$

2.30 (X.A)

β. $2 \cdot 10^{-2}$ M/s

2.31 (X.A)

δ. είναι μια περίπτωση ομογενούς κατάλυσης

2.32 (X.A)

β. ο νόμος ταχύτητας της συνολικής αντίδρασης είναι: $u = k_1 \cdot [\text{NO}_2]^2$

2.33 (X.A)

γ. οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας είναι $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

2.34 (X.A)

γ. $2\text{NO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ και $u = k \cdot [\text{N}_2\text{O}_2] \cdot [\text{H}_2]$

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.35 (X.A)

δ. $0,125 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

2.36 (X.A)

β. I, III, IV

2.37 (X.A)

γ. το τελικό στάδιο καθορίζει την ταχύτητα της συνολικής αντίδρασης

2.38 (X.A)

β. $\text{N}_2\text{O}_5(g)$ και $\text{N}_2\text{O}_4(g)$

2.39 (X.A)

α. $0,02 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$

2.40 (X.A)

δ. το 2^ο στάδιο καθορίζει την ταχύτητα της συνολικής αντίδρασης

2.41 (Θ.A)

γ. Τα προϊόντα έχουν χαμηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα αντιδρώντα και η ΔH είναι αρνητική.

2.42 (Θ.A)

β. ασταθές και έχει υψηλή ενέργεια

2.43 (Θ.A)

α. I και II

ΛΥΞΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.44 (Θ.Α)

γ. $\Delta H = \frac{\Delta H_2}{3} = -\frac{x+y}{3}$

2.45 (Θ.Α)

δ. Μεγαλύτερο ποσοστό μορίων έχει την ελάχιστη ενέργεια, ώστε να δίνουν αποτελεσματικές συγκρούσεις

2.46 (Θ.Α)

γ. Να έχει την ίδια φυσική κατάσταση με αυτή των αντιδρώντων.

2.47 (Θ.Α)

γ. Προσθέσουμε στο μίγμα αντίδρασης, εξαρχής, ιόντα Mn^{2+} .

2.48 (Θ.Α)

α. Ελάσματος Zn μάζας α g σε περίσσεια διαλύματος HCl 1 M, στους 25 °C.

2.49 (Θ.Α)

α. I, II, IV, VI

2.50 (Θ.Α)

γ. Οκταπλασιάζεται

2.51 (Θ.Α)

α. Έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια ενεργοποίησης

2.52 (Θ.Α)

α.	$\Delta H = -15 \text{ kJ}$	$E_a = 10 \text{ kJ}$
----	-----------------------------	-----------------------

2.53 (Θ.Α)

α. $\frac{d[A]}{dt} = -2k[A]^2[B]$

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ «ΕΡΩΣΤΟ - ΛΑΘΟΣ»

2.1 (Α.Η)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΕΡΩΣΤΟ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Αν είχαν υγρασία ένα μέρος της θερμότητας που απελευθερώθηκε θα καταναλώνονταν για την εξάτμιση του νερού

2.2 (Α.Η)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η θερμοκρασία δεν διατηρείται σταθερή αλλά θα πρέπει οι ενθαλπίες αντιδρώντων και προϊόντων να αναφέρονται στις ίδιες συνθήκες

2.3 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΕΡΩΣΤΟ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Καταστατική ιδιότητα ενός συστήματος είναι το μέγεθος εκείνο που εξαρτάται από την ποσότητα και τις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται το σύστημα και όχι από τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα έφτασε στην κατάσταση αυτή. Η τιμή του ΔH εξαρτάται μόνο από την αρχική και την τελική κατάσταση του συστήματος. Συνεπώς, η ενθαλπία είναι μια καταστατική ιδιότητα.

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.4 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΣΩΣΤΟ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στην 1^η περίπτωση, θα καούν 24 L βενζίνης και θα παραχθεί το αντίστοιχο ποσό ενέργειας.

Στη 2^η περίπτωση, το μίγμα περιέχει $\frac{4}{100} \cdot 25 = 1$ L νερό και $25-1 = 24$ L βενζίνης.

Όμως, ένα μέρος της εκλυόμενης θερμότητας από την καύση των 24 L βενζίνης θα δαπανηθεί για την εξάτμιση του 1 L νερού, με αποτέλεσμα η συνολικά εκλυόμενη ενέργεια να είναι μικρότερη σε σχέση με την 1^η περίπτωση.

2.5 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Οι συνθήκες για την πρότυπη κατάσταση είναι πίεση 1 atm και θερμοκρασία 25°C. Δεν πρέπει να γίνεται σύγκριση με τις συνθήκες STP.

2.6 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αντίδραση μεταξύ υδρογόνου και οξυγόνου είναι εξώθερμη αφού πρόκειται για καύση.

Άρα $\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H < 0$

Χρησιμοποιώντας τη σχέση $n = \frac{m}{M_r}$ υπολογίζουμε τον αριθμό mol για κάθε ουσία.

$$n_{\text{H}_2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ mol} \quad n_{\text{O}_2} = \frac{16}{32} = 0,5 \text{ mol} \quad n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{18}{18} = 1 \text{ mol}$$

Οι παραπάνω ποσότητες ταυτίζονται αριθμητικά με τους στοιχειομετρικούς συντελεστές.

$$\Delta H < 0 \Rightarrow H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}} < 0 \Rightarrow H_{\text{προϊόντων}} < H_{\text{αντιδρώντων}} \Rightarrow H_{(\text{H}_2\text{O})} < H_{(\text{H}_2 + \text{O}_2)}$$

Επομένως, για τις παραπάνω ποσότητες, η ενθαλπία του νερού είναι μικρότερη από την ενθαλπία του μίγματος υδρογόνου και οξυγόνου.

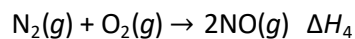
ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2.7 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

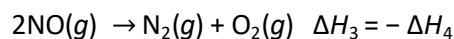
Προσθέτουμε τις δύο πρώτες θερμοχημικές εξισώσεις και προκύπτει η παρακάτω:



Εφαρμόζοντας το νόμο του Hess, παίρνουμε τη σχέση $\Delta H_4 = \Delta H_1 + \Delta H_2$.

Αντιστρέφουμε την παραπάνω θερμοχημική εξίσωση, εφαρμόζοντας το νόμο Lavoisier - Laplace.

Έτσι προκύπτει η τρίτη από τις δοσμένες θερμοχημικές εξισώσεις.



$$\Delta H_3 = -\Delta H_4 \Rightarrow \Delta H_3 = -(\Delta H_1 + \Delta H_2) \Rightarrow \Delta H_3 = -\Delta H_1 - \Delta H_2 \Rightarrow \Delta H_1 = -\Delta H_3 - \Delta H_2$$

$$\Rightarrow \Delta H_1 = -(\Delta H_2 + \Delta H_3)$$

Επομένως, η σχέση $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ είναι λανθασμένη.

2.8 (Χ.Α)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΛΑΘΟΣ

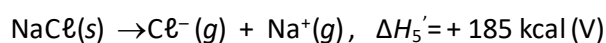
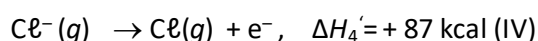
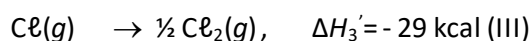
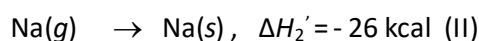
ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Πρέπει να διατηρείται σταθερή η πίεση.

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΛΥΣΗ 2.1 (Α.Η)



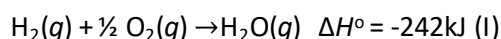
Προσθέτουμε αλγεβρικά τις παραπάνω χημικές εξισώσεις

Άρα $\Delta H_{\text{ολικό}} = 119 \text{ kcal/mol}$ άρα για την αποβολή ενός ηλεκτρονίου απαιτούνται $119/N_A \text{ kcal}$

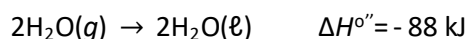
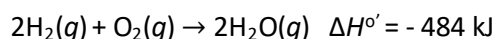
ΛΥΣΗ 2.2 (Α.Η)

$$n(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ mol} \quad \text{και} \quad n(\text{O}_2) = \frac{m}{M_r} = \frac{6,4}{32} = 0,2 \text{ mol}$$

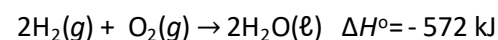
Από τις θερμοχημικές εξισώσεις



Πολλαπλασιάζω την (I) x 2 και αντιστρέφω και πολλαπλασιάζω τη (II) x 2 οπότε έχω:



Προσθέτουμε αλγεβρικά τις παραπάνω εξισώσεις (Hess) οπότε προκύπτει



Από τον έλεγχο της στοιχειομετρίας προκύπτει ότι αντιδρά πλήρως το H_2 (0,3 mol) οπότε

$$q = 0,3 \cdot \frac{572}{2} = 171,6 \text{ kJ}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,3 \cdot 18 = 5,4 \text{ g}$$

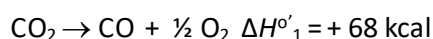
ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 2.3 (Α.Η)

x mol C που μετατράπηκαν σε CO, ψ mol C που μετατράπηκαν σε CO₂ και ω mol S που μετατράπηκαν σε SO₂ όποτε $12x + 12\psi + 32\omega = 17,6$

Η θερμοχημική εξίσωση $C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO$ (IV) προκύπτει ως εξής:

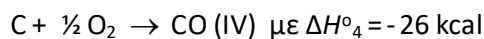
Αντιστρέφω την (I) και η (II) όπως είναι



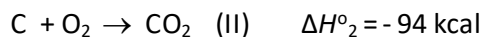
Προσθέτουμε αλγεβρικά τις παραπάνω εξισώσεις (Hess) οπότε προκύπτει:



Έτσι έχουμε:



x mol C δίνουν x mol CO και εκλύουν $q_1 = 26 \cdot x$ kcal



ψ mol C δίνουν ψ mol CO₂ και εκλύουν $q_2 = 94 \cdot \psi$ kcal



ω mol S δίνουν ω mol SO₂ και εκλύουν $q_2 = 71 \cdot \omega$ kcal

$$q_{\text{ολ}} = 26 \cdot x + 94 \cdot \psi + 71 \cdot \omega = 59,2 \text{ kcal}$$

Επίσης στις ίδιες συνθήκες η αναλογία όγκων των αερίων είναι και αναλογία mol οπότε:

$$V_{CO_2}/V_{CO} = \psi/x = 3/1$$

Από τη λύση του συστήματος προκύπτουν τελικά ότι το μίγμα περιέχει 4,8 g C και 12,8 g S.

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 2.4 (Α.Η)

$$n_{\text{HBr}} = c_{\alpha} \cdot V_{\alpha} = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Ca(OH)}_2} = c_{\beta} \cdot V_{\beta} = 0,3 \cdot 0,5 = 0,15 \text{ mol}$$

Από τον έλεγχο της στοιχειομετρίας προκύπτει ότι αντιδρά πλήρως το HBr.

mol	Ca(OH) ₂	+ 2HBr	→	CaBr ₂	2H ₂ O	Q kcal
Αρχικά	0,15	0,05				
Αντιδρούν	0,05/2	0,05				
Παράγονται				0,05/2		(0,05·114)/2
Τελικά	0,125	-		0,025		5,7/2=2,85 kcal

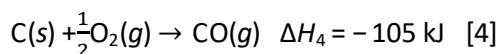
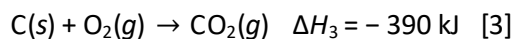
Όγκος τελικού διαλύματος = 400 mL ή 0,4 L

Οι συγκεντρώσεις των διαλυμένων ουσιών στο τελικό διάλυμα είναι:

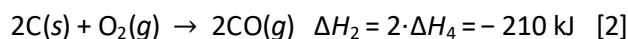
$$[\text{Ca(OH)}_2] = n/V = 0,125/0,4 = 1,25/4 \text{ M και } [\text{CaBr}_2] = n/V = 0,025/0,4 = 0,25/4 \text{ M}$$

ΛΥΣΗ 2.5 (Μ.Γ)

A. Γράφουμε τις θερμοχημικές εξισώσεις καύσης του άνθρακα.



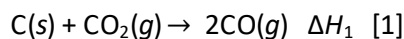
Πολλαπλασιάζουμε τη θερμοχημική εξίσωση [4] επί δύο και προκύπτει η [2].



Αντιστρέφουμε τη θερμοχημική εξίσωση [3], εφαρμόζοντας το νόμο Lavoisier-Laplace.



Προσθέτουμε τις θερμοχημικές εξισώσεις [2] και [5] και έτσι προκύπτει η [1].



Σύμφωνα με το νόμο του Hess, ισχύει $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_5 \Rightarrow \Delta H_1 = -210 + 390 \Rightarrow \Delta H_1 = +180 \text{ kJ}$

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

B. Αφού πρόκειται για ισομοριακό μίγμα, οι ποσότητες mol των CO₂ και O₂ είναι ίσες.

$$m_{\text{ολ.}} = m_{\text{CO}_2} + m_{\text{O}_2} \Rightarrow 380 = n \cdot M_{\text{r}(\text{CO}_2)} + n \cdot M_{\text{r}(\text{O}_2)} \Rightarrow n = \frac{380}{44+32} \Rightarrow n = 5 \text{ mol}$$



Από 1 mol CO₂ παράγονται 2 mol CO και απορροφάται θερμότητα 180 kJ \Rightarrow

$$5 \text{ mol CO}_2 \qquad 10 \text{ mol CO} \qquad 900 \text{ kJ}$$



Από 1 mol O₂ παράγονται 2 mol CO και εκλύεται θερμότητα 210 kJ \Rightarrow

$$5 \text{ mol O}_2 \qquad 10 \text{ mol CO} \qquad 1050 \text{ kJ}$$

Συνολικά:

i. παράγονται $10 + 10 = 20 \text{ mol CO} \Rightarrow m = n_{\text{CO}} \cdot M_{\text{r}(\text{CO})} = 20 \cdot 28 = 560 \text{ g}$

ii. εκλύεται θερμότητα $|900-1050| = |-150| = 150 \text{ kJ}$

Γ. Από τη θερμοχημική εξίσωση [1] έχουμε: Για 1 mol CO₂ απορροφάται θερμότητα 180 kJ

$$\Rightarrow n_1 \text{ mol CO}_2 \qquad 180 \cdot n_1$$

Από τη θερμοχημική εξίσωση [2] έχουμε: Για 1 mol O₂ εκλύεται θερμότητα 210 kJ

$$\Rightarrow n_2 \text{ mol O}_2 \qquad 210 \cdot n_2$$

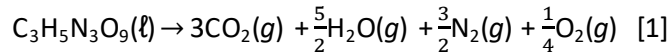
Εφόσον δεν παρατηρείται θερμική μεταβολή, η θερμότητα που απορροφάται στην αντίδραση [1] πρέπει να είναι ίση με τη θερμότητα που εκλύεται στην αντίδραση [2].

$$\text{Άρα } 180 \cdot n_1 = 210 \cdot n_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{210}{180} \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{7}{6}$$

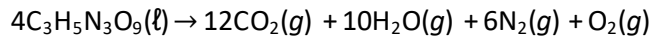
ΛΥΣΕΙΣ 2^ο - 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 2.6 (Μ.Γ)

A. I. Κατά την έκρηξη της νιτρογλυκερίνης λαμβάνει χώρα αντίδραση που περιγράφεται από την ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση:



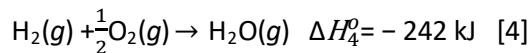
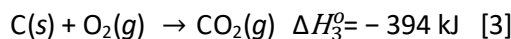
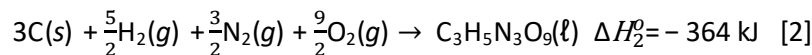
ή



II. Από τη χημική εξίσωση της έκρηξης, παρατηρούμε 4 mol νιτρογλυκερίνης παράγουν 29 mol αερίων που αντιστοιχούν σε πολύ μεγάλη τιμή συνολικού όγκου.

Αυτή η μεγάλη μεταβολή του όγκου, είναι ένας από τους παράγοντες που συνεισφέρουν στην υψηλή εκρηκτικότητα της νιτρογλυκερίνης.

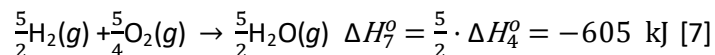
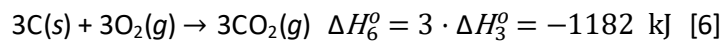
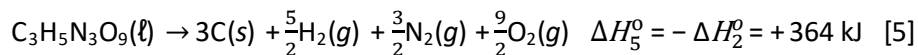
B. Θερμοχημικές εξισώσεις:



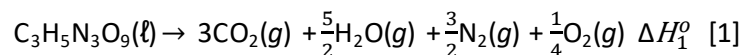
Αντιστρέφουμε τη θερμοχημική εξίσωση [2] εφαρμόζοντας το νόμο Lavoisier - Laplace.

Πολλαπλασιάζουμε τη θερμοχημική εξίσωση [3] επί τρία και την [4] επί $\frac{5}{2}$.

Οπότε, προκύπτουν οι παρακάτω εξισώσεις:



Προσθέτουμε τις θερμοχημικές εξισώσεις [5], [6], [7] και έτσι προκύπτει η [1] με τη ζητούμενη τιμή ΔH



Εφαρμόζοντας το νόμο του Hess, προκύπτει η σχέση:

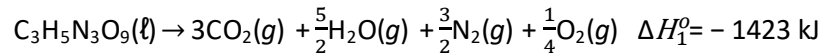
$$\Delta H_1^\circ = \Delta H_5^\circ + \Delta H_6^\circ + \Delta H_7^\circ \Rightarrow \Delta H_1^\circ = 364 - 1182 - 605 \Rightarrow \Delta H_1^\circ = -1423 \text{ kJ}$$

Επομένως, η πρότυπη ενθαλπία διάσπασης (έκρηξης) της γλυκερίνης είναι ίση με -1423 kJ/mol . Πρόκειται για μια αρκετά μεγάλη τιμή σε σχέση με τις συνήθεις τιμές ΔH αντιδράσεων.

ΛΥΣΕΙΣ 2^ο v - 3^ο v ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Γ. Η ενέργεια που ελευθερώνεται από την έκρηξη μιας ράβδου δυναμίτη είναι περίπου ίση με

$$1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J} = 10^3 \text{ kJ}$$



Από τη διάσπαση 1 mol $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$ ελευθερώνεται ενέργεια 1423 kJ

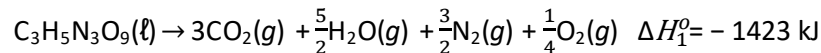
$$x; \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 1000 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow x = \frac{1000}{1423} = 0,70 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$$

$$M_{\text{r}}(\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) = 227 \quad m_{\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9} = n \cdot M_{\text{r}} = 0,70 \cdot 227 = 158,9 \text{ g}$$

Επομένως, σε κάθε ράβδο δυναμίτη περιέχονται περίπου 159 g νιτρογλυκερίνης.

Δ. Στο προηγούμενο ερώτημα βρήκαμε ότι μια ράβδο δυναμίτη περιέχει 0,70 mol νιτρογλυκερίνης.



Από τη διάσπαση 1 mol $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$ παράγονται συνολικά $3 + \frac{5}{2} + \frac{3}{2} + \frac{1}{4} = 7,25$ mol αερίων

$$0,7 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 0,7 \cdot 7,25 = 5,08 \text{ mol αερίων}$$

$$V_{\text{αρχ.}} = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ L}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

Εφαρμόζουμε την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων

$$\text{i. } T = 273 + 25 = 298 \text{ K}$$

$$P \cdot V = n_{\text{ολ.}} \cdot R \cdot T \Rightarrow V_{\text{τελ.}(i)} = \frac{5,08 \cdot 0,082 \cdot 298}{1} \Rightarrow V_{\text{τελ.}(i)} = 124,1 \text{ L}$$

$$\frac{V_{\text{τελ.}(i)}}{V_{\text{αρχ.}}} = \frac{124,1}{0,1} \Rightarrow V_{\text{τελ.}(i)} = 1241 \cdot V_{\text{αρχ.}}$$

Επομένως, έχουμε αύξηση όγκου περισσότερες από 1200 φορές !

$$\text{ii. } T = 273 + 5000 = 5273 \text{ K}$$

$$P \cdot V = n_{\text{ολ.}} \cdot R \cdot T \Rightarrow V_{\text{τελ.}(ii)} = \frac{5,08 \cdot 0,082 \cdot 5273}{1} \Rightarrow V_{\text{τελ.}(ii)} = 2196,5 \text{ L}$$

$$\frac{V_{\text{τελ.}(ii)}}{V_{\text{αρχ.}}} = \frac{2196,5}{0,1} \Rightarrow V_{\text{τελ.}(ii)} = 21965 \cdot V_{\text{αρχ.}}$$

Επομένως, έχουμε αύξηση όγκου σχεδόν 22000 φορές !!

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 2.7 (Χ.Α)

A

i. Έστω ο νόμος ταχύτητας $u = k \cdot [A]^x \cdot [B]^y$ ①

Πείραμα 1: ① $\Rightarrow 10^{-3} = k \cdot (0,5)^x \cdot (0,8)^y$ ②

Πείραμα 2: ① $\Rightarrow 10^{-3} = k \cdot (0,5)^x \cdot (0,4)^y$ ③

Από ②/③ $\Rightarrow 1 = 2^y \Rightarrow y = 0$

Οπότε, η ① γίνεται: $u = k \cdot [A]^x \Rightarrow k = u/[A]^x$.

Από τις μονάδες της σταθεράς ταχύτητας: $M^{-1} \cdot s^{-1} = M \cdot s^{-1} \cdot M^{-x} \Rightarrow x = 2$

Οπότε, ο νόμος ταχύτητας είναι: $u = k \cdot [A]^2$

ii. $k = \frac{u}{[A]^2} \stackrel{(2)}{\Rightarrow} \lambda = \frac{10^{-3}}{0,5^2} = 4 \cdot 10^{-3} M^{-1} \cdot s^{-1}$

iii. Πιθανός μηχανισμός:

$2A(g) \rightarrow \Phi(g)$ (αργό στάδιο)

$\Phi(g) + B(g) \rightarrow 3\Gamma(g)$ (γρήγορο στάδιο)

B.

Έστω x mol A και x mol B.

$n_{\text{ολικά}} = n_A + n_B \Rightarrow 2 = x + x \Rightarrow x = 1 \text{ mol}$

$A(g) + E(g) \rightarrow \Gamma(g) \quad \Delta H_1 = -380 \text{ kJ (x2)}$

$\Gamma(g) + 2E(g) \rightarrow A(g) \quad \Delta H_2 = +245 \text{ kJ (αντιστροφή)}$

$A(g) \rightarrow B(g) \quad \Delta H_3 = -105 \text{ kJ (αντιστροφή)}$

Οπότε, οι αρχικές θερμοχημικές εξισώσεις τροποποιούνται ως εξής:

$2A(g) + 2E(g) \rightarrow 2\Gamma(g) \quad \Delta H_1' = -760 \text{ kJ}$

$A(g) \rightarrow \Gamma(g) + 2E(g) \quad \Delta H_2' = -245 \text{ kJ}$

$B(g) \rightarrow A(g) \quad \Delta H_3' = +105 \text{ kJ}$

Στη συνέχεια, προσθέτουμε τις τροποποιημένες θερμοχημικές εξισώσεις (Hess).

$2A(g) + B(g) \rightarrow 3\Gamma(g) \quad \Delta H = -900 \text{ kJ}$

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

mol	2A(g)	+	B(g)	→	3Γ(g)	ΔH = - 900 kJ
Αρχικά	1		1		-	
Αντ/παρ	-2ω		-ω		+3ω	900·ω
t(s)	1-2ω		1-ω		3ω	εκλύονται 900·ω kJ θερμότητα

Αρχικά: $u_0 = k \cdot [A_0]^2 \Rightarrow u_0 = k \cdot 1^2 \Rightarrow u_0 = 0,1 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$ ①

Σε χρόνο t_1 : $u_1 = k \cdot [A_t]^2 \Rightarrow u_0/4 = k \cdot (1-2\omega)^2 \Rightarrow k/4 = k \cdot (1-2\omega)^2 \Rightarrow (1/2)^2 = (1-2\omega)^2$

$\Rightarrow 1/2 = 1-2\omega$ ή $-1/2 = 1-2\omega$

$\Rightarrow 2\omega = 1/2$ ή $2\omega = 3/2$

$\Rightarrow \omega = 0,25$ ή $\omega = 0,75$ (άτοπο διότι $1-2\omega < 0$)

i. Οπότε, σε χρόνο t_1 στο δοχείο περιέχονται:

$n_A = 1-2\omega = 0,5 \text{ mol}$

$n_B = 1-\omega = 0,75 \text{ mol}$

$n_\Gamma = 3\omega = 0,75 \text{ mol}$

ii. $P_{\text{ολ}} = \frac{n_{\text{ολ}} \cdot R \cdot T}{V_{\text{ολ}}} = \frac{(1-2\omega+1-\omega+3\omega) \cdot 0,082 \cdot 300}{8,2} = \frac{2 \cdot 0,082 \cdot 300}{8,2} = 6 \text{ atm}$

(Θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε την πίεση και από τις αρχικές ποσότητες καθώς στη συγκεκριμένη αντίδραση η πίεση παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκειά της)

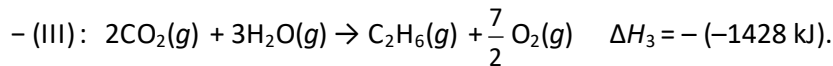
iii. Μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 εκλύονται $900 \cdot \omega = 900 \cdot 0,25 = 225 \text{ kJ}$ θερμότητα

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

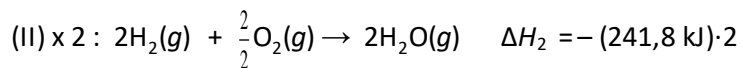
ΛΥΣΗ 2.8 (Θ.Α)

Για τον υπολογισμό της ενθαλπίας της ζητούμενης αντίδρασης, ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία.

- Παρατηρούμε ότι στην ζητούμενη θερμοχημική εξίσωση έχουμε στα αντιδρώντα το CO₂ με συντελεστή το 2, οπότε θα πρέπει να αντιστρέψουμε την εξίσωση (III):

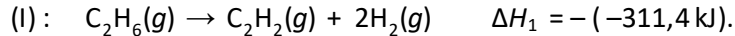


- Παρατηρούμε ότι στην ζητούμενη θερμοχημική εξίσωση το επόμενο αντιδρών είναι το H₂O με συντελεστή το 1. Επειδή, ήδη στην παραπάνω τροποποιημένη εξίσωση έχουμε στα αντιδρώντα το H₂O με συντελεστή το 3, θα πρέπει να αντιστρέψουμε και να πολλαπλασιάσουμε την (II) με το 2:

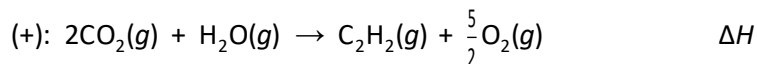
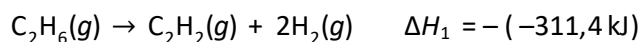
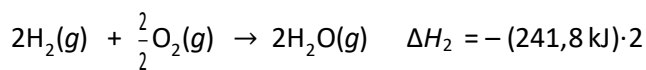
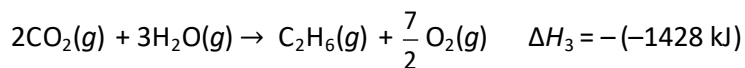


Κατ' αυτόν τον τρόπο, μετά την τελική πρόσθεση των εξισώσεων που θα ακολουθήσει, θα εμφανιστεί στα αντιδρώντα το H₂O με συντελεστή το 1.

- Παρατηρούμε ακόμη ότι στην ζητούμενη θερμοχημική εξίσωση έχουμε στα προϊόντα το C₂H₂ με συντελεστή το 1, οπότε θα πρέπει να αντιστρέψουμε την εξίσωση (I):



- Αφού χρησιμοποιήσαμε **όλες** τις δεδομένες θερμοχημικές εξισώσεις, στη συνέχεια προσθέσουμε τις τροποποιημένες θερμοχημικές εξισώσεις, οπότε τελικά προκύπτει η ζητούμενη εξίσωση :



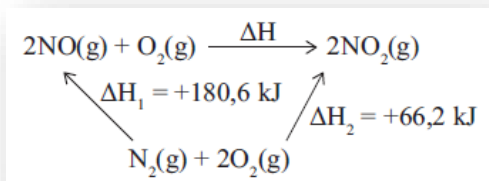
Οπότε, σύμφωνα με τον νόμο του Hess θα είναι:

$$\Delta H = \Delta H_3 + \Delta H_2 + \Delta H_1 = -(-1428 \text{ kJ}) - (241,8 \text{ kJ}) \cdot 2 - (-311,4 \text{ kJ}) = +1255,8 \text{ kJ}.$$

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

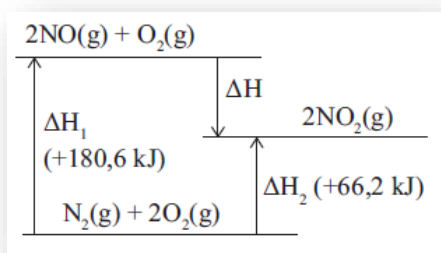
ΛΥΣΗ 2.9 (Θ.Α)

Θερμοχημικός κύκλος:



$$\begin{aligned}
 \Delta H - \Delta H_2 + \Delta H_1 &= 0 \quad \text{ή} \\
 \Delta H &= \Delta H_2 - \Delta H_1 \quad \text{ή} \\
 \Delta H &= +66,2 \text{ kJ} - 180,6 \text{ kJ} = -114,4 \text{ kJ}.
 \end{aligned}$$

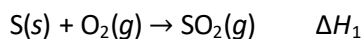
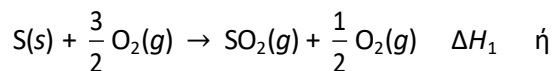
Ενεργειακό διάγραμμα:



ΛΥΣΗ 2.10 (Θ.Α)

α. Για το δοχείο Α:

Η αντίδραση (I) όπως προκύπτει από το διάγραμμα είναι η:



mol:	S(s)	O ₂ (g)	→ SO ₂ (g)	ΔH ₁
Αρχ.:	0,2	0,2	-	
Αντ./παρ.:	-0,2	-0,2	0,2	εκλύονται ΔH ₁ · 0,2
Τελικά:	-	-	0,2	εκλύονται ΔH ₁ · 0,2 = 59,4 kJ

οπότε $\Delta H_1 = -297 \text{ kJ}$.

Οπότε από το διάγραμμα υπολογίζουμε και την ΔH_3 :

$$\Delta H_3 - \Delta H_2 - \Delta H_1 = 0 \quad \text{ή} \quad \Delta H_3 = \Delta H_2 + \Delta H_1 \quad \text{ή} \quad \Delta H_3 = -99 \text{ kJ} - 297 \text{ kJ} \quad \text{ή} \quad \Delta H_3 = -396 \text{ kJ}.$$

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Για το δοχείο Β:

Η αντίδραση (III) όπως προκύπτει από το διάγραμμα είναι η του παρακάτω πίνακα :

mol:	S(s)	+	$\frac{3}{2}$ O ₂ (g)	→	SO ₃ (g)	ΔH ₃ = -396 kJ
Αρχικά:	0,2		0,2		-	
Αντ./παρ.:	-x		$-\frac{3x}{2}$		+x	εκλύονται 396 · x kJ
Τελικά:	0,2 - x		$0,2 - \frac{3x}{2}$		x	εκλύονται 396 · x kJ

Το O₂ είναι το αντιδρών που βρίσκεται σε έλλειμμα, οπότε:

$$0,2 - \frac{3x}{2} = 0 \quad \text{ή} \quad x = \frac{0,4}{3} \quad \text{και} \quad \text{εκλύονται} : 396 \cdot x = 396 \cdot \frac{0,4}{3} \text{ kJ} = 52,8 \text{ kJ}.$$

ΛΥΣΗ 2.11 (Θ.Α)

α. $n(\text{H}_2\text{O}):n(\text{O}_2) = 3:1$

β. i. Εκλύονται **26,24 kJ**.

ii. Από τον σωλήνα εξέρχονται: 0,1 mol CO₂, 0,1 mol CO και 0,1 mol H₂,
συνολικά δηλαδή 0,3 mol αερίων ή **6,72 L (STP)**.

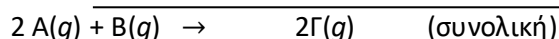
ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 2.12 (Θ.Α)

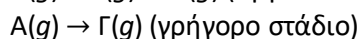
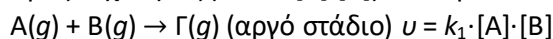
α. Αφού η αντίδραση είναι 1^{ης} τάξης ως προς το Α και 1^{ης} τάξης ως προς το Β, η έκφραση του νόμου ταχύτητας θα είναι: $v = k \cdot [A] \cdot [B]$.

Για να είναι αποδεκτός ο μηχανισμός:

- Πρέπει το άθροισμα των στοιχειωδών αντιδράσεων του μηχανισμού να δίνει τη συνολική αντίδραση, πράγμα που εδώ συμβαίνει:



- Ο νόμος ταχύτητας ($v = k_1 \cdot [A] \cdot [B]$) που προκύπτει από το αργό στάδιο του μηχανισμού:

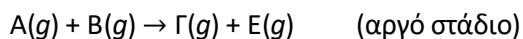


πρέπει να συμφωνεί με τον πειραματικά ευρισκόμενο νόμο της ταχύτητας

($v = k \cdot [A] \cdot [B]$), το οποίο επίσης εδώ ισχύει (με $k_1 = k$).

Όμως, σε κάθε μηχανισμό εμφανίζονται ενδιάμεσα αντίδρασης (χημικές «οντότητες» που παράγονται σε κάποιο αρχικό στάδιο του μηχανισμού και καταναλώνονται σε κάποιο επόμενο στάδιο, χωρίς να εμφανίζονται στη συνολική αντίδραση). Επειδή στον παραπάνω μηχανισμό δεν εμφανίζεται κάποιο ενδιάμεσο αντίδρασης, ο μηχανισμός αυτός δεν μπορεί να θεωρηθεί σωστός, οπότε **απορρίπτεται**.

β. Ένας πιθανός μηχανισμός που πληροί όλες τις παραπάνω απαιτήσεις είναι ο παρακάτω (με Ε το ενδιάμεσο αντίδρασης):



ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 2.13 (Θ.Α)

α. Με βάση τα πειραματικά δεδομένα διαπιστώνουμε τα εξής:

- Πειράματα 1 και 2:

Με ίδια την αρχική συγκέντρωση του CO, τετραπλασιάζοντας την αρχική συγκέντρωση του NO₂, η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης 16εξαπλασιάζεται (16 = 4²). Επομένως, η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη του παράγοντα [NO₂]².

- Πειράματα 1 και 3:

Με ίδια την αρχική συγκέντρωση του NO₂, διπλασιάζοντας την αρχική συγκέντρωση του CO, η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης δεν μεταβάλλεται. Επομένως, η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανεξάρτητη της [CO].

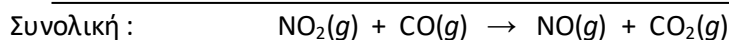
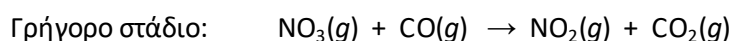
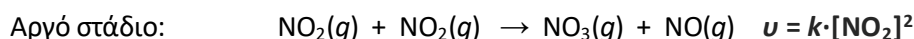
Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι η αντίδραση είναι 2^{ης} τάξης ως προς το NO₂ και μηδενικής τάξης ως προς το CO, δηλαδή:

$$v = k \cdot [\text{NO}_2]^2 \cdot [\text{CO}]^0 \text{ ή } v = k \cdot [\text{NO}_2]^2 \text{ (πειραματικός νόμος ταχύτητας)}$$

Αν η αντίδραση ήταν απλή, τότε ο νόμος ταχύτητας θα ήταν:

$v = k \cdot [\text{NO}_2]^1 \cdot [\text{CO}]^1$ ο οποίος δεν συμφωνεί με τον πειραματικό νόμο, οπότε η αντίδραση θα πραγματοποιείται σε στάδια.

Ένας πιθανός μηχανισμός δίνεται παρακάτω και περιλαμβάνει δύο στάδια, από τα οποία το αργό στάδιο καθορίζει τον νόμο της ταχύτητας. Αθροιζόμενες οι στοιχειώδεις αντιδράσεις των δύο σταδίων δίνουν τη συνολική αντίδραση:



β. Σχηματίζουμε τον παρακάτω πίνακα συγκεντρώσεων:

mol/L	NO ₂ (g)	+	CO(g)	→	NO(g)	+	CO ₂ (g)
Αρχικά (t=0):	0,1		0,1		---		---
Μεταβολές:	-x		-x		x		x
t:	0,1-x		0,1-x		x		x

Θέλουμε σε κάποια χρονική στιγμή t₁ να είναι:

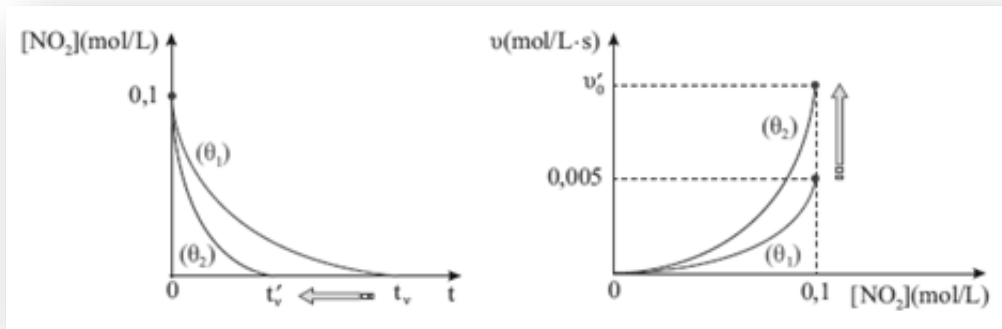
$$v_1 = \frac{v_0}{4} \quad \text{ή} \quad k[\text{NO}_2]^2 = \frac{k[\text{NO}_2]_0^2}{4} \quad \text{ή} \quad [\text{NO}_2] = \frac{[\text{NO}_2]_0}{2} \quad \text{ή}$$

$$0,1 - x = \frac{0,1}{2} \quad \text{οπότε} \quad x = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

ΛΥΣΕΙΣ 2^ου - 3^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Είναι $[\text{NO}] = x$ ή $\frac{n_{\text{NO}}}{V} = x$ ή $\frac{n_{\text{NO}}}{2 \text{ L}} = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ άρα $n_{\text{NO}} = 0,1 \text{ mol}$.

γ. i. Η αύξηση της θερμοκρασίας θα προκαλέσει αύξηση στην αρχική ταχύτητα της αντίδρασης ($v_0' > 0,005$) και ελάττωση του χρόνου ολοκλήρωσής της ($t_v' < t_v$):



ii. Η καμπύλη (3).

Γενικά, η αύξηση της θερμοκρασίας, προκαλεί αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων, με συνέπεια να αυξάνεται ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων. Ουσιαστικά, η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης, επειδή μεγαλύτερο ποσοστό μορίων έχει την ελάχιστη ενέργεια, ώστε να δώσουν αποτελεσματικές συγκρούσεις (ενέργεια ενεργοποίησης). Ο αριθμός των μορίων που έχουν ενέργεια μεγαλύτερη της ενέργειας ενεργοποίησης εκφράζεται με το εμβαδόν της γραμμοσκιασμένης περιοχής στα παρακάτω διαγράμματα. Όσο η θερμοκρασία αυξάνεται, τόσο το εμβαδό αυτό αυξάνεται οπότε η καμπύλη κατανομής μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

