

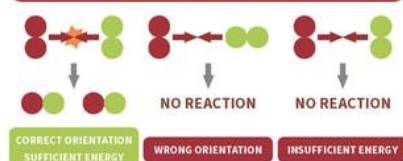
ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ – ΧΗΜΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ

χημεία κατεύθυνσης γ' λυκείου

MAKING CHEMICAL REACTIONS HAPPEN FASTER

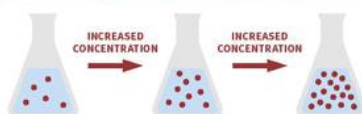
There are a number of different things that we can change to make a chemical reaction faster. Here, we explain the concept of collision theory, and how it can be used to explain the effects of five different factors on the rate of a chemical reaction.

COLLISION THEORY



Collision theory states that, for a reaction to occur, particles must collide with the correct orientation and with sufficient energy for a reaction to occur. Different factors affect the rate of the reaction by affecting the frequency of particle collisions, and/or the proportion of collisions that have enough energy to react.

INCREASE CONCENTRATION OF REACTANTS

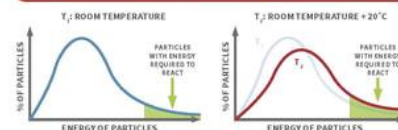


↑ FREQUENCY OF COLLISIONS

↑ % SUCCESSFUL COLLISIONS

Increasing the concentration of reactants in solution increases the rate of reaction as there are a greater number of particles available to react. This increases the frequency of collisions between particles.

INCREASE TEMPERATURE OF REACTION



↑ FREQUENCY OF COLLISIONS

↑ % SUCCESSFUL COLLISIONS

Increasing the temperature increases the kinetic energy of particles. This increases the frequency of particle collisions, and a greater proportion of collisions will have the energy required to react.

INCREASE SURFACE AREA OF REACTANTS

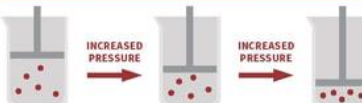


↑ FREQUENCY OF COLLISIONS

↑ % SUCCESSFUL COLLISIONS

Increasing the surface area of solid reactants increases the number of particles that are exposed and available to react, and as a consequence this increases the frequency of particle collisions, increasing rate.

INCREASE PRESSURE OF REACTION

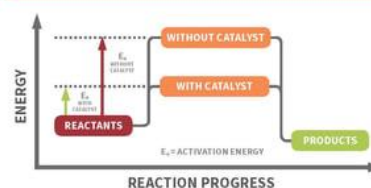


↑ FREQUENCY OF COLLISIONS

↑ % SUCCESSFUL COLLISIONS

Increasing the pressure of a reaction involving gases forces the gas particles closer together. This will increase the frequency of particle collisions, and therefore increase the rate of reaction.

USE A CATALYST IN THE REACTION



A catalyst provides an alternative route for the reaction, with a lower activation energy. This means that particle collisions need less energy in order for a reaction to occur, increasing the rate of the reaction.



© COMPOUND INTEREST 2016 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | Twitter: @compoundchem | Facebook: www.facebook.com/compoundchem
This graphic is shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.



εξώθερμες – ενδόθερμες αντιδράσεις

ενθαλπία – ενέργεια ενεργοποίησης

ενεργειακά διαγράμματα

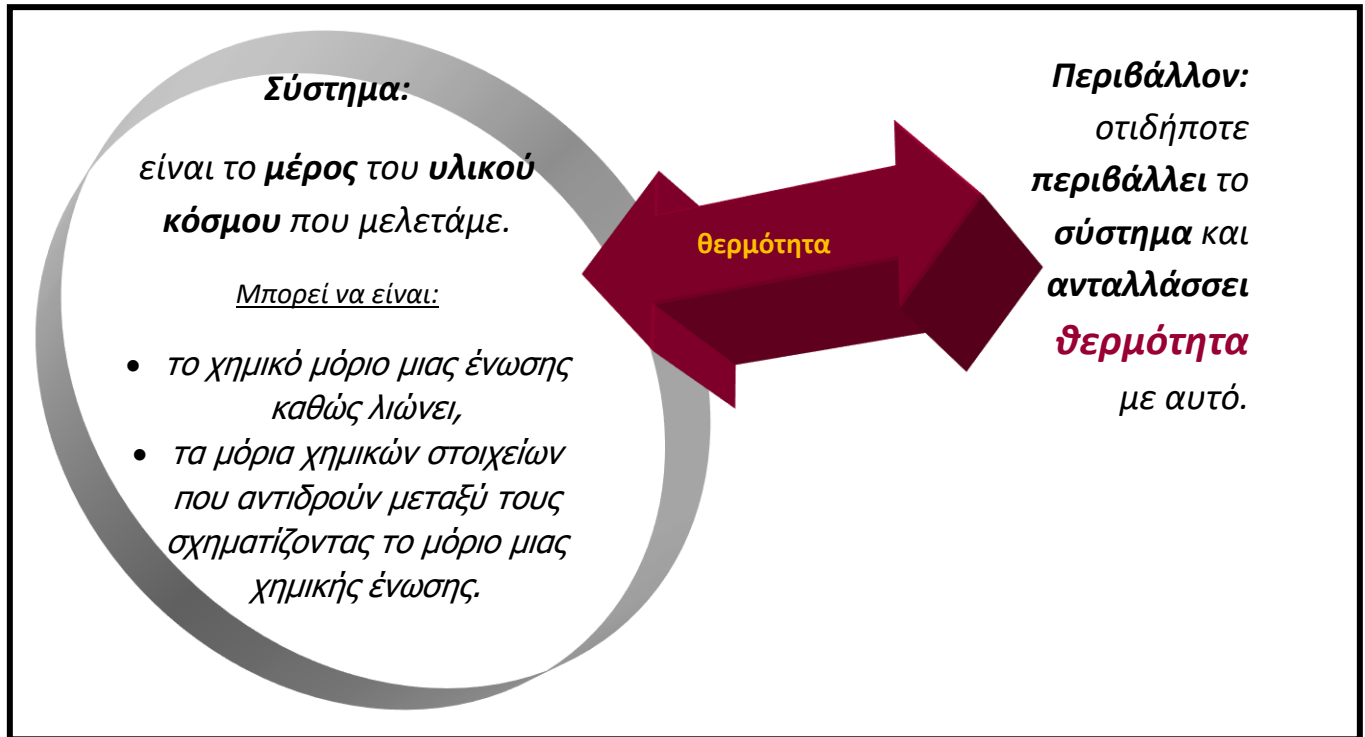
ταχύτητα αντίδρασης – κατανάλωσης – σχηματισμού – διάσπασης

καμπύλες αντίδρασης

επιμέλεια: Σαπουνά Χριστίνα

Η **θερμοχημεία** είναι εκείνος ο κλάδος της χημείας, που μελετά **τις μεταβολές της θερμότητας** που συνοδεύουν τις χημικές αντιδράσεις. Τη θερμότητα δηλαδή που **ανταλλάσσεται** μεταξύ:

ενός **συστήματος (αντιδρώντων - προϊόντων)** και του **περιβάλλοντος**.



Παραδείγματα:

Όταν λιώνει ο πάγος απορροφάται θερμότητα από το περιβάλλον και αυτό γίνεται αντιληπτό από την πτώση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Τα σωματίδια του πάγου απορροφούν αυτή τη θερμότητα, κινούνται γρηγορότερα, απομακρύνονται περισσότερο μεταξύ τους και μεταβαίνουν στην υγρή κατάσταση.

Όταν καίγεται το ξύλο εκλύεται θερμότητα στο περιβάλλον και αυτό γίνεται αντιληπτό από την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Ενθαλπία:

είναι το ενεργειακό περιεχόμενο ενός συστήματος, πόση ενέργεια δηλαδή περιέχει, όταν το σύστημα βρίσκεται υπο **σταθερή πίεση**.

Η ενθαλπία:

- **συμβολίζεται με H**
- **υπολογίζεται** από τη σχέση **$H = U + PV$**
(U: η εσωτερική ενέργεια ενός συστήματος)
- ενός συστήματος είναι ίση με την ενθαλπία των συστατικών του. Για ένα **σύστημα** που αποτελείται από τα **συστατικά A και B** η ενθαλπία του συστήματος δίνεται από τη σχέση :

$$H_{\text{συστήματος}} = H_A + H_B.$$

Στην πράξη ΔΕΝ μπορούμε να υπολογίσουμε την ενθαλπία ενός συστήματος. Ωστόσο, μπορούμε και υπολογίζουμε τη **μεταβολή της ενθαλπίας ενός συστήματος** :

$$\Delta H_{\text{συστήματος}} = H_{\text{τελ(συστήματος)}} - H_{\text{αρχ.(συστήματος)}}$$

Δεν μπορούμε να υπολογίσουμε την ενέργεια του μεθανίου άμεσα. Μπορούμε όμως να πούμε ότι όταν καίγονται 16 γραμμάρια μεθανίου εκλύεται θερμότητα ίση με 890 kJ.

Μεταβολή ενθαλπίας (ΔH) σε μια χημική αντίδραση:

είναι η διαφορά των ενθαλπιών προϊόντων και των αντιδρώντων:

$$\Delta H_{\text{αντίδρασης}} = H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}}$$

για τη χημική αντίδραση: $A + B \rightarrow \Gamma + \Delta$

η μεταβολή της ενθαλπίας είναι: $\Delta H_{\text{αντίδρ.}} = H_{\text{πρ.}} - H_{\text{αντ.}} = (H_{\Gamma} + H_{\Delta}) - (H_A + H_B)$

Η μεταβολή της ενθαλπίας, ΔH, σε ένα χημικό σύστημα:

- **ισούται με το ποσό θερμότητας που εκλύεται στο περιβάλλον ή απορροφάται από το περιβάλλον, όταν η πίεση μένει σταθερή:**
$$\Delta H = Q$$
- **αναφέρεται σε 1 mol ουσίας που αντιδρά**
(= σχηματίζεται, διασπάται, λιώνει, καίγεται, εξατμίζεται ...)
- **εξαρτάται από τις εξωτερικές συνθήκες, γι' αυτό και έχει οριστεί μια κατάσταση αναφοράς, η πρότυπη κατάσταση, στην οποία εξετάζονται όλα τα σώματα της αντίδρασης.**

Ως **πρότυπη κατάσταση** ορίζουμε:
Την πρότυπη πίεση: **$P = 1 \text{ atm}$**
Την κανονική θερμοκρασία: **$\theta = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$**
Ποσότητα ουσίας: **$n = 1 \text{ mol}$**

Δεν μπερδεύουμε τις κανονικές συνθήκες με τις πρότυπες συνθήκες !!

(Κανονικές συνθήκες: $P = 1 \text{ atm}$ και $\theta = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Η **μεταβολή της ενθαλπίας** σε μια χημική αντίδραση **εξαρτάται** από:

- **Τη φύση των αντιδρώντων.**

Για παράδειγμα, όταν καίγεται ο γραφίτης ($\text{C}_{(\text{s})}$), που είναι πιο σταθερή μορφή του άνθρακα, εκλύεται λιγότερη θερμότητα από ότι κατά την καύση του διαμαντιού, ($\text{C}_{(\text{s})}$). Ο γραφίτης και ο άνθρακας είναι δυο αλλοτροπικές μορφές του άνθρακα, με διαφορετικό εμνεργειακό περιεχόμενο.

- **Τις ποσότητες των αντιδρώντων.**

Η μεταβολή της ενθαλπίας σε ένα χημικό σύστημα είναι ανάλογη με τις ποσότητες των σωμάτων που παίρνουν μέρος στο σύστημα.

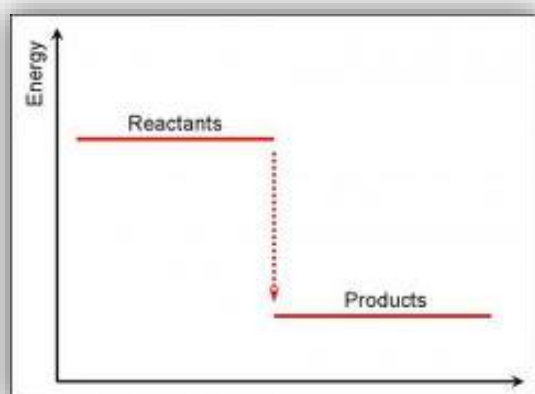
- **Τη φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και των προϊόντων.**

Για παράδειγμα, όταν αντιδρούν $\text{H}_{2(\text{g})}$ και $\text{O}_{2(\text{g})}$ και σχηματίζονται υδρατμοί, $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$, εκλύεται λιγότερη θερμότητα από το σχηματισμό υγρού νερού, $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$, από τα ίδια αντιδρώντα. Όταν ένα σώμα έχει διαφορετική φυσική κατάσταση έχει και διαφορετικό ενεργειακό περιεχόμενο.

εξώθερμες αντιδράσεις :

είναι οι αντιδράσεις οι οποίες όταν πραγματοποιούνται **εκλύεται** θερμότητα προς το περιβάλλον.

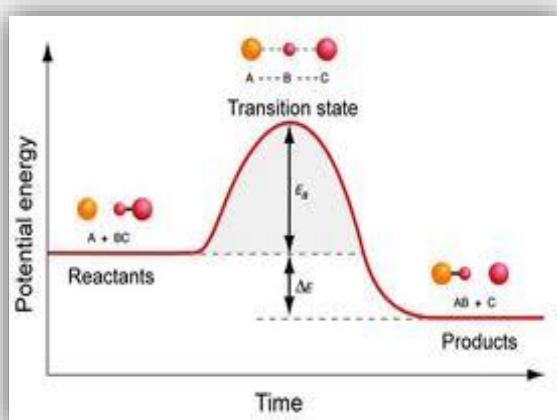
η ενθαλπία των **αντιδρώντων** είναι **μεγαλύτερη** από την ενθαλπία των **προϊόντων**, δηλαδή η ενθαλπία του συστήματος **ελαττώνεται**.



Σε μια εξώθερμη αντίδραση η ελάττωση της ενθαλπίας του συστήματος είναι ίση με το ποσό της θερμότητας που εκλύεται προς το περιβάλλον.

$$\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} < H_{\text{αντιδρώντων}}$$

$$\text{ή } \Delta H < 0$$

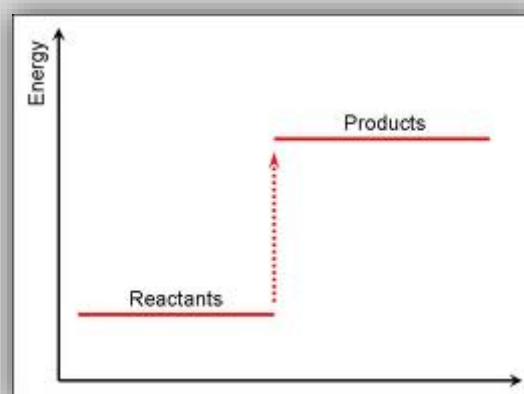


$$\Delta H < 0 \text{ και } +Q$$

ενδόθερμες αντιδράσεις :

είναι οι αντιδράσεις οι οποίες για να πραγματοποιηθούν **απορροφούν** θερμότητα από το περιβάλλον.

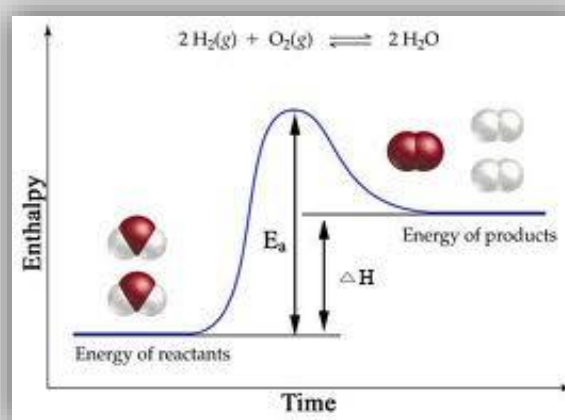
η ενθαλπία των **αντιδρώντων** είναι **μικρότερη** από την ενθαλπία των **προϊόντων**, δηλαδή η ενθαλπία του συστήματος **αυξάνει**.



Σε μια ενδόθερμη αντίδραση η αύξηση της ενθαλπίας του συστήματος είναι ίση με το ποσό της θερμότητας που απορροφάται από το περιβάλλον.

$$\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} > H_{\text{αντιδρώντων}}$$

$$\text{ή } \Delta H > 0$$

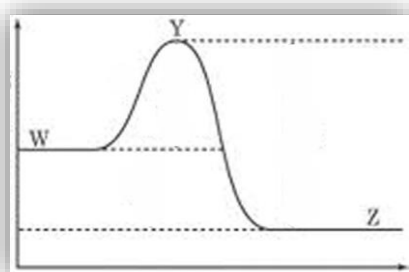


$$\Delta H > 0 \text{ και } -Q$$

ασκήσεις εμπέδωσης

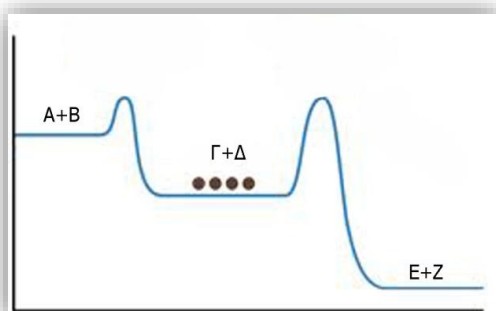
1. Ποια από τα παρακάτω φαινόμενα είναι εξώθερμα και ποια ενδόθερμα;
 α) η καύση του μεθανίου
 β) η εξάτμιση του νερού
 γ) $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HNO}_{3(aq)}$
 δ) η πήξη του νερού
 ε) $\text{I}_{2(g)} \rightarrow 2\text{I}_{(g)}$

2. Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι ενεργειακές μεταβολές κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης.



- α) Η αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη;
- β) Ποια είναι τα αντιδρώντα και ποια τα προϊόντα σώματα;

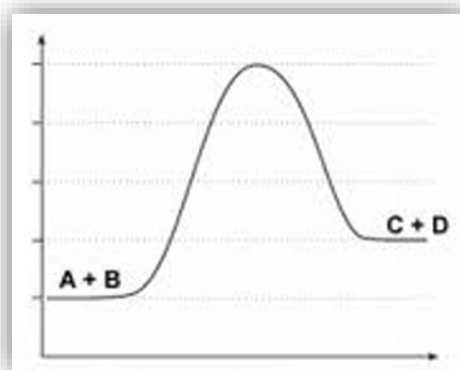
3. Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι ενεργειακές μεταβολές κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης.



- α) Η αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη;

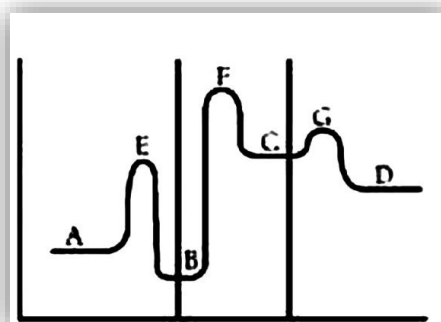
β) Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται.

4. Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι ενεργειακές μεταβολές κατά τη διάρκεια δυο διαδοχικών χημικών αντιδράσεων.
 α) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που γίνονται.
 β) Ποια είναι εξώθερμη και ποια



ενδόθερμη;

5. Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι ενεργειακές μεταβολές κατά τη διάρκεια τριών χημικών αντιδράσεων.



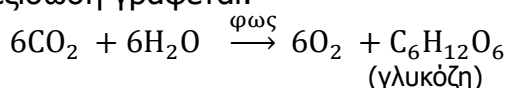
- α) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται.
- β) Ποια είναι εξώθερμη και ποια ενδοθερμη;

6. Να σχεδιάσετε τα ενεργειακά διαγράμματα μεταβολής της ενθαλπίας για τις παρακάτω αντιδράσεις:

- α) $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$, $\Delta H = -394 \text{ kJ}$
 β) $N_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$, $\Delta H = 180 \text{ kJ}$
 γ) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$, $\Delta H = -184 \text{ kJ}$

7. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση:
 $H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}$, $\Delta H = 6 \text{ kJ}$.
 Εξηγείστε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες:
 α) η μεταβολή είναι ενδόθερμη.
 β) όταν τήκεται 1 g πάγου, απορροφά θερμότητα ίση με 6 kJ.
 γ) η πήξη του νερού είναι φαινόμενο εξώθερμο.
 δ) ο πάγος έχει μικρότερη ενθαλπία από το νερό.

8. Η φωτοσύνθεση είναι μια πολύπλοκη αντίδραση για την οποία η χημική εξίσωση γράφεται:



Είναι μια εξώθερμη ή ενδόθερμη αντίδραση;

9. Όταν προστεθεί ένα διάλυμα ισχυρής βάσης σε διάλυμα ισχυρού οξέος η ενθαλπία της αντίδρασης είναι πάντα ίση με $\Delta H = -57 \text{ kJ/mol}$. Πιστεύετε ότι το δοχείο μέσα στο οποίο γίνεται η αντίδραση θα θερμανθεί ή θα κρυώσει;

10. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση:
 $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$,
 $\Delta H = -890 \text{ kJ}$. Εξηγείστε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες:
 α) η αντίδραση είναι ενδόθερμη.
 β) τα προϊόντα έχουν μεγαλύτερη ενθαλπία από τα αντιδρώντα.
 γ) η ενέργεια μεταφέρεται από το αντιδρών σύστημα προς το περιβάλλον.
 δ) κατά την καύση 8 g CH_4 εκλύονται 445 kJ θερμότητας;

πολλαπλής επιλογής

11. Σε μια ενδόθερμη αντίδραση:
 α. $\Delta H < 0$
 β. $H_{\text{πρ.}} > H_{\text{αντ.}}$
 γ. $H_{\text{πρ.}} < H_{\text{αντ.}}$
 δ. $\Delta H \approx 0$
12. Η ενθαλπία της αντίδρασης:
 $3C_{(s)} + 4H_{2(g)} \rightarrow C_3H_8_{(g)}$
δεν εξαρτάται από:
 α. Τη φυσική κατάσταση των σωμάτων
 β. Την πίεση
 γ. Τη θερμοκρασία
 δ. Τις ποσότητες των αντιδρώντων
13. Η ενθαλπία σχηματισμού του $H_2O_{(l)}$ είναι $\Delta H_f^0 = -285 \text{ kJ/mol}$. Η ενθαλπία σχηματισμού του $H_2O_{(g)}$ στις ίδιες συνθήκες είναι:
 α. -242 kJ/mol
 β. -290 kJ/mol
 γ. -285 kJ/mol
 δ. $+285 \text{ kJ/mol}$

σωστού – λάθους

14. Η θερμοχημεία μελετά τις μετατροπές της χημικής ενέργειας σε άλλες μορφές ενέργειας.
 15. Στις εξώθερμες αντιδράσεις ισχύει ότι: $\Delta H = H_{\text{πρ.}} - H_{\text{αντ.}} > 0$.
 16. Η μεταβολή της ενθαλπίας ορίζεται τόσο για φυσικά όσο και για χημικά φαινόμενα.
 17. Σε κάθε χημική αντίδραση η μεταβολή της ενθαλπίας ορίζεται ως το ποσό της απορροφούμενης ή εκλυόμενης θερμότητας.
 18. Όταν υπολογίζουμε την πρότυπη ενθαλπία αντίδρασης (ΔH^0), πρέπει η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της αντίδρασης να παραμένει σταθερή και ίση με 25°C .
 19. Οι ενθαλπίες καύσης είναι πάντοτε αρνητικές.

ασκήσεις – προβλήματα

- Κατά την πλήρη καύση 9 g C_2H_6 ελευθερώθηκε ποσό θερμότητας ίσο με 465 kJ.
α) Ποια είναι η ενθαλπία καύσης του C_2H_6 ;
β) Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την πλήρη καύση 8,96L C_2H_6 , που έχουν μετρηθεί σε stp.
- Η ενθαλπία καύσης του βουτανίου είναι -2880 kJ/mol.
Ποσότητα βουτανίου ίση με 11,6 g καίγεται πλήρως.
Να υπολογιστούν:
α) το ποσό της θερμότητας που ελευθερώνεται,
β) η μάζα του CO_2 που παράγεται κατά την καύση.
- 17,6 g προπανίου (C_3H_8) καίγονται πλήρως, οπότε ελευθερώνεται θερμότητα ίση με 880 kJ/mol.
Να υπολογιστεί ο όγκος του οξυγόνου που απαιτείται για την καύση, μετρημένος σε κανονικές συνθήκες.
- Η ενθαλπία σχηματισμού της αμμωνίας είναι -44 kJ/mol.
Να υπολογιστεί:
α) το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά το σχηματισμό 44,8L NH_3 , τα οποία έχουν μετρηθεί σε κανονικές συνθήκες,
β) Ποιο ποσό θερμότητας εκλύεται ή απορροφάται κατά τη διάσπαση 51 g NH_3 ;
- Η ενθαλπία καύσης της γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) είναι -2800 kJ/mol.
α) Ποιο ποσό ενέργειας αποθηκεύει ένας άνθρωπος που καταναλώνει 72g γλυκόζης;
β) Αν το ποσό ενέργειας καταναλώθηκε κατά τη διάρκεια κολύμβησης, να υπολογίσετε το χρόνο που κράτησε η κολύμβηση. Δίνεται ότι κατά την κολύμβηση, η κατανάλωση ενέργειας είναι 2100 kJ/h.
- 2L διαλύματος HNO_3 0,05M εξουδετερώνονται πλήρως από διάλυμα KOH .
Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που εκλύεται.
Δίνεται η ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος από ισχυρή βάση: $\Delta H = -57$ kJ/mol.

ασκήσεις στις οποίες ένα αντιδρών βρίσκεται σε περίσσεια

έλεγχος περίσσειας

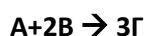
Αν η ποσότητα ενός εκ των δύο αντιδρώντων είναι σε **περίσσεια**, δηλαδή, **το ένα** από τα αντιδρώντα είναι σε **περίσσεια** (περισσεύει), ενώ **το άλλο καταναλώνεται** πλήρως (περιοριστικό), τότε οι **στοιχειομετρικοί υπολογισμοί στηρίζονται** στην ποσότητα του περιοριστικού **αντιδρώντος**, εκείνου δηλαδή που **καταναλώνεται πλήρως**.

Για να βρούμε αν υπάρχει στοιχειομετρική αναλογία ή περίσσεια:

Χρησιμοποιούμε τους στοιχειομετρικούς συντελεστές της εξίσωσης και κάνουμε έλεγχο της **περίσσειας**. Υποθέτουμε ότι **αντιδρά πλήρως το ένα αντιδρών** και με απλή αναγωγή βρίσκουμε mol του άλλου, που απαιτούνται για να αντιδράσουν.

παράδειγμα:

2 mol A αντιδρούν με 5 mol B, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Ποιο από τα δύο σώματα καταναλώνεται (αντιδρά) πλήρως, ποιο περισσεύει, μετά το τέλος της αντίδρασης;

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι:

- | | | |
|--|---|-------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • 1 mol A απαιτεί 2 mol B • 2 mol A απαιτούν x; mol B | } | x = 4 mol B |
|--|---|-------------|

- Εμείς όμως έχουμε ποσότητα του B ίση με 5 mol, συνεπώς:

- **Το B: περισσεύει**
- **Το A: καταναλώνεται πλήρως.**

ασκήσεις – προβλήματα (περίσσεια)

1. Σε δοχείο διοχετεύουμε 1,5 mol NO και 0,9 mol O₂, τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:
 $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$, $\Delta H = -110 \text{ kJ/mol}$.
 Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την αντίδραση.
2. Σε 800mL διαλύματος οξέος HA 0,25M, προστίθενται 500mL διαλύματος NaOH 0,5M.
 Από την αντίδραση εξουδετέρωσης ελευθερώθηκε ποσό θερμότητας ίσο με 10,4kJ.
 Να υπολογίσετε:
 α) τις ποσότητες των σωμάτων στο τελικό διάλυμα
 β) την ενθαλπία εξουδετέρωσης του HA με NaOH.
3. Σε δοχείο εισάγονται ορισμένες ποσότητες δύο σωμάτων A και B, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:
 $2\text{A} + \text{B} \rightarrow 2\text{Γ}$, $\Delta H = 200 \text{ kJ}$.
 Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που απορροφάται αν οι αρχικές ποσότητες των σωμάτων είναι:
 α) 4 mol A και 3 mol B
 β) 8 mol A και 3 mol B
 γ) 5 mol A και 2,5 mol B
4. Σε κλειστό δοχείο εισάγουμε 112 LH₂ (σε Κ.Σ.) και 70g N₂, τα οποία αντιδρούν μεταξύ τους κατάλληλα και σχηματίζεται NH₃.
 Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την αντίδραση.
 Δίνεται η ενθαλπία σχηματισμού NH₃: -45kJ/mol .
5. Αέριο μίγμα που αποτελείται από 80g H₂ και 80g O₂, αναφλέγεται και σχηματίζεται νερό, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
 α) Να υπολογιστεί η μάζα του νερού που σχηματίστηκε
 β) Το ποσό θερμότητας που ελευθερώθηκε.
 Δίνεται η ενθαλπία σχηματισμού του : H₂O_(l) :-286 kJ/mol
6. Σε 800mL διαλύματος οξέος HNO₃, 0,8M , προστίθενται 14g KOH.
 Να υπολογιστούν:
 α) η ποσότητα του άλατος που σχηματίζεται και
 β) το ποσό της θερμότητας που ελευθερώνεται.
 Δίνεται η ενθαλπία εξουδετέρωσης του HNO₃ με KOH : -54 kJ/mol
7. Σε 400mL διαλύματος οξέος HCl 0,15M προσθέτουμε ορισμένο όγκο διαλύματος NaOH 0,5M, οπότε προκύπτει διάλυμα A και ελευθερώνεται ποσό θερμότητας ίσο με 2,8 kJ.
 Να υπολογιστούν:
 α) ο όγκος του διαλύματος που προσθέσαμε και
 β) οι συγκεντρώσεις των σωμάτων που περιέχονται στο διάλυμα A.
 Δίνεται η ενθαλπία εξουδετέρωσης του HCl με NaOH: -56 kJ/mol.

ασκήσεις με μίγματα

- όταν ένα μίγμα αντιδράσει με κάποιο άλλο συστατικό, θα **εξετάζουμε ξεχωριστά τις αντιδράσεις των συστατικών του μίγματος με το σώμα αυτό.**

Για παράδειγμα, όταν καίγεται ένα μίγμα με CO και H₂, θα γράφουμε τις χημικές εξισώσεις των δύο αντιδράσεων καύσης των συστατικών του μίγματος με το O₂.

- Όταν ζητείται να υπολογίσουμε τη σύσταση ενός μίγματος, ακολουθούμε την εξής **διαδικασία:**

1. **Θέτουμε αγνώστους x, y, w, z ... τους αριθμούς των mol των συστατικών του μίγματος.**
2. Εκφράζουμε τα δεδομένα της άσκησης σε συνάρτηση με τους αγνώστους αυτούς.
 - **Αν δίνεται η μάζα του μίγματος, έχουμε:**

$$m_{ολ.} = m_1 + m_2 + m_3 \Leftrightarrow$$

$$m_{ολ.} = x \cdot MB_1 + y \cdot MB_2 + w \cdot MB_3$$
 - **Αν δίνεται ο όγκος του μίγματος, έχουμε:**

$$V_{ολ.} = V_1 + V_2 + V_3 \Leftrightarrow$$

$$V_{ολ.} = (x + y + w) V_m \Leftrightarrow$$

$$V_{ολ.} = (x + y + w) 22.4 \text{ (stp)}$$

ασκήσεις – προβλήματα (μίγματα)

1. 13,8 ισομοριακού μίγματος CH₄ και C₂H₆ καίγονται πλήρως. Να υπολογιστεί το ποσό της θερμότητας που ελευθερώνεται από την καύση του μίγματος. Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης: C₂H₆ (g) : -1550 kJ/mol, CH₄ (g) : -890 kJ/mol.
2. 6 μίγματος άνθρακα και θείου καίγονται πλήρως, οπότε ελευθερώνεται θερμότητα ίση με 84. Ποια είναι η σύσταση του αρχικού μίγματος; Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης : C: -390 kJ/mol, S: -300kJ/mol
3. Αέριο μίγμα που αποτελείται από CO και H₂ έχει όγκο 6,72L (σε Κ.Σ.). Κατά την πλήρη καύση του μίγματος ελευθερώνεται ποσό θερμότητας ίσο με 85 kJ. Να υπολογιστεί η σύσταση του αρχικού μίγματος.
Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης:
CO: -280 kcal/mol, H₂: -285 kcal/mol.
4. Ένα μίγμα που αποτελείται από NaOH και KOH, έχει μάζα 15,2g. Το μίγμα εξουδετερώνεται πλήρως από διάλυμα HCl 0,5M, οπότε ελευθερώνεται ποσό θερμότητας ίσο με 16,8kJ. Να υπολογιστούν: α) Η σύσταση του αρχικού μίγματος, β) Ο όγκος του διαλύματος HCl που καταναλώθηκε. Δίνεται η ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρής βάσης με ισχυρό οξύ: -57kJ/mol.

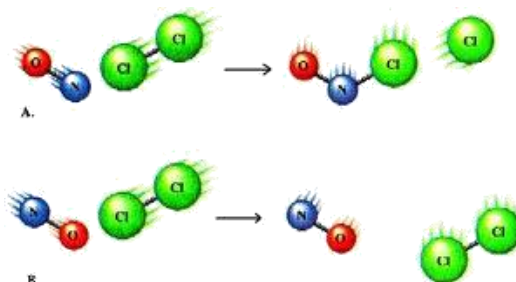
Η Χημική κινητική μελετά:

1. την **ταχύτητα**, με την οποία εξελίσσονται οι χημικές αντιδράσεις
2. τους **παράγοντες** που επηρεάζουν την ταχύτητα των αντιδράσεων
3. το **μηχανισμό** της αντίδρασης.

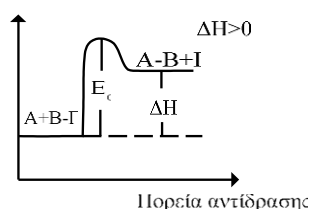
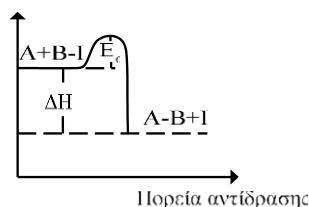
Θεωρία των συγκρούσεων (1889, Arrhenius):

Για να γίνει μια χημική αντίδραση πρέπει τα αντιδρώντα να **συγκρουστούν αποτελεσματικά**, δηλαδή να έχουν την κατάλληλη ταχύτητα και προσανατολισμό.

Αποτέλεσμα των αποτελεσματικών συγκρούσεων, είναι να σπάσουν οι αρχικοί δεσμοί και να δημιουργηθούν νέοι.

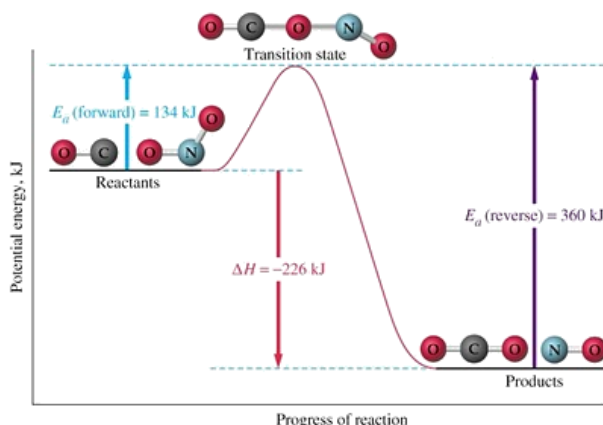


Ενέργεια ενεργοποίησης, E_a : Η ελάχιστη τιμή ενέργειας που πρέπει να έχουν τα αντιδρώντα, ώστε να αντιδράσουν αποτελεσματικά.

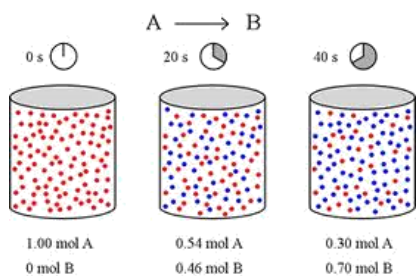


Θεωρία της μεταβατικής κατάστασης:

Για να πραγματοποιηθεί μια χημική αντίδραση, θα πρέπει κατά τη σύγκρουση να σχηματιστεί ένα **ενδιάμεσο προϊόν**. Το προϊόν αυτό απορροφά την ενέργεια ενεργοποίησης και ονομάζεται **ενεργοποιημένο σύμπλοκο**.



Ταχύτητα αντίδρασης



Η ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο τα αντιδρώντα μετατρέπονται σε προϊόντα, δηλαδή εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο μειώνεται η συγκέντρωση ενός αντιδρώντος ή το ρυθμό με τον οποίο αυξάνεται η συγκέντρωση ενός προϊόντος.

Ως ταχύτητα αντίδρασης ορίζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ενός από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα στη μονάδα του χρόνου : $u =$

$$\frac{\Delta c}{\Delta t}$$

μονάδες ταχύτητας: $\frac{\frac{\text{mol}}{\text{L}}}{\text{s}} = \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$ ή $\frac{\frac{\text{mol}}{\text{L}}}{\text{min}} = \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$

- **Μέση ταχύτητα χημικής αντίδρασης:** Γενικά, για μια χημική αντίδραση της μορφής: $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma \Gamma + \delta \Delta$, ορίζεται **μέση ταχύτητα** u της χημικής αντίδρασης η σχέση:

$$u = -\frac{1}{\alpha} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{\beta} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{\gamma} \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{1}{\delta} \frac{\Delta[\Delta]}{\Delta t}$$

Παρατηρούμε ότι:

- ο **ρυθμός** μεταβολής της συγκέντρωσης των **αντιδρώντων** είναι **αρνητικός** (αφού η **συγκέντρωσή** τους **ελαττώνεται** με την πάροδο του χρόνου), ενώ
- ο **ρυθμός** μεταβολής της συγκέντρωσης των **προϊόντων** είναι **θετικός** (αφού η **συγκέντρωσή** τους **αυξάνεται** με την πάροδο του χρόνου).

Στιγμιαία ταχύτητα χημικής αντίδρασης: Για τη χημική αντίδραση της μορφής: $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma \Gamma + \delta \Delta$, ορίζεται **στιγμιαία ταχύτητα** u της χημικής αντίδρασης η σχέση:

$$u = -\frac{1}{\alpha} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{\beta} \frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{\gamma} \frac{d[\Gamma]}{dt} = \frac{1}{\delta} \frac{d[\Delta]}{dt}$$

Όπου $d[c]$: μια απειροελάχιστη μεταβολή της συγκέντρωσης κατά την απειροελάχιστη μεταβολή του χρόνου dt

Με παρόμοιο τρόπο με αυτόν που ορίζεται η ταχύτητα της αντίδρασης, ορίζονται και οι **ταχύτητα κατανάλωσης**, για τα **αντιδρώντα**, και η **ταχύτητα σχηματισμού**, για τα **προϊόντα**.

Ταχύτητα κατανάλωσης ενός **αντιδρώντος** ονομάζεται ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του **αντιδρώντος**.

$$u_{\text{κατανάλωσης}} = - \frac{\Delta c_{\text{αντιδρώντος}}}{\Delta t}$$

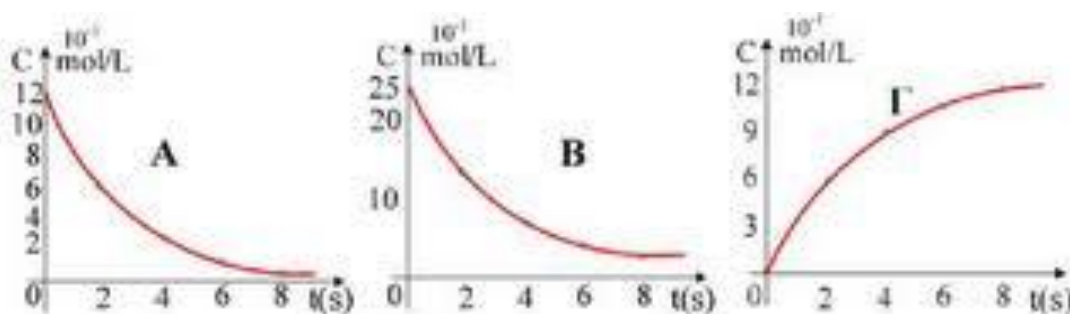
Ταχύτητα σχηματισμού ενός **αντιδρώντος** ονομάζεται ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του **προϊόντος**.

$$u_{\text{σχηματισμού}} = \frac{\Delta c_{\text{προϊόντος}}}{\Delta t}$$

Επειδή στη χημική εξίσωση μιας αντίδρασης οι στοιχειομετρικοί συντελεστές των ουσιών δεν είναι πάντα οι ίδιοι, οι ταχύτητες κατανάλωσης και σχηματισμού διαφέρουν μεταξύ τους και συνδέονται, για μια αντίδραση της μορφής:

$aA + \beta B \rightarrow \gamma \Gamma + \delta \Delta$, με τη σχέση:

$$u = \frac{u_A}{a} = \frac{u_B}{\beta} = \frac{u_\Gamma}{\gamma} = \frac{u_\Delta}{\delta}$$



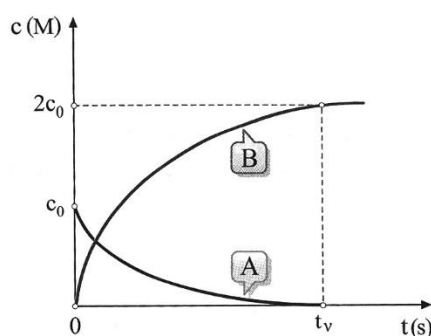
Καμπύλη της αντίδρασης

Η **καμπύλη της αντίδρασης** απεικονίζει το πώς μεταβάλλεται η **συγκέντρωση** ενός από τα **αντιδρώντα** ή τα **προϊόντα** σε συνάρτηση με το **χρόνο**. Με βάση την καμπύλη της αντίδρασης μπορούμε να υπολογίσουμε τη στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης σε κάποια χρονική στιγμή t_1 . Η καμπύλη της αντίδρασης προκύπτει **πειραματικά**, είτε με **φυσικές** μεθόδους είτε με **χημικές**.

Παραδείγματα

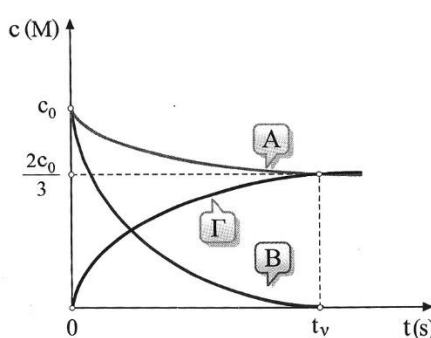
α)

M	$A_{(g)} \rightarrow 2B_{(g)}$	
Αρχικά ($t = 0$)	c_0	—
Αντιδρ. / Παράγ.	$-c_0$	$2c_0$
Τελικά (t_v) *	—	$2c_0$



β)

M	$A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightarrow 2\Gamma_{(g)}$		
Αρχικά ($t = 0$)	c_0	c_0	—
Αντιδρ. / Παράγ.	$-\frac{c_0}{3}$	$-c_0$	$\frac{2c_0}{3}$
Τελικά (t_v)	$\frac{2c_0}{3}$	—	$\frac{2c_0}{3}$



- Επειδή οι αρχικές συγκεντρώσεις των αντιδρώντων A και B είναι ίσες ($c_A = c_B = c_0$), συμπεραίνουμε ότι το αντιδρών A βρίσκεται σε περίσσεια.

Η ταχύτητα της αντίδρασης **ΔEN** είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της χημικής αντίδρασης.

1. Αρχικά, είναι πολύ **μεγάλη**
2. **Ελαττώνεται** με την πάροδο του χρόνου, καθώς ελαττώνεται η συγκέντρωση των αντιδρώντων
3. Τελικά, **μηδενίζεται**, αφού πια έχει καταναλωθεί όλη η ποσότητα των αντιδρώντων.

Η ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης εξαρτάται από τις αποτελεσματικές συγκρούσεις μεταξύ αντιδρώντων και προϊόντων.

Παράγοντες που επηρεάζουν τον αριθμό των συγκρούσεων, επηρεάζουν και την ταχύτητα της αντίδρασης:

1. Η συγκέντρωση των αντιδρώντων.

Όσο **μεγαλύτερη** η **συγκέντρωση** των αντιδρώντων, τόσο **περισσότερες** οι **αποτελεσματικές συγκρούσεις**, τόσο **μεγαλύτερη** και η **ταχύτητα** και τόσο πιο γρήγορα πραγματοποιείται η χημική αντίδραση.

2. Η πίεση (αν κάποιο από τα αντιδρώντα είναι αέρια σώματα).

Αύξηση της **πίεσης** (με ελάττωση του όγκου του δοχείου) προκαλεί **αύξηση** της **ταχύτητας** της αντίδρασης, αφού **αυξάνεται** η **συγκέντρωση** (ίδια ποσότητα mol σε μικρότερο όγκο).

Άλλωστε, και από την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων $PV=nRT \Leftrightarrow P=CRT$, προκύπτει ότι **σε σταθερή θερμοκρασία, όταν αυξάνεται η πίεση, αυξάνεται και η συγκέντρωση.**

3. Η επιφάνεια επαφής των στερεών σωμάτων.

Όσο **αυξάνει** η **επιφάνεια** επαφής ενός στερεού **μεγαλώνει** και ο αριθμός των **αποτελεσματικών συγκρούσεων**, γι' αυτό και η αντίδραση πραγματοποιείται πιο γρήγορα.

4. Η θερμοκρασία.

Αύξηση της **θερμοκρασίας** προκαλεί **αύξηση** της **κινητικής ενέργειας** των **αντιδρώντων** μορίων. Έτσι, **αυξάνει** και ο αριθμός των **αποτελεσματικών συγκρούσεων**, συνεπώς και η ταχύτητα της αντίδρασης.

Συνήθως **αύξηση** της θερμοκρασίας **κατά 10 °C**, προκαλεί **διπλασιασμό** της ταχύτητας της αντίδρασης.

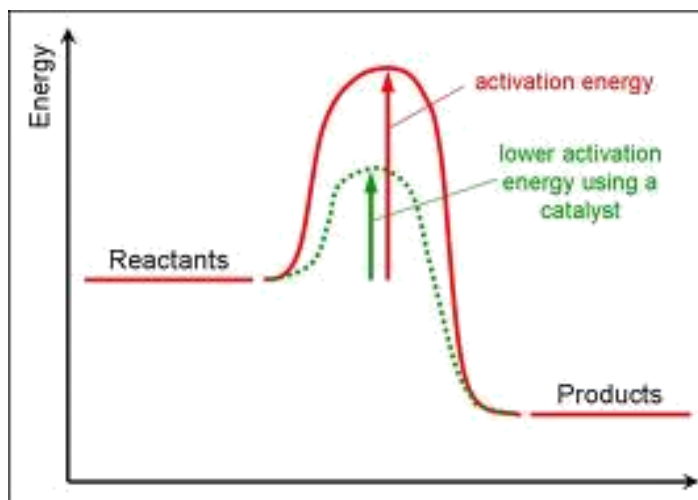
5. Οι ακτινοβολίες.

Με την επίδραση ακτινοβολιών, προκαλείται **μοριακές μεταβολές** στα αντιδρώντα και **αλλάζει ο μηχανισμός** της αντίδρασης, οπότε **αυξάνεται** και η **ταχύτητα** της αντίδρασης.

6. Οι καταλύτες.

Καταλύτης ονομάζεται εκείνη η **χημική ουσία**, η οποία σε μικρές ποσότητες **αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης**, ενώ **στο τέλος της αντίδρασης** παραλαμβάνεται ουσιαστικά **αμετάβλητος**, τόσο στη **σύσταση** όσο και στη **μάζα**.

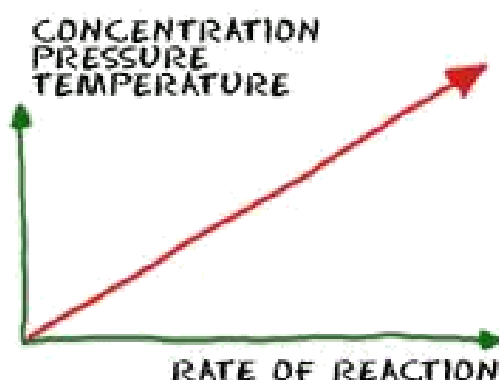
Ο καταλύτης επεμβαίνει στο μηχανισμό της αντίδρασης, **δεν καταναλώνεται**, αλλά ελαττώνει την απαιτούμενη ενέργεια ενεργοποίησης, E_a . Έτσι, στην **ίδια θερμοκρασία**, περισσότερα μόρια ξεπερνούν το φράγμα της ενέργειας ενεργοποίησης, ο **αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων** γίνεται **μεγαλύτερος** και **αυξάνεται η ταχύτητα** της αντίδρασης.



ομογενής κατάλυση: Όταν ο **καταλύτης και το καταλυόμενο σύστημα** βρίσκονται **στην ίδια φάση** (στερεή, υγρή, αέρια)

ετερογενής κατάλυση: Όταν ο **καταλύτης και το καταλυόμενο σύστημα** βρίσκονται **διαφορετική φάση** (στερεή, υγρή, αέρια)

αυτοκατάλυση: Ένα από τα **προϊόντα** σώματα της αντίδρασης δρα ως **καταλύτη**



ερωτήσεις κλειστού τύπου

1. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις που αναφέρονται στη θεωρία των συγκρούσεων είναι σωστές;

α) Για να αντιδράσουν δύο μόρια πρέπει να συγκρουστούν αποτελεσματικά.

β) Η ενέργεια ενεργοποίησης εκφράζει τη διαφορά ενέργειας μεταξύ αντιδρώντων και προϊόντων.

γ) Η ταχύτητα μια αντίδρασης είναι ανάλογη με την ενέργεια ενεργοποίησης.

δ) Ενέργεια ενεργοποίησης είναι η ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να έχουν τα αντιδρώντα μόρια, ώστε η σύγκρουσή τους να είναι αποτελεσματική.

ε) Η ενέργεια ενεργοποίησης εξαρτάται από τη φύση των αντιδρώντων και ελαττώνεται με την παρουσία καταλύτη.

2. Ποια από τις επόμενες προτάσεις που αναφέρονται στη θεωρία της μεταβατικής κατάστασης είναι λανθασμένη;

α) Το ενεργοποιημένο σύμπλοκο σχηματίζεται κατά τη σύγκρουση των μορίων των αντιδρώντων.

β) Το ενεργοποιημένο σύμπλοκο είναι μια ασταθής διάταξη ατόμων και δεν απομονώνεται.

γ) Ενέργεια ενεργοποίησης είναι η διαφορά ενέργειας μεταξύ αντιδρώντων και ενεργοποιημένου συμπλόκου.

δ) Σε μια ενδόθερμη αντίδραση ισχύει:
 $E_{\text{αντιδρώντων}} < E_{\text{ενεργ. συμπλόκου}} < E_{\text{προϊόντων}}$

3. Σύμφωνα με τη θεωρία των συγκρούσεων:

α) όλες οι συγκρούσεις μεταξύ των αντιδρώντων μορίων είναι αποτελεσματικές.

β) η ταχύτητα της αντίδρασης εξαρτάται από τη διαφορά ενέργειας μεταξύ προϊόντων και αντιδρώντων.

γ) η ταχύτητα της αντίδρασης εκφράζει το ρυθμό των αποτελεσματικών συγκρούσεων.

δ) όλες οι συγκρούσεις με κατάλληλο προσανατολισμό είναι αποτελεσματικές.

4. Για τη χημική αντίδραση: $A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow \Gamma_{(g)} + \Delta_{(g)}$, $\Delta H = 30 \text{ kJ}$ και $E_a = 50 \text{ kJ/mol}$. Η αντίστροφη αντίδραση έχει ενέργεια ενεργοποίησης:

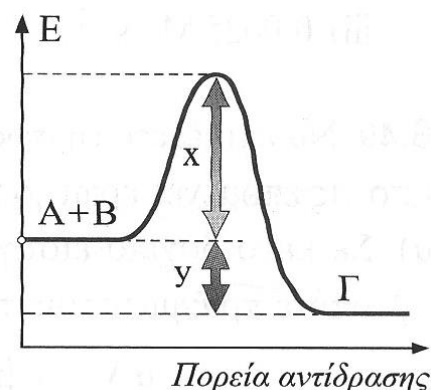
α) 80 kJ/mol

β) 20 kJ/mol

γ) 50 kJ/mol

δ) 30 kJ/mol

5. Δίνεται το ενεργειακό διάγραμμα της χημικής αντίδρασης: $A \rightarrow B + \Gamma$.



Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές;

α) Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης είναι $E_a = x$.

β) Η αντίδραση είναι εξώθερμη.

γ) Η ενθαλπία της αντίδρασης είναι $\Delta H = x - y$

δ) Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίστροφης αντίδρασης $B + \Gamma \rightarrow A$ είναι $E'_a = x + y$.

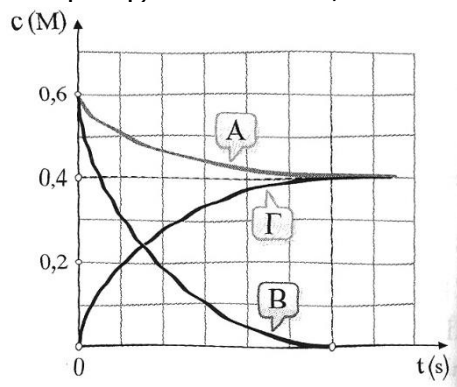
6. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι **σωστές** και ποιες **λανθασμένες**;

α) Η χημική εξίσωση μιας αντίδρασης δίνει πληροφορίες για την ταχύτητά της.

β) Η ταχύτητα μιας αντίδρασης εκφράζει το ρυθμό μεταβολής της συγκέντρωσης ενός από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα.

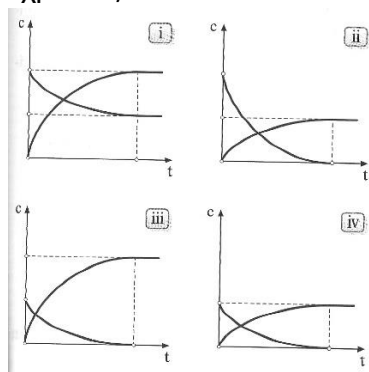
- γ) Η μονάδα της ταχύτητας μιας αντίδρασης είναι συνήθως $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.
- δ) Η καμπύλη αντίδρασης μιας ουσίας προσδιορίζεται πειραματικά.
- ε) Κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων ελαττώνονται με φθίνοντα ρυθμό.
- στ) Ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης των αντιδρώντων είναι ίσος με το ρυθμό μεταβολής της συγκέντρωσης των προϊόντων.
7. Για τις επόμενες χημικές εξισώσεις να γράψετε την έκφραση της ταχύτητας σε σχέση με τη μεταβολή της συγκέντρωσης όλων των σωμάτων:
- α) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- β) $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
- γ) $2\text{NOCl}(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
- δ) $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
8. Έστω η χημική εξίσωση της αντίδρασης:
- $$2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{Γ}(\text{g}) + 3\text{Δ}(\text{g})$$
- Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι **λανθασμένη**:
- α) $u = -\frac{\Delta[\text{B}]}{\Delta t}$
- β) $u_{\text{Δ}} = 3u_{\text{Γ}}$
- γ) $u = \frac{\Delta[\text{A}]}{2\Delta t}$
- δ) $u = \frac{\Delta[\text{Γ}]}{\Delta t}$
9. Για τη χημική αντίδραση: $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow 2\text{Γ}$ η ταχύτητα κατανάλωσης του αερίου Α είναι $u = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Η ταχύτητα κατανάλωσης του Β θα είναι:
- α) $u = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- β) $u = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- γ) $u = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- δ) $u = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
10. Ποια από τις επόμενες σχέσεις που αναφέρονται στη χημική αντίδραση: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ είναι σωστή;
- α) $u = -\frac{d[\text{H}_2]}{dt}$
- β) $u_{\text{N}_2} = 2 u_{\text{NH}_3}$
- γ) $u_{\text{H}_2} = 3 u_{\text{NH}_3}$
- δ) $u_{\text{NH}_3} = \frac{2}{3} u_{\text{H}_2}$
11. Ποια από τις επόμενες σχέσεις που αναφέρονται στη χημική αντίδραση: $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ είναι σωστή;
- α) $u_{\text{Zn}} = -\frac{d[\text{Zn}]}{dt}$
- β) $u = -\frac{d[\text{HCl}]}{dt}$
- γ) $u_{\text{HCl}} = u_{\text{ZnCl}_2}$
- δ) $u = \frac{d[\text{ZnCl}_2]}{dt}$
12. Οι μονάδες μέτρησης της ταχύτητας μιας αντίδρασης μπορεί να είναι:
- α) $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- β) $\text{M} \cdot \text{min}^{-1}$
- γ) $\text{M} \cdot \text{h}^{-1}$
- δ) όλα τα προηγούμενα
13. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης $\text{A} + \text{B} \rightarrow 2\text{Γ}$ η συγκέντρωση του Γ:
- α) δε μεταβάλλεται
- β) αυξάνεται με σταθερό ρυθμό
- γ) αυξάνεται με φθίνοντα ρυθμό
- δ) αυξάνεται με τον ίδιο ρυθμό που ελαττώνεται η συγκέντρωση του Α
14. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις που αναφέρονται στη χημική εξίσωση της αντίδρασης: $2\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{Γ}(\text{g}) + 3\text{Δ}(\text{g})$, είναι **λανθασμένη**:
- α) $u = -\frac{d[\text{B}]}{3\Delta t}$
- β) $u_{\text{Δ}} = 3u_{\text{Γ}}$
- γ) $u_{\text{B}} = \frac{2}{3} u_{\text{A}}$
- δ) $u_{\text{αντίδρασης}} = 3u_{\text{Δ}}$

15. Σε κενό δοχείο εισάγονται τα αέρια A και B, οπότε πραγματοποιείται η χημική αντίδραση: $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma \Gamma$. Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει τις καμπύλες αντίδρασης των ουσιών A, B και Γ.

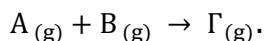


Η χημική εξίσωση της αντίδρασης είναι:

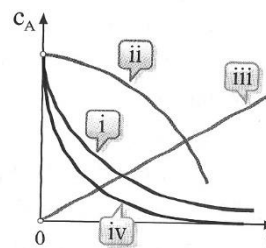
- α) $A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow 2\Gamma_{(g)}$
 β) $3A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow 2\Gamma_{(g)}$
 γ) $2A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightarrow 2\Gamma_{(g)}$
 δ) $A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightarrow 2\Gamma_{(g)}$
16. Έστω η χημική αντίδραση:
 $A_{(g)} \rightarrow 2B_{(g)}$. Ποιο από τα επόμενα διαγράμματα παριστάνει τις συγκεντρώσεις των A και B συναρτήσει του χρόνου;



17. Έστω η χημική αντίδραση:

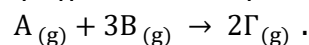


Ποια από τις καμπύλες του διαγράμματος παριστάνει τη συγκέντρωση του A συναρτήσει του χρόνου;



- α) η i β) η ii γ) η iii δ) η iv

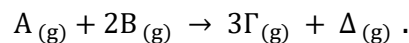
18. Σε δοχείο εισάγονται ισομοριακές ποσότητες από τα σώματα A και B, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι **σωστές**;

- α) Όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση η συγκέντρωση του B μηδενίζεται.
 β) Η συγκέντρωση του Γ αυξάνει με σταθερό ρυθμό.
 γ) Οι συγκεντρώσεις των A και B ελαττώνονται με τον ίδιο ρυθμό.
 δ) Η ταχύτητα παραγωγής του Γ είναι διπλάσια από την ταχύτητα της αντίδρασης.
 ε) Η συγκέντρωση το A ελαττώνεται με φθίνοντα ρυθμό και τελικά σταθεροποιείται.
 στ) Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης η πίεση στο δοχείο παραμένει σταθερή.

19. Σε δοχείο εισάγονται ισομοριακές ποσότητες από τα σώματα A και B, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:

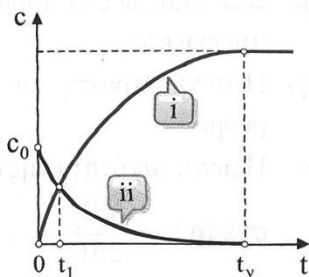


Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι **λανθασμένες**;

- α) Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης η συγκέντρωση του A ελαττώνεται ενώ του Δ αυξάνεται.
 β) Στο τέλος της αντίδρασης η συγκέντρωση του B μηδενίζεται.
 γ) Η συγκέντρωση του Γ αυξάνεται με φθίνοντα ρυθμό.
 δ) Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση: $u = \frac{\Delta[B]}{2\Delta t}$

- ε) Η ταχύτητα κατανάλωσης του Α είναι ίση με την ταχύτητα κατανάλωσης του Β.
 στ) Ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του Γ είναι τριπλάσιος από το ρυθμό μεταβολής της συγκέντρωσης του Β.
 ζ) Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης η πίεση στο δοχείο παραμένει σταθερή.

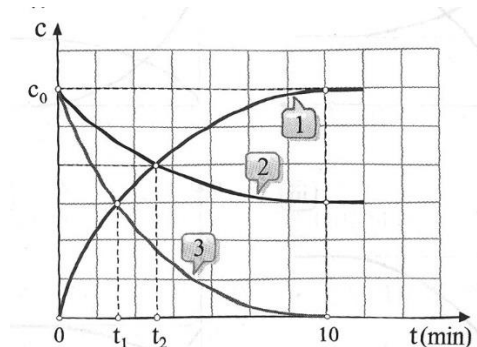
20. Σε δοχείο σταθερού όγκου και σταθερής θερμοκρασίας πραγματοποιείται η χημική αντίδραση: $A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow 2\Gamma_{(g)}$. Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει τις συγκεντρώσεις δύο ουσιών που μετέχουν στο σύστημα συναρτήσει του χρόνου.



Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι **σωστές**;

- α) Η καμπύλη (i) αναφέρεται στο Γ, ενώ η καμπύλη (ii) στο Α.
 β) Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μέγιστη κατά την έναρξή της.
 γ) Τη χρονική στιγμή t_v η ταχύτητα της αντίδρασης μηδενίζεται.
 δ) Η συγκέντρωση του Γ αυξάνεται με σταθερό ρυθμό.
 ε) Τη χρονική στιγμή t_v ισχύει ότι $c_\Gamma = \frac{c_0}{2}$.
 στ) Τη χρονική στιγμή t_v ισχύει ότι $u_B = u_\Gamma$.

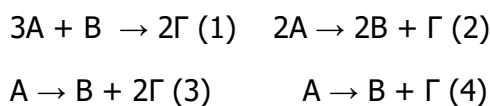
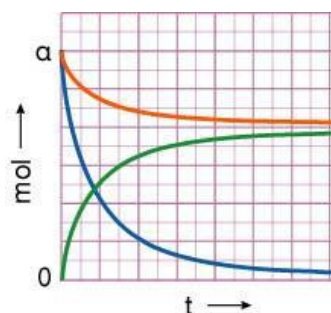
21. Σε κενό δοχείο Σε κενό δοχείο εισάγονται τα αέρια Α και Β, οπότε πραγματοποιείται η χημική αντίδραση:
 $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow 2\Gamma_{(g)}$.
 Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει τις καμπύλες αντίδρασης των ουσιών Α, Β και Γ.



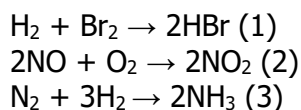
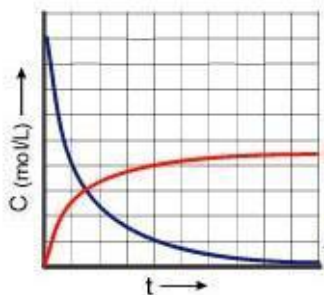
Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι **λανθασμένες**;

- α) Το αρχικό μείγμα των αερίων είναι ισομοριακό.
 β) Η καμπύλη (1) αντιστοιχεί στο αέριο Γ, ενώ η καμπύλη (2) στο αέριο Α.
 γ) Τα αέρια Α και Β καταναλώνονται με τον ίδιο ρυθμό.
 δ) Μετά τη χρονική στιγμή $t=10$ min η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μηδέν.
 ε) Η ταχύτητα αντίδρασης είναι διπλάσια από ότι η ταχύτητα παραγωγής του Γ
 στ) Τη χρονική στιγμή t_1 είναι $C_B = c_\Gamma = \frac{c_0}{2}$.
 ζ) Τη χρονική στιγμή t_2 είναι $C_A = \frac{2}{3} C_0$

22. Σε ποια από τις παρακάτω αντιδράσεις αντιστοιχεί το παρακείμενο διάγραμμα;

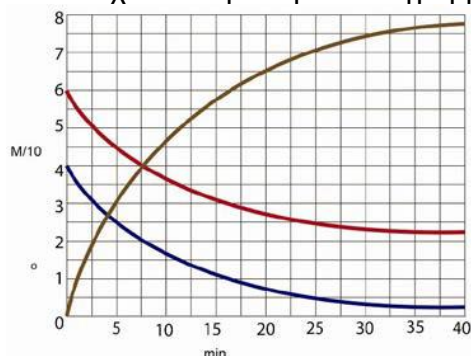


23. α) Σε ποια από τις παρακάτω αντιδράσεις αντιστοιχεί το επόμενο διάγραμμα;

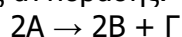


β) Ποια η σχέση των αρχικών ποσοτήτων σε mol των αντιδρώντων;

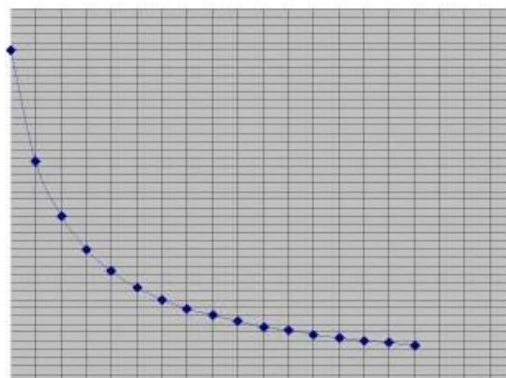
24. Σε ποια από τις παρακάτω αντιδράσεις αντιστοιχεί το παρακείμενο διάγραμμα;



25. Αν η καμπύλη του παρακείμενου διαγράμματος αντιστοιχεί σε ένα αντιδρών ή προϊόν της αντίδρασης:

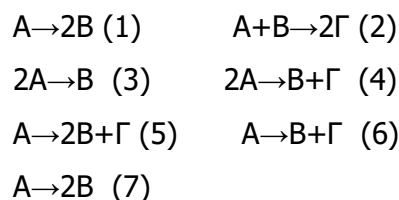


να σχεδιασθούν οι καμπύλες των άλλων.

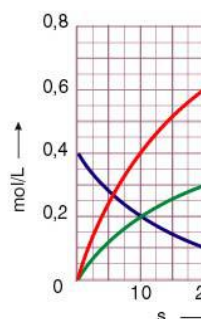


(Πάνω στο σχήμα)

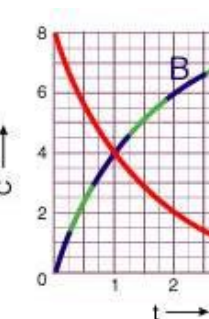
26. Ποια από τις αντιδράσεις αντιστοιχεί σε καθένα από τα παρακάτω διαγράμματα;



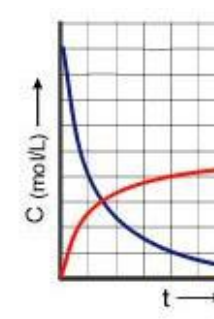
Διάγραμμα 1



Διάγραμμα 2



Διάγραμμα 3



ασκήσεις και προβλήματα

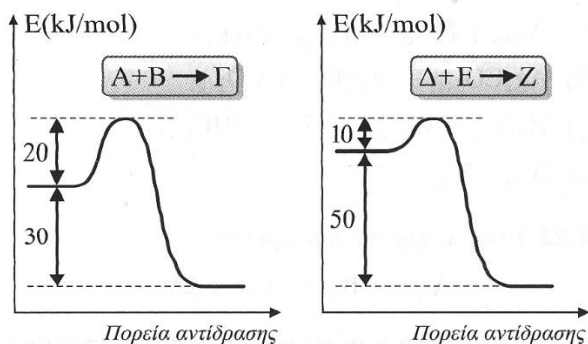
1. Δίνονται οι χημικές αντιδράσεις:

α) $A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow \Gamma_{(g)}$, $\Delta H = -40 \text{ kJ}$ και $E_a = 10 \text{ kJ/mol}$ και

β) $A'_{(g)} + B'_{(g)} \rightarrow \Gamma'_{(g)}$, $\Delta H = 60 \text{ kJ}$ και $E_a = 80 \text{ kJ/mol}$.

Να σχεδιάσετε το ενεργειακό διάγραμμα της κάθε αντίδρασης σύμφωνα με τη θεωρία της μεταβατικής κατάστασης και να υπολογίσετε την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίστροφης αντίδρασης.

2. Δίνονται οι επόμενες καμπύλες δυναμικής ενέργειας για δύο διαφορετικές αντιδράσεις.



α) Να συγκρίνετε την ενέργεια ενεργοποίησης των δύο αντιδράσεων.

β) Αν θεωρήσουμε ότι οι δύο αντιδράσεις πραγματοποιούνται στις ίδιες συνθήκες, ποια από τις δύο έχει μεγαλύτερη ταχύτητα;

γ) Ποια είναι η ενέργεια ενεργοποίησης των δύο αντίστροφων αντιδράσεων;

3. Για την αντίδραση σχηματισμού της αμμωνίας: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

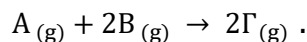
βρέθηκε ότι κάποια χρονική στιγμή η ταχύτητα είναι $u = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

Να βρεθούν την ίδια χρονική στιγμή:

α) η ταχύτητα της αντίδρασης

β) οι ταχύτητες κατανάλωσης του N_2 και του H_2 .

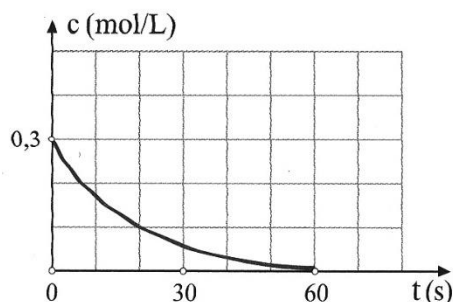
4. Σε κενό δοχείο εισάγονται ισομοριακές ποσότητες από τα σώματα A και B, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



α) Να γίνει το διάγραμμα συγκέντρωσης – χρόνου για καθένα από τα σώματα A, B και Γ.

β) Να βρεθεί η σχέση μεταξύ των ταχυτήτων κατανάλωσης του A και του B και της ταχύτητας σχηματισμού του Γ.

5. Σε δοχείο σταθερού όγκου και θερμοκρασίας εισάγεται αέριο A, το οποίο διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $A_{(g)} \rightarrow 2B_{(g)}$. Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει την καμπύλη αντίδρασης μιας από τις ουσίες A και B.



α) Σε ποια ουσία αντιστοιχεί το διάγραμμα; Να σχεδιάσετε την καμπύλη για την άλλη ουσία που μετέχει στο διάγραμμα.

β) Να υπολογίσετε για το χρονικό διάστημα 0-60 s :

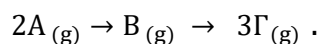
i) την ταχύτητα της αντίδρασης (μέση)

ii) την ταχύτητα παραγωγής του B.

γ) να συγκρίνετε την ταχύτητα τις χρονικές στιγμές i) 0s ii) 30s iii) 60s

δ) Πώς μεταβάλλεται η πίεση κατά τη διάρκεια της αντίδρασης;

6. Σε δοχείο σταθερού όγκου 10L και σταθερής θερμοκρασίας εισάγονται 4 mol A και διασπώνται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Η αντίδραση ολοκληρώνεται σε 40 s.

α) Να σχεδιάσετε τις καμπύλες αντίδρασης για τις ουσίες A, B και Γ.

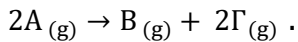
β) Να υπολογίσετε για το χρονικό διάστημα 0-40 s :

- i) τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης
- ii) την ταχύτητα παραγωγής των B και Γ.

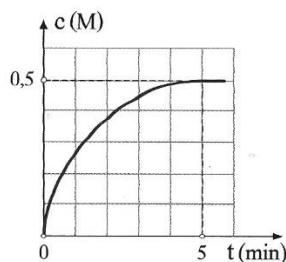
γ) Μια χρονική στιγμή η ταχύτητα της αντίδρασης είναι $u = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Να υπολογίσετε την ίδια χρονική στιγμή την ταχύτητα διάσπασης του A.

δ) Πώς μεταβάλλεται η πίεση κατά τη διάρκεια της αντίδρασης;

7. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται αέριο A με συγκέντρωση 0,5M και θερμαίνεται στους 100 °C, οπότε διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει την καμπύλη αντίδρασης μιας από τις ουσίες A, B και Γ.



α) Να σχεδιάσετε τις καμπύλες αντίδρασης για τις άλλες ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση.

β) Να υπολογίσετε για το χρονικό διάστημα 0-5 min :

- i) τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης
- ii) τη μέση ταχύτητα διάσπασης της A καθώς και τη μέση ταχύτητα παραγωγής των B και Γ.

8. Σε δοχείο όγκου 2L εισάγονται 0,4 mol A και 0,4 mol B, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση: $\text{A}_{(g)} + 2\text{B}_{(g)} \rightarrow 2\text{Γ}_{(g)}$, η οποία ολοκληρώνεται σε 100s.

α) Να γίνει το διάγραμμα που παριστάνει τη μεταβολή των συγκεντρώσεων όλων των σωμάτων με το χρόνο.

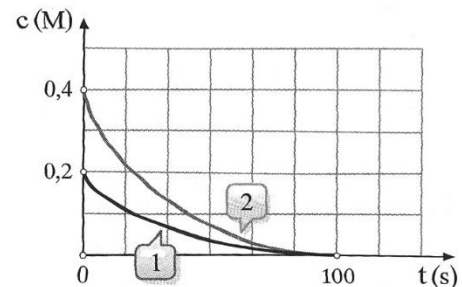
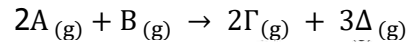
β) Να υπολογίσετε για το χρονικό διάστημα 0-100 s :

- i) τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης
- ii) την ταχύτητα κατανάλωσης των A και B και την ταχύτητα παραγωγής του Γ.

γ) Μια χρονική στιγμή η ταχύτητα παραγωγής του Γ είναι $u = 0,006 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$. Να υπολογίσετε την ίδια χρονική στιγμή την ταχύτητα κατανάλωσης των A,B.

δ) Πώς μεταβάλλεται η πίεση κατά τη διάρκεια της αντίδρασης; Βρείτε την % μεταβολή της ολικής πίεσης από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωσή της.

9. Το επόμενο διάγραμμα τις καμπύλες αντίδρασης για δύο από τις ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση:



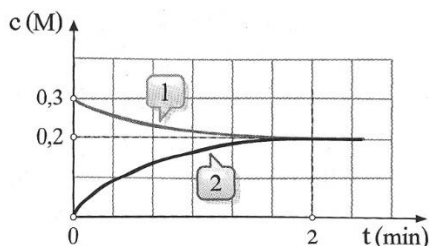
α) Σε ποια ουσία αντιστοιχεί κάθε καμπύλη;

β) Να σχεδιάσετε την καμπύλη για την άλλη ουσία που μετέχει στην αντίδραση.

γ) Να υπολογίσετε για το χρονικό διάστημα 0-100 s :

- i) τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης
- ii) την ταχύτητα παραγωγής των Γ και Δ.

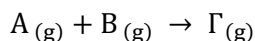
10. Σε δοχείο σταθερού όγκου 10L και σταθερής θερμοκρασίας εισάγονται 4 mol A και διασπώνται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $3\text{A}_{(g)} \rightarrow \text{B}_{(g)} + 2\text{Γ}_{(g)} + \text{Δ}_{(g)}$. Στο επόμενο διάγραμμα δίνονται οι καμπύλες αντίδρασης δύο ουσιών που μετέχουν στην αντίδραση.



- α) Σε ποια ουσία αντιστοιχεί κάθε καμπύλη;
 β) Να σχεδιάσετε την καμπύλη για τις άλλες δύο ουσίες της αντίδρασης.
 γ) Πώς μεταβάλλεται η πίεση κατά τη διάρκεια της αντίδρασης;

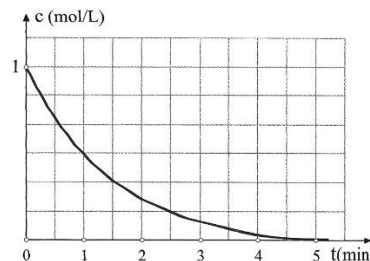
11. Σε δοχείο όγκου 10 L εισάγονται 2 mol N_2 και 8 mol H_2 , οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$, η οποία ολοκληρώνεται σε 30 min.
 α) Ποιες θα είναι οι συγκεντρώσεις των σωμάτων όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση;
 β) Να γίνει το διάγραμμα που παριστάνει τη μεταβολή των συγκεντρώσεων όλων των σωμάτων με το χρόνο.

12. Σε δοχείο 5L εισάγονται 2mol αερίου A και 1,6 mol αερίου B, τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Μετά από 10s στο δοχείο περιέχονται 0,8 mol Γ .

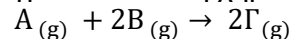
- α) Ποιες είναι οι ποσότητες σε mol των σωμάτων 10s μετά την έναρξη της αντίδρασης;
 β) Ποια είναι η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για τα πρώτα 10s;
13. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται ουσία A και θερμαίνεται σε σταθερή θερμοκρασία, οπότε διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $A_{(g)} \rightarrow B_{(g)} + \Gamma_{(g)}$



Στο διπλανό σχήμα δίνεται η καμπύλη αντίδρασης μιας από τις ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση.

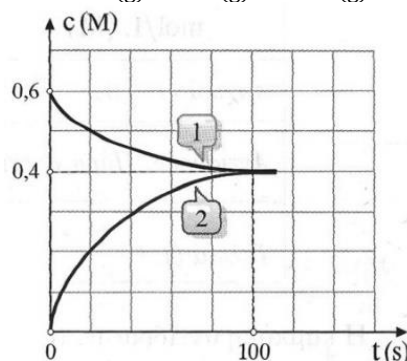
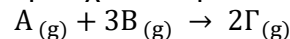
- α) Σε ποια ουσία αντιστοιχεί η καμπύλη;
 β) Ποια είναι η μέση ταχύτητα της αντίδρασης σε χρονικό διάστημα 0-5 min;
 γ) Με ποια σχέση συνδέονται η ταχύτητα κατανάλωσης του A με τις ταχύτητες σχηματισμού των B και Γ ;

14. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου σε σταθερή θερμοκρασία εισάγεται ισομοριακό μείγμα από τα αέρια A και B, οπότε πραγματοποιείται η χημική εξίσωση:



- α) Να γίνει το διάγραμμα που παριστάνει τη μεταβολή των συγκεντρώσεων όλων των σωμάτων με το χρόνο.
 β) Πώς μεταβάλλεται η πίεση που ασκείται μέσα στο δοχείο κατά τη διάρκεια της αντίδρασης;

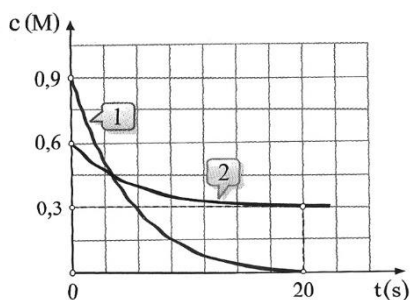
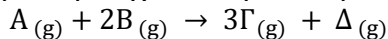
15. Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει τις καμπύλες αντίδρασης για δύο από τις ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση:



α) Σε ποια ουσία αντιστοιχεί κάθε καμπύλη;

β) Να σχεδιάσετε την καμπύλη για την άλλη ουσία που μετέχει στην αντίδραση.

16. Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει τις καμπύλες αντίδρασης για δύο από τις ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση:



α) Σε ποια ουσία αντιστοιχεί κάθε καμπύλη;

β) Να σχεδιάσετε την καμπύλη για την άλλη ουσία που μετέχει στην αντίδραση.

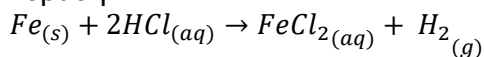
γ) Να υπολογίσετε για το χρονικό διάστημα 0-20 s :

i) τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης

ii) την ταχύτητα κατανάλωσης των A και B και την ταχύτητα παραγωγής του Γ.

δ) Πώς μεταβάλλεται η πίεση κατά τη διάρκεια της αντίδρασης; Βρείτε την % μεταβολή της ολικής πίεσης από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωσή της.

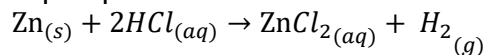
17. Σε 200 mL υδατικού διαλύματος HCl συγκέντρωσης 1M (Δ) προσθέτουμε 0.05 mol Fe, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



α) Να σχεδιάσετε την καμπύλη αντίδρασης για το HCl και το FeCl₂.

β) Να γράψετε την έκφραση που δείχνει τη στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης με βάση τη μεταβολή της συγκέντρωσης των ουσιών.

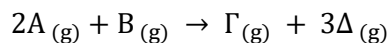
18. Σε 500 mL υδατικού διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,5M προσθέτουμε 6,5g Zn (Ar=65), χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



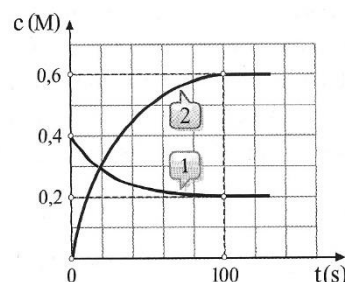
α) Να σχεδιάσετε την καμπύλη αντίδρασης για το HCl και το Zn Cl₂.

β) Να γράψετε την έκφραση που δείχνει τη στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης με βάση τη μεταβολή της συγκέντρωσης των ουσιών.

19. Σε δοχείο σταθερού όγκου και σε σταθερή θερμοκρασία 227 °C εισάγεται αέριο μείγμα που περιέχει τα συστατικά A και B, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει τις καμπύλες αντίδρασης για δύο από τις ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση.



α) Σε ποια ουσία αντιστοιχεί η καμπύλη; Να σχεδιάσετε την καμπύλη για τις άλλες ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση.

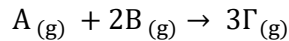
β) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης καθώς και τη μέση ταχύτητα παραγωγής των Γ και Δ για το χρονικό διάστημα 0 - 100 s.

γ) Πόση είναι η ολική πίεση στο δοχείο όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση;

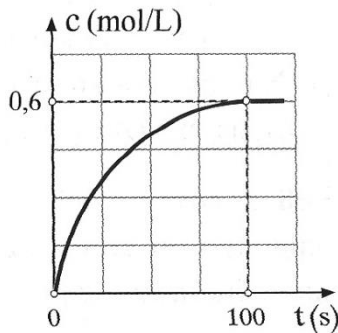
Δίνεται: $R=0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

20. Σε δοχείο σταθερού όγκου και σε σταθερή θερμοκρασία 500K εισάγεται αέριο μείγμα που περιέχει τα συστατικά A και B σε

στοιχειομετρική αναλογία, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει την καμπύλη αντίδρασης για μια από τις ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση.

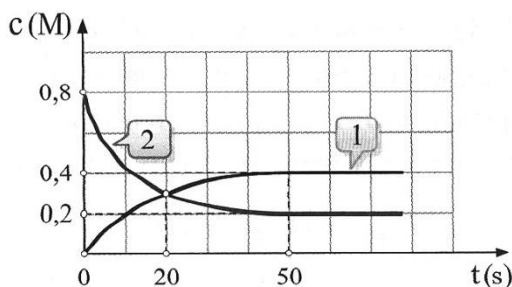


α) Σε ποια ουσία αντιστοιχεί η καμπύλη; Να σχεδιάσετε την καμπύλη για τις άλλες ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση.

β) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης καθώς και τη μέση ταχύτητα παραγωγής των B και Γ για το χρονικό διάστημα 0 - 100 s.

Δίνεται: $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

21. Σε κενό δοχείο εισάγονται ποσότητες από τα αέρια A και B, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση: $3A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow \Gamma_{(g)} + 2\Delta_{(g)}$
Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει τις καμπύλες αντίδρασης για δύο από τις ουσίες που μετέχουν στην αντίδραση.

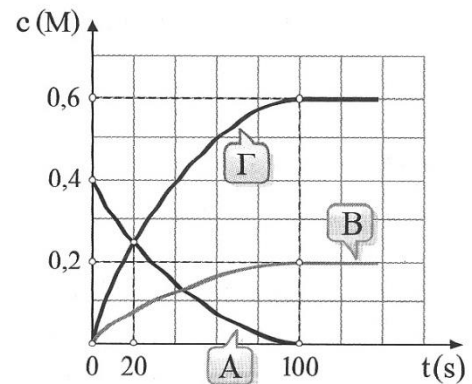
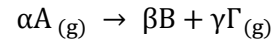


α) Σε ποια ουσία αντιστοιχεί κάθε καμπύλη; Να σχεδιάσετε την καμπύλη για την άλλη ουσία που μετέχει στην αντίδραση.

β) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης καθώς και τη μέση ταχύτητα

παραγωγής των B και Γ για το χρονικό διάστημα 0 - 20 s.

22. Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει την καμπύλη αντίδρασης των ουσιών A, B και Γ, της χημικής αντίδρασης:



α) Να υπολογίσετε τις ελάχιστες ακέραιες τιμές των στοιχειομετρικών συντελεστών α , β και γ .

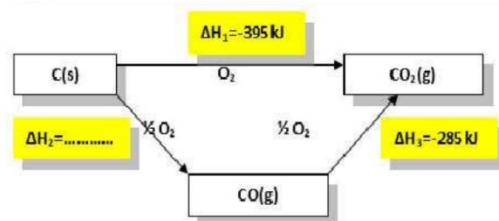
β) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης καθώς και τη μέση ταχύτητα παραγωγής των B και Γ για το χρονικό διάστημα 0 - 100 s.

ΘΕΜΑ Α

A1. Να συμπληρωθεί το ακόλουθο κείμενο με την κατάλληλη λέξη, αριθμό ή τύπο:

- α. Ως ενθαλπία (H) ορίζεται το περιεχόμενο ενός υλικού σώματος υπό σταθερή Η μεταβολή της ενθαλπίας σε μία φυσική ή χημική μεταβολή είναι ίση με την που ή κατά την μεταβολή.
- β. Εξώθερμες ονομάζονται οι αντιδράσεις οι οποίες πραγματοποιούνται με θερμότητας προς το Μία αντίδραση είναι εξώθερμη, όταν η ενθαλπία των αντιδρώντων είναι από την ενθαλπία των προϊόντων, οπότε η ενέργειας αποδίδεται στο περιβάλλον σε μορφή
- γ. Ενδόθερμες ονομάζονται οι αντιδράσεις οι οποίες πραγματοποιούνται με θερμότητας από το περιβάλλον. Μία αντίδραση είναι ενδόθερμη όταν η ενθαλπία των αντιδρώντων είναι από την ενθαλπία των προϊόντων. Το επιπλέον ποσό ενέργειας από το περιβάλλον σε μορφή Αν σε μία αντίδραση η $\Delta H = H_{\text{.....}} - H_{\text{.....}}$... 0 η αντίδραση είναι ενδόθερμη.
- δ. Η μεταβολή της ενθαλπίας σε μια αντίδραση εξαρτάται: **α.** από την των αντιδρώντων. Για παράδειγμα ο άνθρακας εμφανίζεται σε δύο αλλοτροπικές μορφές, ως γραφίτης και ως διαμάντι. Η ΔH κατά την καύση του άνθρακα είναι διαφορετική για κάθε μορφή, εξαιτίας των διαφορών στην μοριακή δομή και το είδος των δεσμών.
 $\text{C}_{\text{γραφίτης}} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})} \quad \Delta H_{\text{f}} = -393,5 \text{ kJ}$
 $\text{C}_{\text{διαμάντι}} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}, \Delta H_{\text{f}} = -395,5 \text{ kJ}$
 από τις δύο αυτές εξισώσεις συμπεραίνουμε ότι κατά την μετατροπή

1 mol $\text{C}_{\text{γραφίτη}}$ σε $\text{C}_{\text{διαμάντι}}$ ποσότητα θερμότητας ίση με ... kJ. **β.** από την των αντιδρώντων και των προϊόντων. **γ.** Από τις των Η μεταβολή της ενθαλπίας σε μία αντίδραση είναι των ποσοτήτων με τις οποίες τα λαμβάνουν μέρος στην αντίδραση. Για παράδειγμα κατά την καύση 4 mol $\text{C}_{\text{γραφίτη}}$, ποσότητα θερμότητας ίση με kJ **δ.** Από τις συνθήκες και στις οποίες πραγματοποιείται η αντίδραση.

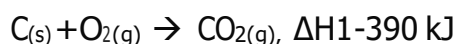


- A2.** Οι νόμοι της θερμοχημείας είναι εφαρμογή της αρχής της Σύμφωνα με τον νόμο Lavoisier – Laplace, το ποσό της θερμότητας που ή κατά το σχηματισμό ... mol μιας χημικής ένωσης από τα της είναι με το ποσό της θερμότητας που ή κατά τη διάσπαση ... mol της ίδιας χημικής ένωσης στα της στις συνθήκες. Έτσι, για παράδειγμα από την εξίσωση του σχηματισμού του νερού: $\text{H}_{2(\text{g})} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}, \Delta H = -286 \text{ kJ}$, μπορούμε να υπολογίσουμε ότι κατά την διάσπαση 1 mol $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ σε H_2 και O_2 η $\Delta H' = \dots$ kJ, καθώς και ότι κατά την διάσπαση 2 mol H_2O θα ποσότητα θερμότητας ίση με..... Σύμφωνα με τον νόμο Hess το της θερμότητας που ή κατά την πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης είναι είτε πραγματοποιηθεί σε ... είτε σε

.....από ένα Ο νόμος του Hess χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μεταβολής της ενθαλπίας αντιδράσεων που είτε στη φύση, είτε δεν μπορεί να μετρηθείη ΔH τους γιατί είναι πολύ ή πολύ

A3. Το αξίωμα αρχικής και τελικής κατάστασης αποτελεί τη γενίκευση του νόμου του, και αναφέρει ότι η ΔH κατά τη μετάβαση συστήματος από μια σε μία επίσης κατάσταση είναι από τα στα οποία πραγματοποιείται αυτή η μεταβολή. Για παράδειγμα, από τον διπλανό θερμοχημικό κύκλο μπορούμε να υπολογίσουμε την $\Delta H_2 = \dots\dots\dots$

A4. α. Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



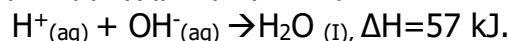
Να αντιστοιχηθούν οι χημικές εξισώσεις της στήλης Α με τις μεταβολές της ενθαλπίας στην στήλη Β.

	A	B	
1	$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$	-560 kJ	A1 - B..
2	$C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$	+280 kJ	A2 - B..
3	$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$	+170 kJ	A3 - B..
4	$CO(g) + H_2(g) \rightleftharpoons C(s) + H_2O(g)$	-130 kJ	A4 - B..
5	$CO_2(g) \rightarrow CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g)$	+130 kJ	A5 - B..

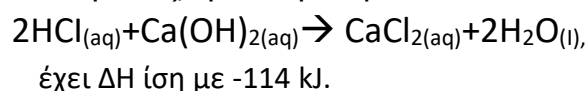
β. Με βάση την προηγούμενη αντιστοίχιση, είναι σωστό ή λάθος ότι όταν διοχετεύονται 0,5 mol υδρατμών σε δοχείο που περιέχει 3,6 g C απορροφάται ποσότητα θερμότητας ίση με 39 kJ; Δίνεται ότι η $A_{r,C} = 12$ και η αντίδραση πρέπει να θεωρηθεί ποσοτική.

A5. Να χαρακτηριστούν οι ακόλουθες προτάσεις ως ορθές ή λανθασμένες και να αιτιολογηθεί η επιλογή σας:

α. Η εξουδετέρωση ενός ισχυρού μονοπρωτικού οξέος από μια ισχυρή μονοπρωτική βάση αναπαρίσταται από την θερμοχημική εξίσωση:



Επομένως, η αντίδραση:

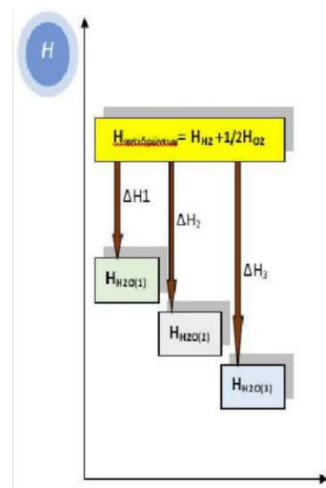


β. Όταν τα αντιδρώντα έχουν χαμηλότερη τιμή ενθαλπίας από τα προϊόντα, η αντίδραση είναι εξώθερμη.

γ. Όσο μεγαλύτερη ενέργεια ενεργοποίησης έχει μία αντίδραση, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας απορροφάται κατά την αντίδραση ορισμένης ποσότητας αντιδρώντων.

δ. Το επόμενο διάγραμμα ενθαλπίας αναπαριστά την μεταβολή της ενθαλπίας για τη σύνθεση του νερού από τα συστατικά του στοιχεία στις τρεις φυσικές καταστάσεις. Είναι σωστό ή λάθος ότι μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας εκλύεται κατά την παραγωγή του νερού σε αέρια κατάσταση;

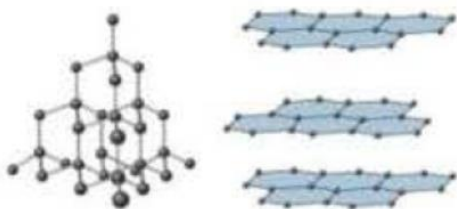
Να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.



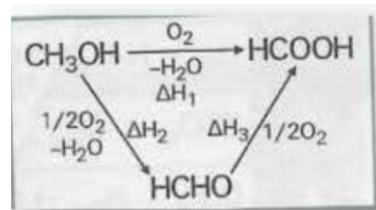
A6. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση:

$\text{CH}_3\text{OH}_{(g)} + 3/2\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$,
 $\Delta H_1^0 = -690 \text{ kJ}$ και ότι $1 \text{ Kcal} = 4 \text{ J}$. Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- Η αντίδραση είναι ενδόθερμη.
- Τα αντιδρώντα έχουν μεγαλύτερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα προϊόντα.
- Αν η μεθανόλη ήταν υγρή, η ποσότητα θερμότητας που θα εκλυόταν από την αντίδραση της καύσης θα ήταν μεγαλύτερη.
- Αν το νερό παραγόταν κατά την καύση σε υγρή κατάσταση, η ποσότητα θερμότητας που θα εκλυόταν από την αντίδραση της καύσης θα ήταν μεγαλύτερη.
- Όταν καίγεται 1 mol CH_3OH υπό σταθερή πίεση, όπως φαίνεται στη χημική εξίσωση εκλύεται προς το περιβάλλον ενέργεια ίση με $172,5 \text{ kcal}$.
- Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:
 $\text{C}_{\text{γραφίτης}} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} \quad \Delta H_1 = -393,5 \text{ kJ}$
 $\text{C}_{\text{διαμάντι}} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} \quad \Delta H_1 = -395 \text{ kJ}$
 Επομένως, η ενθαλπία μετατροπής του άνθρακα γραφίτη σε άνθρακα διαμάντι είναι ίση με $+2 \text{ kJ/mol}$.



- Αν δίνεται η θερμοχημική εξίσωση:
 $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{2(g)}, \Delta H = 40 \text{ kJ}$,
 γνωρίζουμε ότι όταν διασπώνται $0,2 \text{ mol}$ NO εκλύεται ποσότητα θερμότητας ίση με 8 kJ .



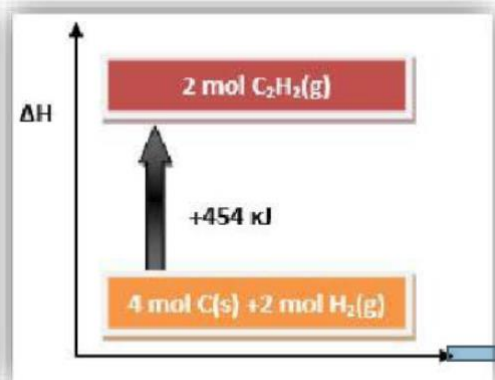
- $\Delta H_1 - \Delta H_3$
- $\Delta H_1/2$
- $\Delta H_1 + \Delta H_3$
- ΔH_3

- Ο σχηματισμός του H_2O από H_2 και O_2 είναι μια αντίδραση καύσης. Όταν το νερό διασπάται στα συστατικά του, απορροφάται μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας όταν η φυσική κατάσταση είναι:
 - στερεή
 - υγρή
 - αέρια
 - δεν έχει σημασία η φυσική κατάσταση
- Η χημική αντίδραση: $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{(g)}$ είναι πολύ αργή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, διότι:
 - Η μεταβολή της ενθαλπίας είναι αρνητική.
 - Η μεταβολή της ενθαλπίας είναι θετική.
 - Η ενέργεια ενεργοποίησης είναι μεγάλη.
 - Η ενέργεια ενεργοποίησης είναι μικρή.
- Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:
 $\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}, \Delta H = -400 \text{ kJ}$ (1),
 $\text{H}_{2(g)} + 1/2 \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)}, \Delta H = -300 \text{ kJ}$ (2),
 $\nu \text{C}_{(s)} + \nu \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_\nu \text{H}_{2\nu(g)}, \Delta H = +0,8 \text{ kJ}$ (3),
 $\text{C}_\nu \text{H}_{2\nu(g)} + 3\nu/2 \text{O}_{2(g)} \rightarrow \nu \text{CO}_{2(g)} + \nu \text{H}_2\text{O}_{(g)}, \Delta H = -2800,8 \text{ kJ}$ (4).
 Ο μοριακός τύπος του $\text{C}_\nu \text{H}_{2\nu}$ είναι:
 - C_2H_4
 - C_3H_6
 - C_4H_8
 - C_5H_{10}
- Από τα ακόλουθα δεν επηρεάζει τη μεταβολή ή της ενθαλπίας μιας αντίδρασης
 - η φυσική κατάσταση των ουσιών
 - η θερμοκρασία
 - ο μηχανισμός της αντίδρασης
 - η φύση των ουσιών αντίδραση

A7. Στις ακόλουθες ερωτήσεις να επιλεγεί η ορθή απάντηση:

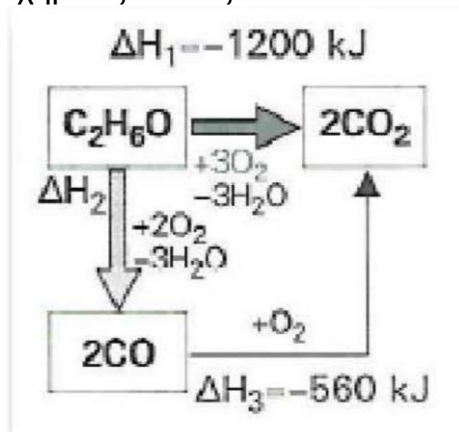
- Από τον θερμοχημικό κύκλο που δίνεται μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η ΔH_2 είναι ίση με:

6. Δίνεται το διάγραμμα μεταβολής της ενθαλπίας για το σχηματισμό του ακετυλένιου: $2\text{C}_{(\text{s})} + \text{H}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_{2(\text{g})}$, ΔH_1^0



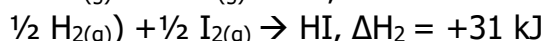
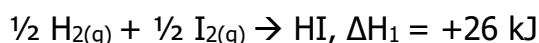
Από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστή:

- Το C_2H_2 έχει μικρότερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα στοιχεία από τα οποία σχηματίζεται
 - Ο σχηματισμός του C_2H_2 είναι εξώθερμη αντίδραση.....
 - 1mol C_2H_2 διασπάται σε C και H_2 εκλύεται ποσότητα θερμότητας ίση με 454 kJ.
 - Κατά το σχηματισμό 0,1mol C_2H_2 απορροφάται από το περιβάλλον ποσότητα θερμότητας ίση με 22,7 kJ.
7. Στο επόμενο σχήμα δίνεται ένας θερμοχημικός κύκλος.



- Ο θερμοχημικός κύκλος είναι εφαρμογή του νόμου του ...
- Από τον θερμοχημικό κύκλο μπορούμε να συμπεράνουμε ότι $\Delta H_2 = \dots$ kJ και ότι όταν 1 mol CO καίγεται προς CO_2 ποσότητα θερμότητας ίση με = kJ

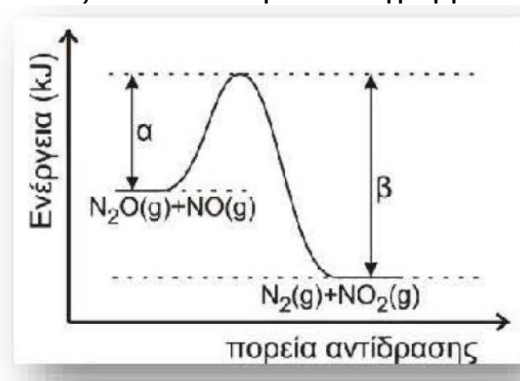
- A8.** Για το σχηματισμό του HI δίνονται οι ακόλουθες θερμοχημικές εξισώσεις:



- Να δοθούν οι πιθανές εξηγήσεις για την διαφορά στην τιμή των ΔH .
- Αν το H_2 και το I_2 είναι στην ίδια φυσική κατάσταση και το HI μπορεί να παραχθεί σε στερεή ή αέρια κατάσταση να εξηγηθεί σε ποια εξίσωση παράγεται ως στερεό.

- A9.** Για την αντίδραση που αναπαρίσταται από την χημική εξίσωση:

$\text{N}_2\text{O} + \text{NO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{NO}_2$ η ενέργεια του συστήματος αντιδρώντων και προϊόντων απεικονίζεται στο επόμενο διάγραμμα.



Με βάση το διάγραμμα να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν αιτιολογώντας τις απαντήσεις σας.

- Η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη;
- Αν $\alpha = 209 \text{ kJ}$ και $\beta = 348 \text{ kJ}$
 - να υπολογίσετε την ΔH της αντίδρασης
 - να υπολογίσετε την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης
 - να υπολογίσετε την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης:
 $\text{N}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{NO}$

ΘΕΜΑ Β

B1. Στις ακόλουθες ερωτήσεις να επιλεγεί η **ορθή** απάντηση:

1. Για την αντίδραση των A, B, Γ που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:
 $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow 3\Gamma_{(g)}$, δίνεται ότι η στιγμιαία ταχύτητα παραγωγής του Γ σε $t=10 \text{ min}$ είναι ίση με $6,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. Τη χρονική στιγμή $t = 650\text{s}$ η στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης μπορεί να είναι ίση με:

- α. $6,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
 β. $2,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
 γ. $1,8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
 δ. $5,6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

2. Για την παραπάνω αντίδραση η μέση ταχύτητα κατανάλωσης του A για το διάστημα 0-10 min μπορεί να είναι ίση με:

- α. $2,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
 β. $5,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
 γ. $6,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
 δ. $3,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

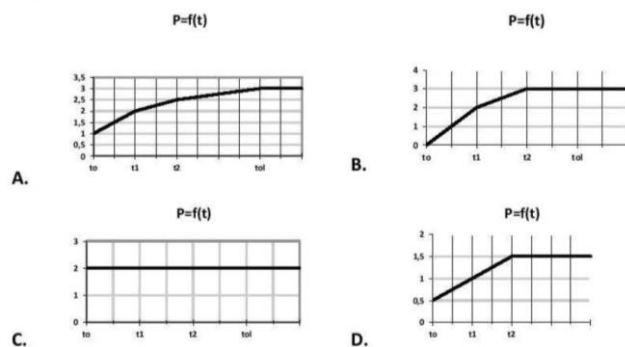
3. Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου 20 L που περιέχει περίσσεια άνθρακα εισάγονται 10 mol CO_2 και η πίεση γίνεται ίση με 5 atm. Παρατηρείται σταδιακή αύξηση της πίεσης και τη χρονική στιγμή $t_1=30\text{s}$ η πίεση μετρείται ίση με 8 atm στην ίδια θερμοκρασία. Η μέση τιμή της ταχύτητας της αντίδρασης: $\text{C}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{(g)}$, $\Delta H > 0$ από 0- t_1 μπορεί να είναι ίση με:

- α. $0,01 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$
 β. $0,02 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$
 γ. $0,04 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$
 δ. $0,06 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$

4. Η χημική αντίδραση: $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ είναι πολύ γρήγορη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, διότι:

- α. Η ΔH είναι αρνητική
 β. Η ΔH είναι θετική.
 γ. Η ενέργεια ενεργοποίησης είναι μεγάλη
 δ. Η ενέργεια ενεργοποίησης είναι μικρή.

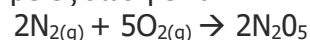
5. Η αντίδραση: $A_{(g)} \rightarrow 3B_{(g)}$ πραγματοποιείται σε κλειστό δοχείο υπό σταθερή θερμοκρασία. Το διάγραμμα της πίεσης ως προς το χρόνο μέσα στο δοχείο μπορεί να είναι:



6. Α. Η ταχύτητα παραγωγής του NO_2 από τη διάσπαση του N_2O_4 , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $\text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{NO}_2$ είναι ίση με $0,04 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$ τα πρώτα 10 s. Η ταχύτητα της αντίδρασης από 10 – 20 s μπορεί να είναι ίση με:

- α. $0,04 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$
 β. $0,02 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$
 γ. $0,01 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$
 δ. $1,5 \text{ M}\cdot\text{min}^{-1}$

Β. Ο λόγος του ρυθμού μεταβολής της συγκέντρωσης του $\text{N}_{2(g)}$ προς το ρυθμό μεταβολής της συγκέντρωσης του $\text{O}_{2(g)}$ στην αντίδραση με εξίσωση είναι:

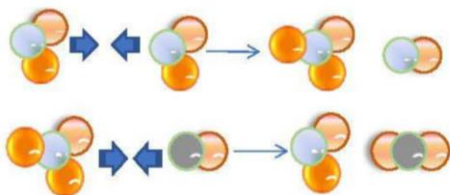


- α. $5/2$
 β. $-2/5$
 γ. $2/5$
 δ. $-5/2$.

B2. Να χαρακτηριστούν οι προτάσεις ως **ορθές ή λανθασμένες** και να αιτιολογηθεί πλήρως η επιλογή:

- α. Όσο μεγαλύτερη ενέργεια ενεργοποίησης έχει μία αντίδραση, τόσο μικρότερος είναι ο χρόνος ολοκλήρωσής της.
 β. Μία εξώθερμη αντίδραση έχει μεγαλύτερη ενέργεια ενεργοποίησης από μία ενδόθερμη.
 γ. Η ενέργεια ενεργοποίησης μιας αντίδρασης και της αντίστροφής της έχουν την ίδια ακριβώς τιμή.
 δ. Ο νόμος της ταχύτητας αντίδρασης μπορεί να εξαχθεί από την χημική εξίσωση της αντίδρασης.

- ε. Η χρήση κατάλληλου καταλύτη μπορεί να επιτρέψει την πραγματοποίηση μιας αντίδρασης η οποία δεν μπορεί να γίνει χωρίς την παρουσία του καταλύτη.
- στ. Η προσθήκη καταλύτη έχει ως αποτέλεσμα την μεταβολή της ποσότητας θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά την αντίδραση.
- ζ. Η ταχύτητα οξειδωσης του σιδήρου από υδρατμούς προς $\text{FeO} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ελαπώνεται διαρκώς με την πάροδο του χρόνου.
- η. Η αντίδραση της οξειδωσης του CO από NO_2 προς CO_2 περιγράφεται από τη χημική εξίσωση: $\text{CO}_{(\text{g})} + \text{NO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})} + \text{NO}_{(\text{g})}$ και πραγματοποιείται σε δύο στάδια εκ των οποίων το πρώτο είναι αργό και το δεύτερο γρήγορο, όπως φαίνεται στην αναπαράσταση με μοντέλα.



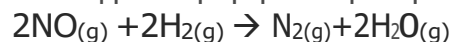
Από την αναπαράσταση συμπεραίνουμε ότι ο νόμος της ταχύτητας είναι $u = k [\text{NO}_2]^2$

- B3.** Σε δύο δοχεία Δ_1 και Δ_2 με όγκους V_1 και $V_2 = 3V_1$ αντίστοιχα, εισάγονται:
 Στο Δ_1 : 4 mol NO και 4 mol Br_2 .
 Στο Δ_2 : 6 mol NO και 12 mol Br_2 .
 Το NO και το Br_2 αντιδρούν σύμφωνα με την απλή αντίδραση: $2\text{NO}_{(\text{g})} + \text{Br}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{NOBr}_{(\text{g})}$, $\Delta H < 0$. Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες, αιτιολογώντας την απάντησή σας.
- Η αντίδραση είναι τρίτης τάξης.
 - Η ταχύτητα u_1 στο δοχείο Δ_1 είναι μικρότερη από την ταχύτητα u_2 στο δοχείο Δ_2 .
 - Αν στο δοχείο Δ_1 εισαχθεί κατά την έναρξη της αντίδρασης ευγενές αέριο He, υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία, η ταχύτητα δε θα μεταβληθεί.
 - Αν στο δοχείο Δ_2 , το οποίο διαθέτει ευκίνητο έμβολο, εισαχθεί κατά την έναρξη της

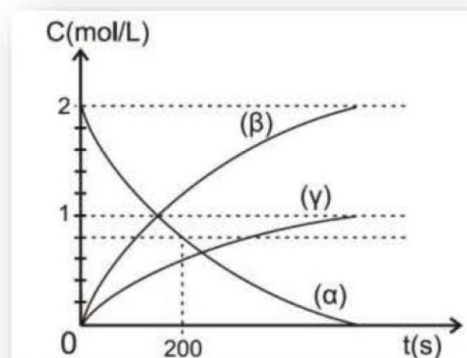
αντίδρασης ευγενές αέριο He, υπό σταθερή πίεση και θερμοκρασία, η ταχύτητα δε θα μεταβληθεί.

- ε. Αν στο δοχείο Δ_2 αυξηθεί η θερμοκρασία, η ταχύτητα αντίδρασης ελαττώνεται γιατί η αντίδραση είναι εξώθερμη.

B4. Δίνεται η μονόδρομη αντίδραση:



Στο διάγραμμα απεικονίζεται η μεταβολή των συγκεντρώσεων των σωμάτων που μετέχουν σε αυτή σε συνάρτηση με τον χρόνο. Δίνεται ότι οι αρχικές συγκεντρώσεις μονοξειδίου και υδρογόνου είναι ίδιες και η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

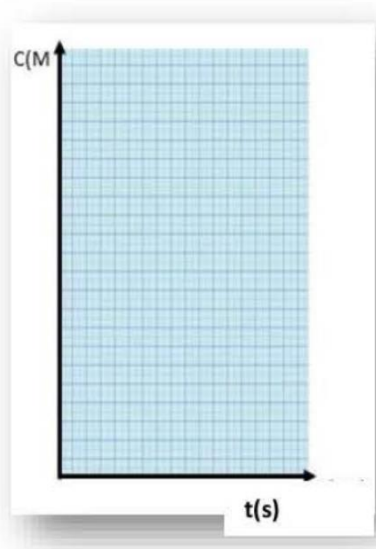


- να αντιστοιχίσετε τις καμπύλες α, β, γ με καθένα από τα σώματα που μετέχουν στην αντίδραση, αιτιολογώντας πλήρως την απάντησή σας.
- η μέση ταχύτητα της αντίδρασης τα πρώτα 200 s είναι:
 - $2 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$
 - $3 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$
 - $6 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$
- Ο ρυθμός σχηματισμού του νερού τα πρώτα 200 s είναι:
 - $2 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$
 - $3 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$
 - $6 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$

B5. Δίνεται η χημική εξίσωση:



- α. Να δοθεί ο ορισμός και να γραφεί ο τύπος που αναπαριστά τον ρυθμό κατανάλωσης της αμμωνίας, τον ρυθμό παραγωγής του N_2 και την μέση ταχύτητα της αντίδρασης.
- β. Σε ένα κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ισομοριακές ποσότητες αμμωνίας και χλωρίου. Στο διάγραμμα που δίνεται να κατασκευαστούν ποιοτικά οι καμπύλες αντίδρασης για όσα από τα αντιδρώντα και προϊόντα είναι εφικτό.



- γ. Να υπολογιστεί ο λόγος της αρχικής προς την τελική πίεση μέσα στο δοχείο, αν η θερμοκρασία έχει παραμείνει σταθερή.

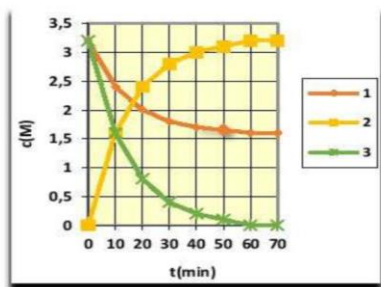
B6. Για την αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση: $2\text{NO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{3(\text{g})} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_{5(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$, δίνονται τα πειραματικά δεδομένα του διπλανού πίνακα.

M	1	2	3
$[\text{NO}_2]$	0,10	0,20	0,10
$[\text{O}_3]$	0,50	0,50	0,60
$\nu (\text{M}\cdot\text{s}^{-1})$	$2,5\cdot 10^3$	$5,0\cdot 10^3$	$3,0\cdot 10^3$

- α. Να βρεθεί ο νόμος της ταχύτητας και η τιμή της σταθεράς k και να προταθεί ένας μηχανισμός για την αντίδραση.
- β. Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ισομοριακές ποσότητες NO_2 και O_3 και η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης είναι $2\cdot 10^3 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$. Μετά από ορισμένο χρόνο η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ίση με το $1/8$ της αρχικής, ενώ η θερμοκρασία έχει παραμείνει σταθερή. Να υπολογιστεί το ποσοστό NO_2 που καταναλώθηκε.
- γ. Για την αντίδραση που αναπαρίσταται από την εξίσωση: $\text{NO}_{2(\text{g})} + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_{2(\text{g})}$. Δίνεται ότι όταν τριπλασιάζεται η συγκέντρωση του NO_2 , η ταχύτητα της αντίδρασης εννεαπλασιάζεται, ενώ όταν διπλασιάζεται η συγκέντρωση του CO , η ταχύτητα της αντίδρασης μένει σταθερή. Με βάση αυτές τις πληροφορίες να επισημάνετε τις ακόλουθες προτάσεις ως ορθές ή λανθασμένες και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
- Η αντίδραση είναι απλή και γίνεται σε ένα στάδιο.
 - Η αντίδραση είναι 2^{ης} τάξης συνολικά και 0^{ης} τάξης ως προς CO .
 - Οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας είναι s^{-1} .
 - Ένας πιθανός μηχανισμός για την αντίδραση είναι:
αργά: $2\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2$
γρήγορα: $\text{N}_2\text{O}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{CO}_2$
 - Αν αρχικά χρησιμοποιηθούν ισομοριακές ποσότητες αντιδρώντων, η ταχύτητα της αντίδρασης, όταν θα έχει καταναλωθεί το X της ποσότητας του CO θα είναι ίση με $9/16$ της αρχικής.

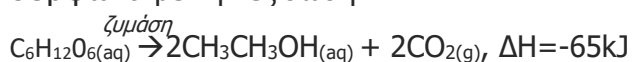
B7. Τα σώματα Α και Β αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow 2\Gamma_{(g)}$. Το αντιδρών Β είναι έγχρωμο, ενώ τα Α και Γ είναι άχρωμα.

- Να προτείνετε δύο μεθόδους για τη μέτρηση της ταχύτητας της αντίδρασης
- Να αντιστοιχίσετε τα Α, Β, Γ στις καμπύλες 1, 2, 3 του διπλανού διαγράμματος και να εκτιμήσετε αν τα αντιδρώντα είναι σε στοιχειομετρικές ποσότητες. Σε ποια χρονική στιγμή ολοκληρώνεται η αντίδραση;



- Πως μπορεί να υπολογιστεί η στιγμιαία τιμή της ταχύτητας τη χρονική στιγμή 20 min;
- Πόση θα είναι η μέση ταχύτητα αντίδρασης από 10-20 min;
Να αιτιολογήσετε πλήρως τις απαντήσεις σας.

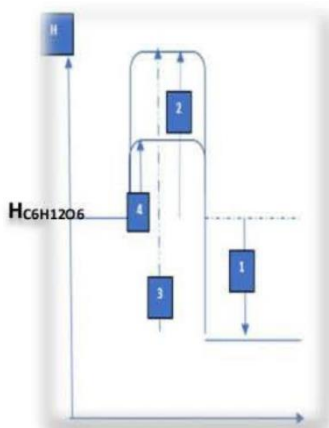
B8. 500 mL διαλύματος γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) 4M ζυμώνονται και η γλυκόζη μετατρέπεται σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα παρουσία ζύμωσης (αλκοολική ζύμωση), σύμφωνα με την εξίσωση:



Σε χρόνο t_1 ίσο με 200 min έχουν εκλυθεί 44,8L αερίου CO_2 (STP).

- Από τις προτάσεις που ακολουθούν σωστή είναι η:
 - Σε 200 min η αντίδραση ολοκληρώνεται.
 - Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ίση με 0,005 M/min
 - Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ίση με 0,020 M/min
 - Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ίση με 0,010 M/min

- Παρατηρήστε το ενεργειακό διάγραμμα της αλκοολικής ζύμωσης και επιλέξτε το συνδυασμό των σωστών προτάσεων από τις ακόλουθες:



- Η 3 έχει τιμή +65 kJ
- Η 3 εκφράζει την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης.
- Η 4 εκφράζει την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης παρουσία ζύμωσης.
- Η αλκοολική ζύμωση είναι περίπτωση ετερογενούς κατάλυσης.
- Η αλκοολική ζύμωση πρέπει να πραγματοποιείται σε σκιερούς χώρους και τα βαρέλια δεν πρέπει να βρίσκονται εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία.
- Η ταχύτητα της αντίδρασης ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία πάνω από τους 50° C.
 - 3-5-6
 - 1-3-6
 - 2-3-5-6
 - 1-3-4

- Ο λόγος των τιμών της ωσμωτικής πίεσης του διαλύματος αν η θερμοκρασία του διαλύματος διατηρηθεί σταθερή σε t_0 και σε t_1 είναι ίσος με:
 - 1/2
 - 2/3
 - 1/4
 - 1/3

- Η αντίδραση: $CH_3CH_2Cl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow CH_3CH_2OH_{(aq)} + NaCl_{(aq)}$ πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 80°C και έχουν γίνει οι μετρήσεις της ταχύτητας που δίνονται στον πίνακα:

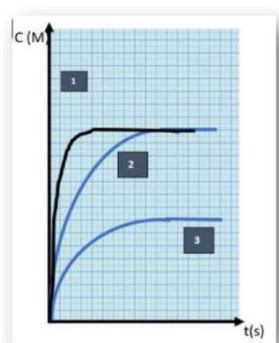
	Πείραμα 1	Πείραμα 2	Πείραμα 3
$[CH_3CH_2Cl] \text{ (M)}$	0,1	0,1	0,4
$[NaOH] \text{ (M)}$	0,1	0,2	0,2
$U \text{ (M}\cdot\text{s}^{-1})$	10^{-3}	10^{-3}	$4\cdot 10^{-3}$

- Να βρεθεί ο νόμος της ταχύτητας αντίδρασης, η τιμή της σταθεράς ταχύτητας και να προταθεί ένας μηχανισμός της αντίδρασης.
- Η αντίδραση πραγματοποιείται σε τρία δοχεία με τις ίδιες αρχικές ποσότητες (mol) CH_3CH_2Cl και $NaOH$:

Στο δοχείο Δ_1 ο όγκος του διαλύματος είναι 1L. Στο δοχείο Δ_2 ο όγκος του διαλύματος είναι 1L και χρησιμοποιείται και μεταλλικός στερεός καταλύτης. Στο δοχείο Δ_3 ο όγκος του διαλύματος 3L.

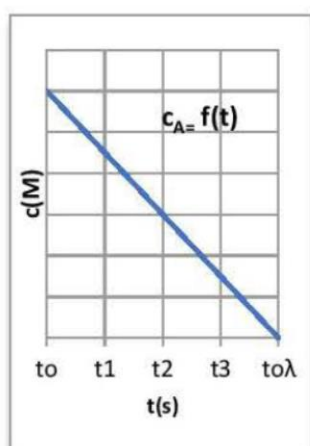
- Να συγκρίνετε τις ταχύτητες αντίδρασης και τις ενέργειες ενεργοποίησης της αντίδρασης E_{a1} , E_{a2} , E_{a3} , στα 3 δοχεία.

- ii. Να αντιστοιχηθούν τα δοχεία Δ₁ και Δ₂ στις καμπύλες του διπλανού διαγράμματος.



- γ. Πως θα επηρεαστεί ταχύτητα της αντίδρασης αν αυξηθεί το pH του διαλύματος με προσθήκη στερεού NaOH, χωρίς μεταβολή του όγκου του;

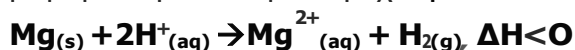
- B9.** Για την αντίδραση $A(g) \rightarrow B(g)$ δίνεται το διάγραμμα συγκέντρωσης - χρόνου για ένα από τα A και B.



- α. Να γραφεί ο νόμος της ταχύτητας και να βρεθούν οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας κ. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- β. Να σχεδιαστεί το διάγραμμα της συγκέντρωσης του άλλου σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο στο ίδιο διάγραμμα. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- γ. Να σχεδιαστεί το διάγραμμα της ταχύτητας της αντίδρασης σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση του A. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- B10.** Αν η ταχύτητα μιας αντίδρασης τριπλασιάζεται όταν η θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται αυξάνεται κατά 10°C, πόσο ταχύτερη θα είναι η αντίδραση αν πραγματοποιηθεί στους 70°C αντί των 30°C;

- B11.** Δίνεται η χημική εξίσωση που περιγράφει την απλή αντίδραση του μαγνησίου με διάλυμα υδροχλωρίου:



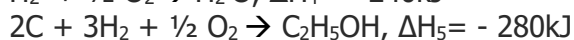
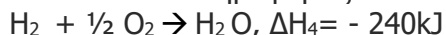
Σε ένα δοχείο Δ εισάγεται περίσσεια Mg σε μορφή ελάσματος και στη συνέχεια εισάγονται 200 mL διαλύματος HCl 0,5M οπότε η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης είναι U₁, παράγονται V L αερίου H₂ και εκλύεται ποσότητα θερμότητας Q₁. Η αντίδραση επαναλαμβάνεται στην ίδια θερμοκρασία στα 6 δοχεία του ακόλουθου πλέγματος. Να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν αιτιολογώντας τις πλήρως τις απαντήσεις σας.

Δοχείο 1 Ίδια ποσότητα Mg σε μορφή ελάσματος 200 mL διαλύματος HCl 1M	Δοχείο 2 Ίδια ποσότητα Mg σε μορφή ρινισμάτων 200 mL διαλύματος HCl 0,5 M	Δοχείο 3 Ίδια ποσότητα Mg σε μορφή ελάσματος 400 mL διαλύματος HCl 0,5 M
Δοχείο 4 Ίδια ποσότητα Mg σε μορφή ρινισμάτων 400 mL διαλύματος HCl 0,5 M	Δοχείο 5 Ίδια ποσότητα Mg σε μορφή ελάσματος 400 mL διαλύματος HCl 1M	Δοχείο 6 Ίδια ποσότητα Mg σε μορφή ελάσματος 100 mL διαλύματος HCl 0,5 M

- α. Σε ποια δοχεία η ταχύτητα της αντίδρασης είναι οπωσδήποτε μεγαλύτερη από την ταχύτητα στο Δ;
- β. Σε ποια δοχεία η ποσότητα θερμότητας που εκλύεται είναι μεγαλύτερη από την Q₁;
- γ. Σε ποια δοχεία εκλύεται μεγαλύτερος όγκος H₂ από V, μετρημένος στις ίδιες συνθήκες

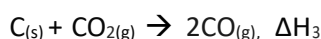
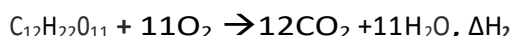
ΘΕΜΑ Γ

Γ1. ΔΙΝΟΝΤΑΙ οι πληροφορίες:



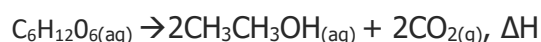
- Όταν σχηματίζονται 4 g CO_2 από C και O_2 εκλύεται ποσότητα θερμότητας 35,5 kJ.
 - Όταν σχηματίζονται 2,8 g CO από C και O_2 εκλύεται ποσότητα θερμότητας 11,0 kJ.
 - Όταν σχηματίζονται 18 g $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (γλυκόζη) από C, H_2 και O_2 εκλύεται ποσότητα θερμότητας 60,0 kJ.
 - Όταν σχηματίζονται 342 g $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (ζάχαρη) από C, H_2 και O_2 εκλύεται ποσότητα θερμότητας 1200,0 kJ.
- ($R=0.082 \text{ L}\cdot\text{atm}/\text{mol}\cdot\text{K}$, Ar, C=12, O=16. H=1)

- α. Να υπολογιστούν οι μεταβολές της ενθαλπίας ΔH των αντιδράσεων που αναπαρίστανται από τις χημικές εξισώσεις:

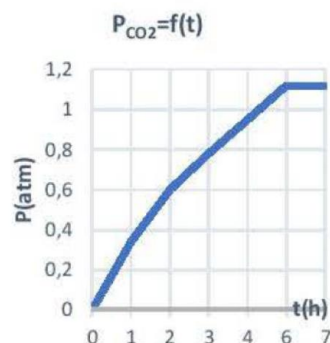


- β. Ορισμένη ποσότητα μείγματος ζάχαρης και γλυκόζης διαλύεται σε νερό στους 27°C και το διάλυμα έχει όγκο 500 mL και εμφανίζει ωσμωτική πίεση 9,84 atm. Ίση ποσότητα μείγματος ζάχαρης και γλυκόζης αναφλέγεται με περίσσεια αέρα και καίγεται με παράλληλη έκλυση ποσότητας θερμότητας που μπορεί να ανάξει 5,47 mol CO_2 σε CO, σύμφωνα με την εξίσωση 3. Να βρεθεί η σύσταση του μείγματος σε mol.

ζύμωση αρχίζει με τη διάσπαση των σακχάρων από τις ζύμες για να σχηματίσουν μόρια πυροσταφυλικού οξέος, διεργασία η οποία είναι γνωστή ως γλυκόλυση. Η γλυκόλυση ενός μορίου γλυκόζης παράγει δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος. Τα δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος στη συνέχεια ανάγονται σε δύο μόρια αιθανόλης και 2 μόρια CO_2 και η συνολική μετατροπή περιγράφεται από την χημική εξίσωση:

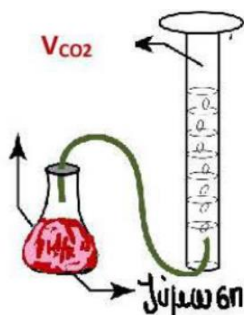


- α. Είναι απλή αντίδραση η αλκοολική ζύμωση; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- β. Να υπολογιστεί η μεταβολή της ενθαλπίας ΔH της αλκοολικής ζύμωσης.
- γ. Ο ρυθμός ζύμωσης του μούστου μπορεί να υπολογιστεί με τη μέτρηση του όγκου ή της πίεσης που ασκεί το CO_2 στην κορυφή του σωλήνα του σχήματος. Κατά την αλκοολική ζύμωση ενός δείγματος μούστου σε σταθερή θερμοκρασία 21°C έγιναν οι μετρήσεις που δίνονται στο διάγραμμα.



- i. Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα παραγωγής CO_2 σε atm/h από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωση της ζύμωσης.
- ii. Αν το δοχείο συλλογής του CO_2 έχει όγκο 0,82 L να βρεθεί η ποσότητα γλυκόζης που αντέδρασε και η ποσότητα θερμότητας που εκλύθηκε ή απορροφήθηκε κατά την διάρκεια της ζύμωσης.

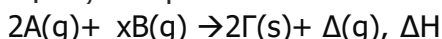
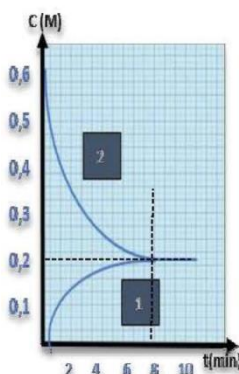
- Γ2.** Η αλκοολική ζύμωση είναι μια βιοτεχνολογική διαδικασία που επιτυγχάνεται με τη ζύμη, μερικά είδη βακτηρίων και άλλους μικροοργανισμούς για τη μετατροπή των σακχάρων σε αιθυλική αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Η αλκοολική



- γ. Αν η ποσότητα της γλυκόζης στο αρχικό δείγμα ήταν 0,03 mol, να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης και να προταθούν δύο τρόποι για την αύξηση της.
- δ. Αν η αλκοολική ζύμωση πραγματοποιηθεί σε θερμοκρασία 55°C, ο χρόνος ολοκλήρωσής της αυξάνεται. Να δώσετε μια εξήγηση για το φαινόμενο.

ΘΕΜΑ Δ

- Δ1.** Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ισομοριακές ποσότητες των Α και Β, σε κατάλληλες συνθήκες, ώστε να αντιδράσουν. Τα επόμενα διαγράμματα συγκέντρωσης - χρόνου αντιστοιχούν σε δύο από τα 4 σώματα που μετέχουν στη χημική αντίδραση που περιγράφεται από την εξίσωση:



- α. Να αντιστοιχίσετε τις καμπύλες στα αντιδρώντα και προϊόντα και να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας
- β. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις όλων των σωμάτων σε $t_1 = 4 \text{ min}$ και σε $t_2 = 8 \text{ min}$.
- γ. Να υπολογιστούν οι ρυθμοί μεταβολής της συγκέντρωσης όλων των σωμάτων και η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το διάστημα t_0 έως t_1 και για το διάστημα από t_0 έως t_2 .
- δ. Αν ο όγκος του δοχείου είναι 2L και η ποσότητα θερμότητας που απορροφήθηκε από το έως t_1 είναι ίση με 60 kJ, να υπολογιστεί η μεταβολή ενθαλπίας της αντίδρασης, ΔH .
- ε. Να υπολογιστεί η % μεταβολή της πίεσης μέσα στο δοχείο από την έναρξη μέχρι την

ολοκλήρωσή της, αν η θερμοκρασία είναι σταθερή.

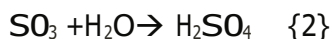
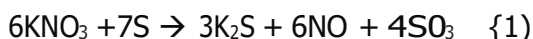
- Δ2.** Μετρήσεις της ταχύτητας της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκαν με μέτρηση της πίεσης μέσα στο δοχείο σε σταθερή θερμοκρασία θ_1 , οδήγησαν στα αποτελέσματα του πίνακα.

	ΠΕΙΡΑΜΑ 1	ΠΕΙΡΑΜΑ 2	ΠΕΙΡΑΜΑ 3
[A]	0,2	0,1	0,6M
[B]	0,3	0,6	0,6M
u (M·min ⁻¹)	4·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁴	2,4·10 ⁻⁴

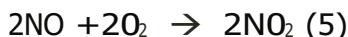
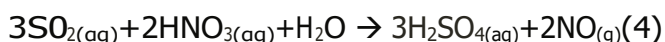
- α. Να βρεθεί ο νόμος της ταχύτητας και η τιμή της σταθεράς k και να προταθεί ένας μηχανισμός για την πραγματοποίηση της αντίδρασης.
- β. Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ισομοριακές ποσότητες των Α και Β, στην ίδια θερμοκρασία, η οποία παραμένει σταθερή. Να βρεθεί ο λόγος των ταχυτήτων αντίδρασης κατά την έναρξη και την χρονική στιγμή που έχει καταναλωθεί η μισή ποσότητα του Β.
- γ. Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου 10L εισάγονται στοιχειομετρικές ποσότητες των Α και Β, οι οποίες αντιδρούν σε θερμοκρασία 37 °C. Η ταχύτητα της αντίδρασης κατά την έναρξη της είναι ίση με $3,2 \cdot 10^{-5} \text{ M s}^{-1}$ και η πίεση τελικά σταθεροποιείται στην τιμή 5,1 atm. Η θερμοκρασία θ_1 στην οποία είχε πραγματοποιηθεί η αντίδραση στο ερώτημα Α, ήταν ίση μικρότερη ή μεγαλύτερη από 37°C; Να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.

- Δ3.** Το θειικό οξύ είναι ισχυρότατο διαβρωτικό και καυστικό οξύ, όπως και οξειδωτικό σε μεγάλες συγκεντρώσεις

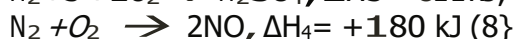
και υψηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον, το πυκνό θειικό οξύ διαθέτει εντονότατη αφυδατική δράση, με αποτέλεσμα όταν έρθει σε επαφή με οργανική ύλη να την απανθρακώνει αφαιρώντας μόρια ύδατος. Αναμιγνύεται με το νερό σε οποιαδήποτε αναλογία με έκλυση μεγάλων ποσών θερμότητας. Άλλη ιστορική ονομασία του είναι βιτριόλι (oil of vitriol), από την οποία προέρχεται και το επίθετο "βιτριολικός" που σημαίνει κακός, κακότροπος, αιχμηρός, καυστικός. Κατά τον 17^ο αιώνα ο Γερμανός αλχημιστής - χημικός και φαρμακοποιός Johann Glauber παρασκεύασε θειικό οξύ με την ακόλουθη σειρά αντιδράσεων:



Το 1746 αναπτύχθηκε η μέθοδος των μολύβδινων θαλάμων η οποία βασίζεται στον ακόλουθο κύκλο αντιδράσεων:

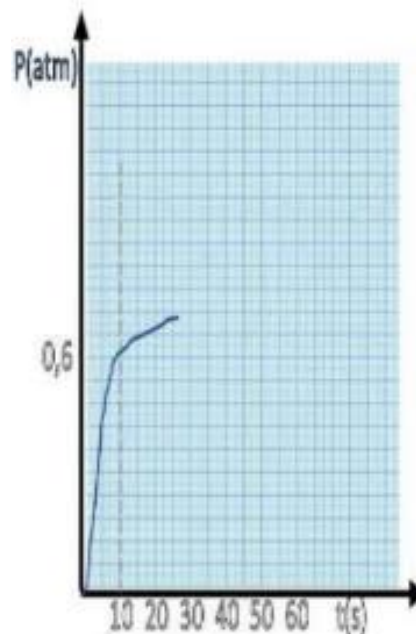


- α. Να υπολογιστεί η μεταβολή της ενθαλπίας της αντίδρασης οξειδωσης του SO_2 από το HNO_3 (4), αν είναι επιπλέον γνωστές οι ισοσταθμισμένες θερμοχημικές εξισώσεις:



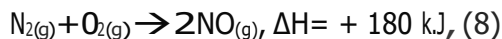
- β. Σε 400 mL υδατικού διαλύματος HNO_3 12,6% w/v διοχετεύονται υπό πίεση 13,44 L SO_2 μετρημένα σε STP και ο όγκος του διαλύματος παραμένει αμετάβλητος, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση (4). Το παραγόμενο NO διοχετεύεται σε κλειστό δοχείο όγκου 8,2 L σε θερμοκρασία 27° C και η πίεση στο δοχείο μετρείται με μανόμετρο. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων δίνονται

στο ακόλουθο διάγραμμα, ενώ ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης είναι 60 s.



- i. Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης και η θερμότητα που εκλύεται ή απορροφάται κατά τα πρώτα 10 s.
 - ii. Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης και η θερμότητα που εκλύεται ή απορροφάται από $t_1 = 10 \text{ s}$ έως την ολοκλήρωση της αντίδρασης.
- γ. Να κατασκευαστούν σε κοινούς άξονες οι καμπύλες αντίδρασης για το SO_2 , HNO_3 , H_2SO_4 .

Δ4. Για την αντίδραση:



δίνονται οι ακόλουθες πειραματικές μετρήσεις:

	ΠΕΙΡΑΜΑ 1	ΠΕΙΡΑΜΑ 2	ΠΕΙΡΑΜΑ 3
$[\text{N}_2]$	0,1	0,1	0,3
$[\text{O}_2]$	0,1	0,4	0,4
$\nu \cdot 10^3$ ($\text{M} \cdot \text{s}^{-1}$)	4	8	24

- Είναι απλή η αντίδραση; Αν όχι να προταθεί ένας μηχανισμός για την πραγματοποίηση της.
- Να υπολογιστεί η σταθερά ταχύτητας k .
- Σε ένα δοχείο εισάγονται ορισμένα mol N_2 και ορισμένα mol O_2 σε κατάλληλες συνθήκες ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση. Σε κάποια χρονική στιγμή t_1 οι συγκεντρώσεις N_2 και NO είναι ίσες, ενώ σε επόμενη χρονική στιγμή t_2 οι συγκεντρώσεις O_2 και NO είναι ίσες και στο δοχείο υπάρχουν 1 mol N_2 και 4 mol O_2 . Να βρεθούν τα αρχικά mol N_2 και O_2 και ο λόγος των στιγμιαίων ταχυτήτων σε t_1 και t_2 .

ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ_ ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ – ΧΗΜΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ

επιμέλεια: Σαπουνά Χριστίνα, 2022