

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2

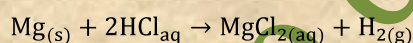
### Υπολογισμός της ταχύτητας της χημικής αντίδρασης του Mg με HCl (με τη βοήθεια του καταγραφέα loggerPro)

#### Σκοπός

- Η δημιουργία της καμπύλης μεταβολής της συγκέντρωσης ενός προϊόντος, στην αντίδραση του μαγνησίου με το υδροχλωρικό οξύ.
- Ο υπολογισμός της ταχύτητας της αντίδρασης σε διάφορες χρονικές στιγμές.
- Η επίδραση της συγκέντρωσης και της φύσης των αντιδρώντων στην ταχύτητα της αντίδρασης.

#### Τι γνωρίζουμε

Η αντίδραση που θα μελετήσουμε, δίνεται με τη χημική εξίσωση:

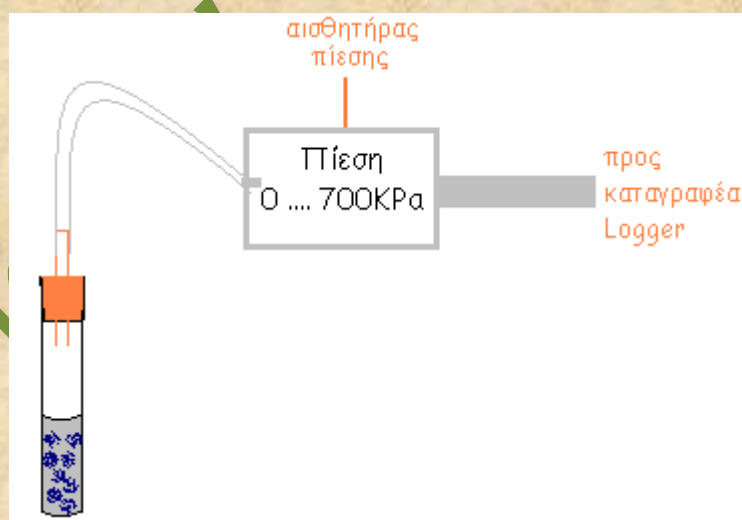


Η ταχύτητα σχηματισμού του H<sub>2</sub> ή καλύτερα ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του H<sub>2</sub>

είναι:

$$v_{\text{H}_2} = \frac{\Delta [\text{H}_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

Επίσης γνωρίζουμε ότι η ταχύτητα της αντίδρασης δεν είναι σταθερή σε όλη τη διάρκεια της. Στην αρχή η ταχύτητα είναι μεγάλη, (το H<sub>2</sub> είναι αέριο προϊόν). Ελαττώνεται όμως με την πάροδο του χρόνου αφού η συγκέντρωση των αντιδρώντων μειώνεται, ώσπου να πάρει την τιμή μηδέν. Η κινητική μελέτη της πιο πάνω αντίδρασης μπορεί να βασιστεί στη μέτρηση της



πίεσης του H<sub>2</sub> που ελευθερώνεται σε συνάρτηση με το χρόνο. Γι' αυτό προσαρμόζουμε τον αισθητήρα πίεσης, μέσω του πλαστικού πώματος, που εφαρμόζουμε στο δοκιμαστικό σωλήνα στον οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση (βλέπε διάταξη στο παράπλευρο σχήμα). Η **καμπύλη αντίδρασης**, μας δείχνει τη μεταβολή της

πίεσης του μίγματος αέρα και υδρογόνου, που υπάρχει στο χώρο του δοκιμαστικού σωλήνα ανάμεσα στα αντιδραστήρια και το πώμα. Με βάση την καμπύλη αντίδρασης, που εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή μας, μπορούμε να υπολογίσουμε το ρυθμό μεταβολής της πίεσης

σε κάθε χρονική στιγμή (στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης). Εξ' άλλου αν δουλέψουμε στον τύπο που μας δίνει τη μερική πίεση του παραγόμενου υδρογόνου, μπορούμε να μετατρέψουμε τη μεταβολή της πίεσης σε μεταβολή συγκέντρωσης,

$$P_{H_2} \cdot V = nRT \quad \text{ή} \quad P_{H_2} = \frac{n}{V}RT \quad \text{ή} \quad P_{H_2} = cRT \quad \text{ή} \quad c = \frac{1}{RT} P_{H_2}$$

αρκεί, όπως φαίνεται, οι τιμές της πίεσης να πολλαπλασιαστούν με τον παράγοντα  $\frac{1}{RT}$ .

### Όργανα και χημικές ουσίες

- 3 δοκιμαστικούς σωλήνες των 30 mL
- Αισθητήρας πίεσης 0 ... 700kPa
- Πώμα πλαστικό, λαστιχένιος σωλήνας (εξαρτήματα του αισθητήρα πίεσης)
- Ψαλίδι
- Ράβδος ανάδευσης γυάλινη
- Διαλύματα HCl 1M και 2M
- Ταινία Mg, έλασμα Zn
- Θερμόμετρο ή αισθητήρα θερμοκρασίας

## Πειραματική διαδικασία

### Προετοιμασία Πειράματος 1

1. Ρίχνουμε στο δοκιμαστικό σωλήνα 5 mL από το διάλυμα του υδροχλωρικού οξέος 1M. Με το θερμόμετρο μετρούμε τη θερμοκρασία.

2. Με το ψαλίδι κόβουμε ένα κομμάτι, 2cm περίπου, από την ταινία Mg και το τεμαχίζουμε σε μικρά κομματάκια.

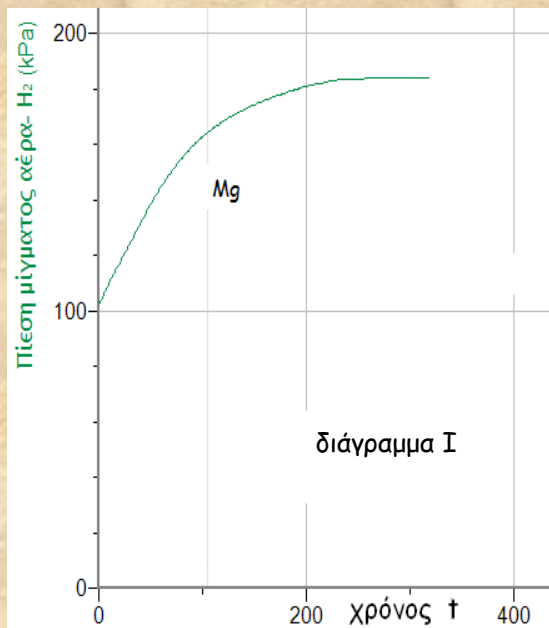
### Ενεργοποίηση του Συστήματος LoggerProGr.

1. Συνδέουμε τον καταγραφέα του ΣΣΛΑ LoggerProGr με υπολογιστή, στον οποίο έχει εγκατασταθεί το λογισμικό του συστήματος LoggerProGr.

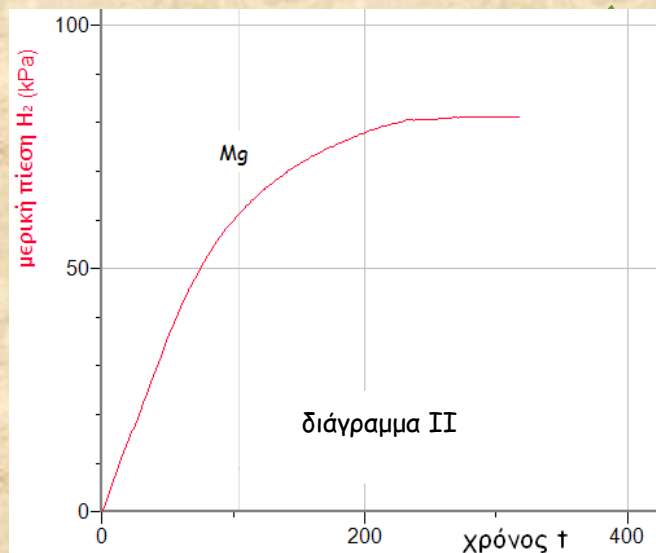
2. Ανοίγουμε τον καταγραφέα και ακολουθούμε την διαδικασία στην οθόνη του υπολογιστή: Από το μενού **πείραμα** επιλέγουμε **συλλογή δεδομένων**. Στο παράθυρο που εμφανίζεται ρυθμίζουμε στη **βάση χρόνου** 600 δευτερόλεπτα και **ρυθμό δειγματοληψίας** 1 δείγματα (μέτρηση) ανά δευτερόλεπτο (συνολικός αριθμός δειγμάτων 600) και πατάμε **ολοκληρώθηκε**.  
β) Για να αρχίσει η καταγραφή από το μενού **πείραμα** πατάμε **έναρξη συλλογής**, ρίχνουμε τα τεμάχια του Mg στο δοκιμαστικό σωλήνα και τον κλείνουμε αμέσως με το πώμα στο οποίο είναι συνδεδεμένος ο αισθητήρας. Στην οθόνη εμφανίζεται το διάγραμμα της **πίεσης (p)** σε σχέση με το **χρόνο (t)**.

γ) Μόλις τελειώνει η αντίδραση, παρατηρούμε να μην υπάρχει μεταβολή στην πίεση, αφήνουμε να συνεχιστεί για λίγο η καταγραφή και πατάμε stop. Στη συνέχεια από το μενού

πείραμα πατάμε αποθήκευση τελευταίων δεδομένων. Το σύστημα είναι έτοιμο για να δεχτεί νέες μετρήσεις.

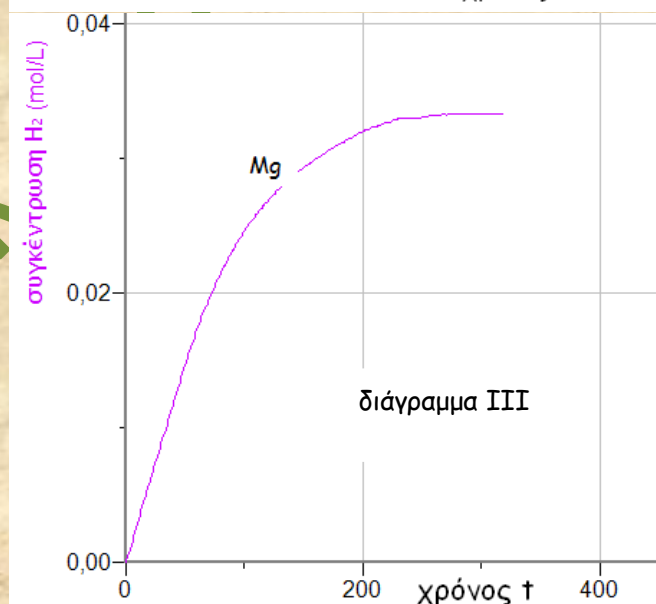


Στο διάγραμμα I φαίνεται η μεταβολή της πίεσης του μίγματος αέρα και H<sub>2</sub> με την πάροδο του χρόνου, στο χώρο του δοκιμαστικού σωλήνα ανάμεσα στο διάλυμα και το πώμα.



Το διάγραμμα II δείχνει πως θα ήταν η μεταβολή της μερικής πίεσης του H<sub>2</sub> με την πάροδο του χρόνου, στο χώρο του δοκιμαστικού σωλήνα ανάμεσα στο διάλυμα και το πώμα. Από την πίεση του μίγματος έχουμε αφαιρέσει την αρχική πίεση του αέρα (ατμοσφαιρική) που όπως φαίνεται στο διάγραμμα I είναι περίπου 102 kPa.

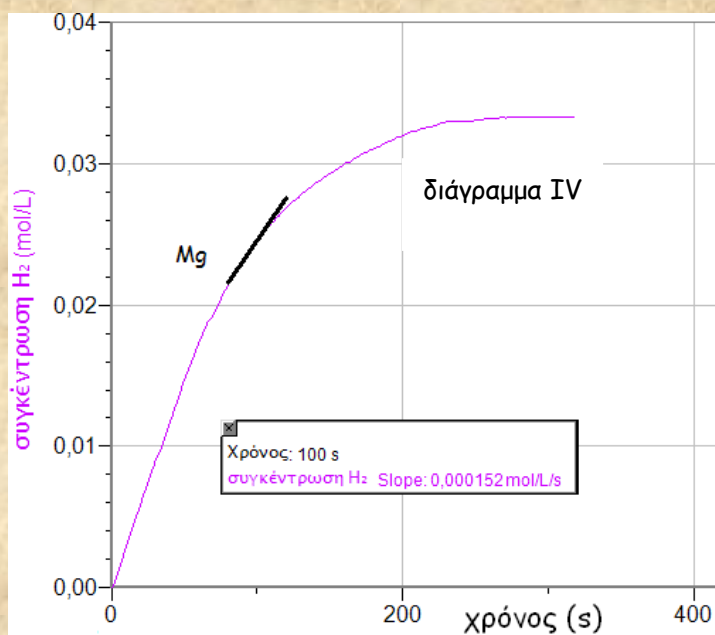
Αν αυτή την συνάρτηση πολλαπλασιάσουμε με τον παράγοντα 1/RT, παίρνουμε το διάγραμμα III, που μας δείχνει τη μεταβολή της συγκέντρωσης του H<sub>2</sub> με την πάροδο του χρόνου.





## Υπολογισμός της ταχύτητας

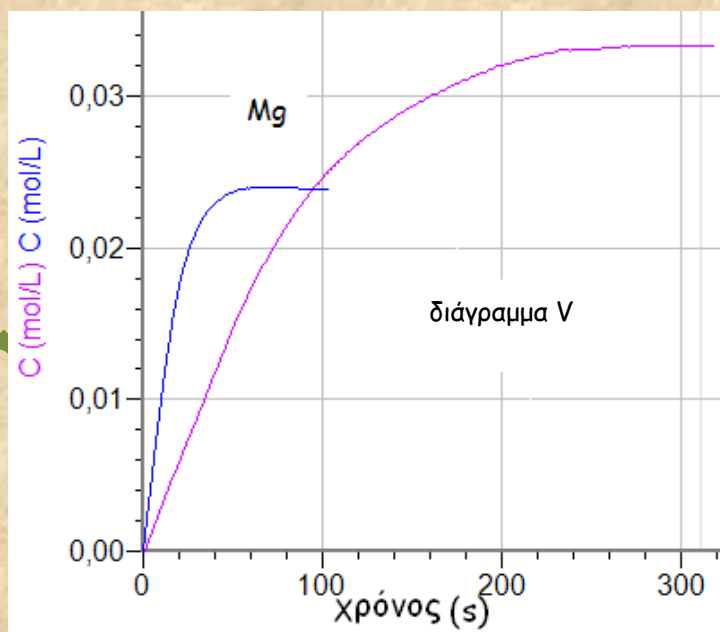
Το σύστημα LoggerProGr μας δίνει τη δυνατότητα να προσδιορίσουμε την ταχύτητα της αντίδρασης, σε κάθε χρονική στιγμή, από την κλίση της γραμμής που μας δίνει τη μεταβολή



της συγκέντρωσης με το χρόνο. Γ' αυτό στο διάγραμμα III, από το μενού **ανάλυση** επιλέγουμε **εφαπτομένη**. Στο διάγραμμα εμφανίζεται, ευθύγραμμο τμήμα που ακολουθεί εφαπτόμενο την καμπύλη και πλαίσιο που αναγράφεται η τιμή της εφαπτομένης ( ταχύτητα αντίδρασης ) σε κάθε χρονική στιγμή. Στο διάγραμμα IV φαίνεται πως τη χρονική στιγμή 100s η ταχύτητα είναι 0,000152 mol/L/s.

## Προετοιμασία Πειράματος 2 (επίδραση της συγκέντρωσης στην ταχύτητα)

1. Ρίχνουμε σε άλλο δοκιμαστικό σωλήνα 5 mL από το διάλυμα του υδροχλωρικού οξέος με συγκέντρωση **2M**.
2. Με το ψαλίδι κόβουμε ένα κομμάτι, 2cm περίπου, από την ταινία Mg και το τεμαχίζουμε

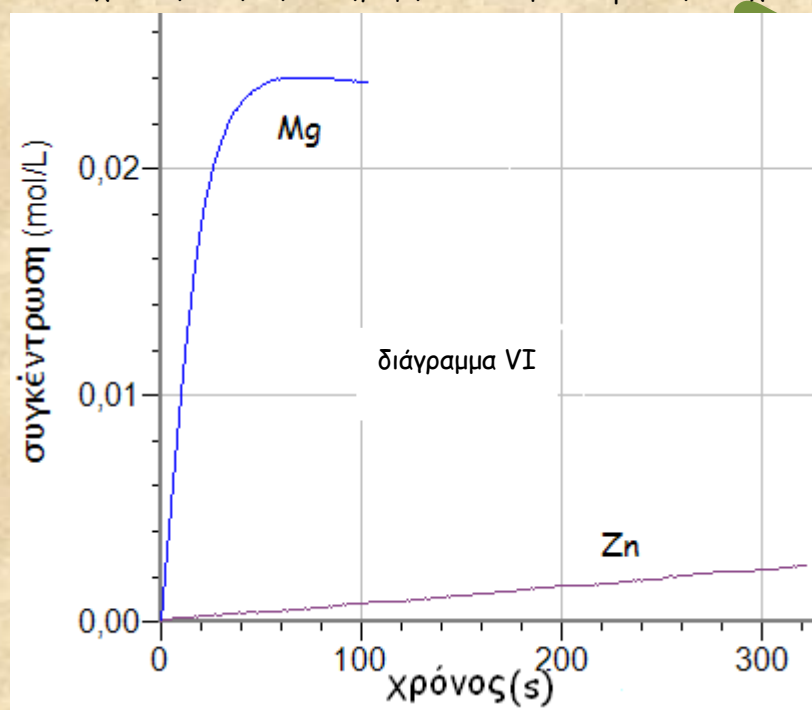


σε μικρά κομματάκια. Ενεργοποιούμε το σύστημα LoggerProGr όπως στο πείραμα 1. Στην οθόνη εμφανίζεται το διάγραμμα της **πίεσης (p)** σε σχέση με το **χρόνο (t)**. Μόλις τελειώσει η αντίδραση, αφήνουμε να συνεχιστεί για λίγο η καταγραφή και πατάμε stop. Στη συνέχεια από το μενού **πείραμα** πατάμε αποθήκευση τελευταίων δεδομένων. Το σύστημα είναι έτοιμο για να δεχτεί νέες μετρήσεις.

Στο διάγραμμα V φαίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του  $H_2$  με την πάροδο του χρόνου, στο χώρο του δοκιμαστικού σωλήνα ανάμεσα στο διάλυμα και το πύμα. Με μπλε χρώμα όταν το διάλυμα του υδροχλωρικού οξέος είναι 2M (πείραμα 2) και με μωβ όταν το διάλυμα του υδροχλωρικού οξέος ήταν 1M (πείραμα 1). Φαίνεται καθαρά σε ποια περίπτωση η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη.

### Προετοιμασία Πειράματος 3 (επίδραση της φύσης των αντιδρώντων στην ταχύτητα)

1. Ρίχνουμε σε άλλο δοκιμαστικό σωλήνα 5 mL από το διάλυμα του υδροχλωρικού οξέος με συγκέντρωση **2M**.
2. Με το ψαλίδι κόβουμε ένα κομμάτι Zn, ίσης μάζας περίπου, με εκείνο του Mg. Ενεργοποιούμε το σύστημα LoggerProGr όπως στο πείραμα 1. Στην οθόνη εμφανίζεται το διάγραμμα της πίεσης (p) σε σχέση με το χρόνο (t). Μόλις τελειώσει η αντίδραση, αφήνουμε να συνεχιστεί για λίγο η καταγραφή και πατάμε stop. Στη συνέχεια από το μενού **πείραμα**



πατάμε αποθήκευση τελευταίων δεδομένων.

Στο διάγραμμα VI φαίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του παραγόμενου  $H_2$  α) κατά την αντίδραση του Zn με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (μωβ) και β) κατά την αντίδραση του Mg με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος ίδιας συγκέντρωσης (μπλε), για σύγκριση. Και εδώ φαίνεται καθαρά σε ποια περίπτωση η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη.

Την άσκηση επιμελήθηκαν : Μάκης Κουρούκλης , Σοφία Ποταμιάνου