

Εργαστήρια Φυσικοχημείας

3^η Εργαστηριακή Άσκηση

Κινητική μελέτη ομογενούς χημικής αντίδρασης

Βακάκης Νίκος

Φυσικός, MSc

ΕΔΙΠ

Εργαστήριο Φυσικοχημείας και Χημικών Διεργασιών

e-mail: nvakakis@isc.tuc.gr

τηλ.: 2821037749

«Κινητική μιας χημικής αντίδρασης»



Μαθηματική εξίσωση που δίνει τον τρόπο εξάρτησης της ταχύτητας με την οποία προχωρεί η αντίδραση, από τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων (ή και των προϊόντων ενίοτε) και τη θερμοκρασία.



Αντίδραση

$$r = K[A]^\alpha [B]^\beta$$

Κινητική εξίσωση

K: Κινητική σταθερά της αντίδρασης

Η σταθερά ταχύτητας μιας αντίδρασης είναι συνάρτηση μόνο της θερμοκρασίας και έχει χαρακτηριστική τιμή για κάθε αντίδραση και κάθε θερμοκρασία. Οι μονάδες της σταθεράς K εξαρτώνται εκάστοτε από τη συνολική μορφή της κινητικής εξίσωσης. Ο Arrhenious βρήκε ότι το K αυξάνει πάντα με τη θερμοκρασία σύμφωνα με την εξίσωση Arrhenious:

Προεκθετικός παράγοντας
της σταθεράς ταχύτητας
της αντίδρασης

Ενέργεια
ενεργοποίησης της
αντίδρασης ($\frac{Kcal}{mol}$)

$$K(T) = K_o \cdot e^{-\frac{E_a}{R \cdot T}}$$

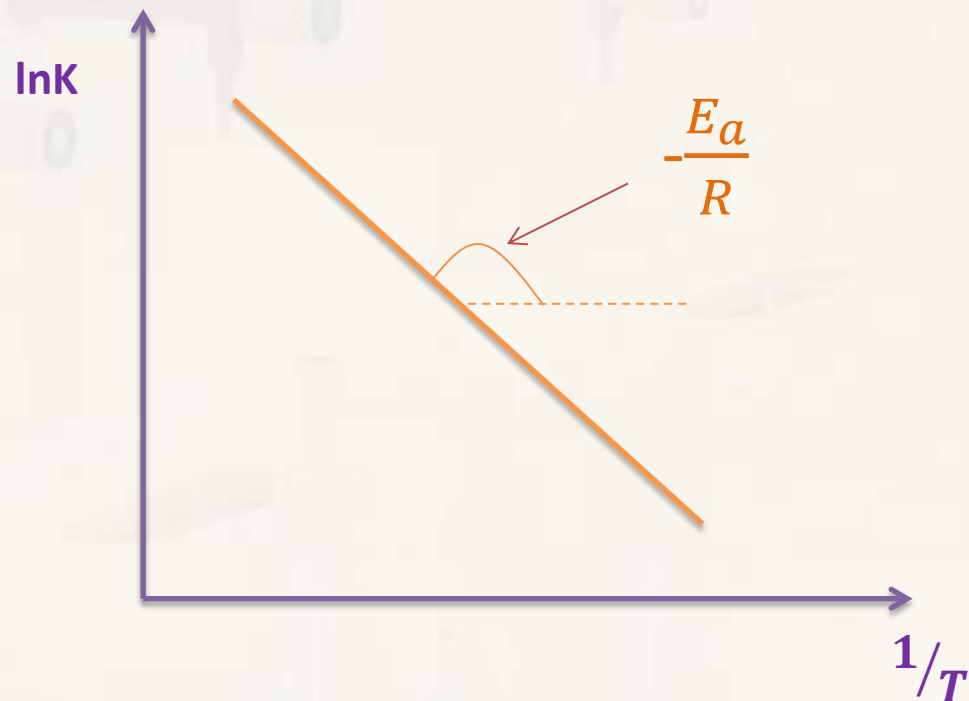
$$K(T) = K_o \cdot e^{-\frac{E_a}{R \cdot T}}$$



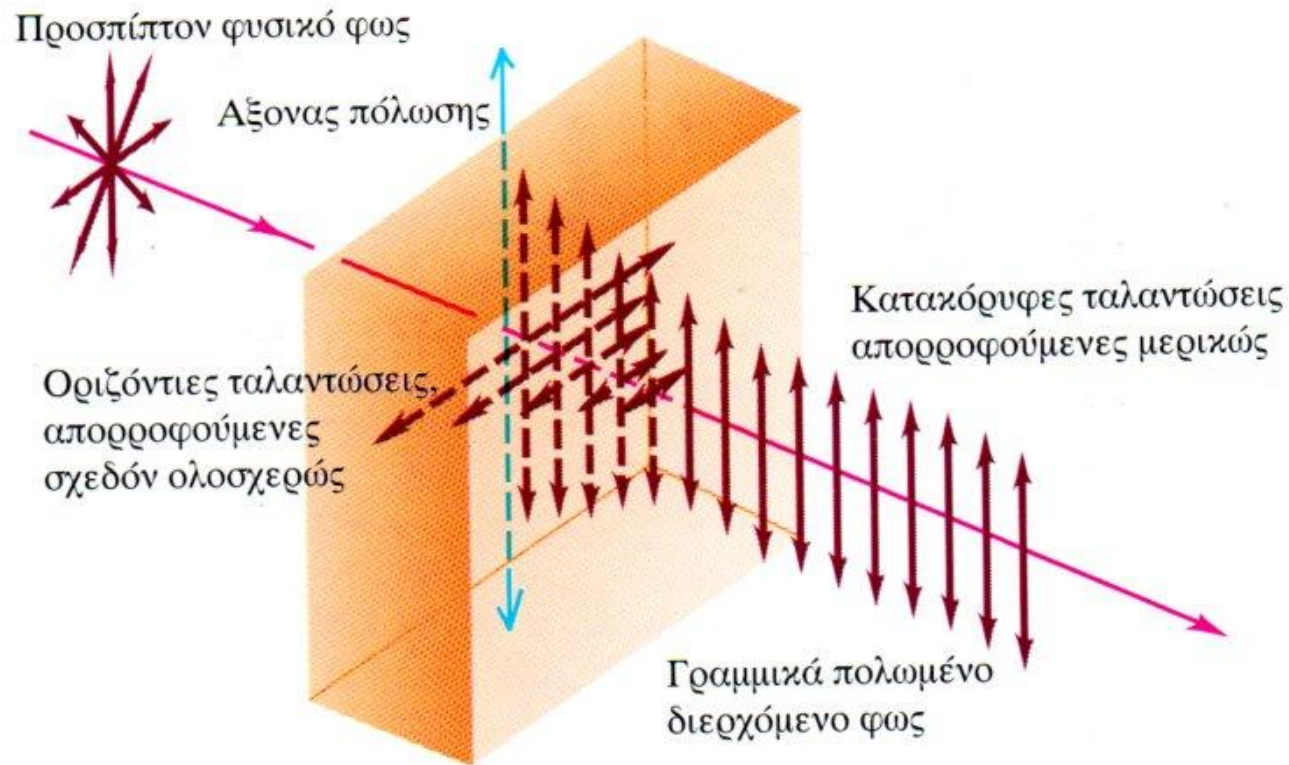
$$\ln K = \ln K_o - \frac{E_a}{R \cdot T}$$

$y = \beta - \alpha \cdot x$

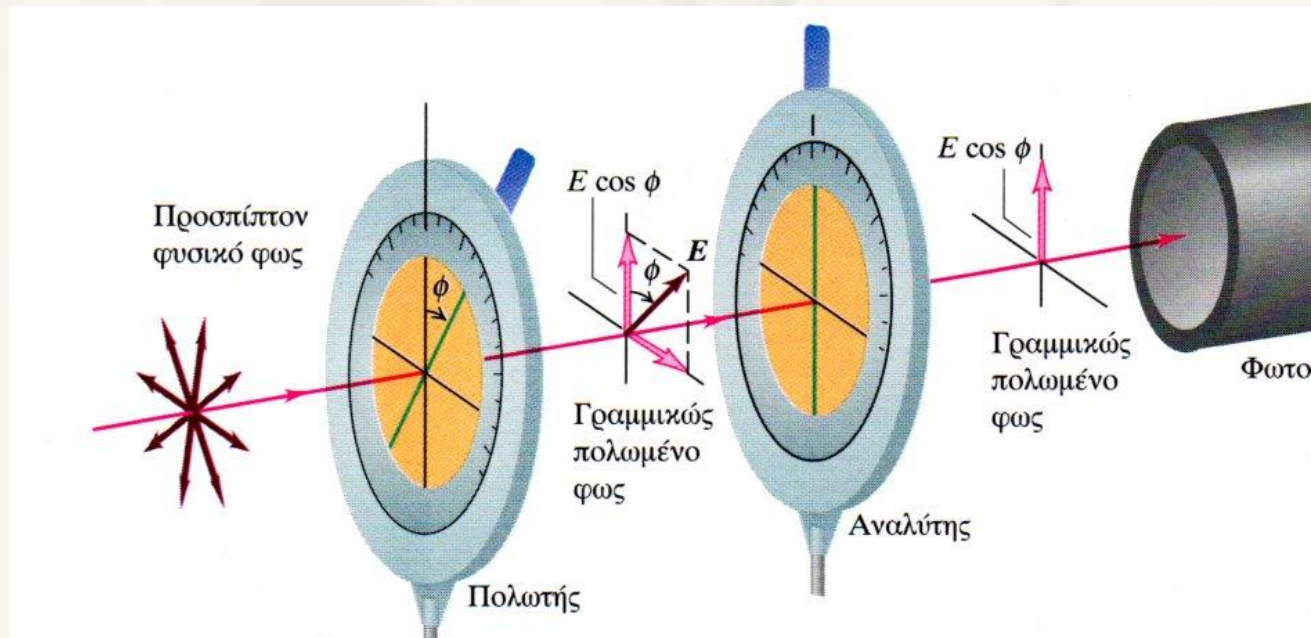
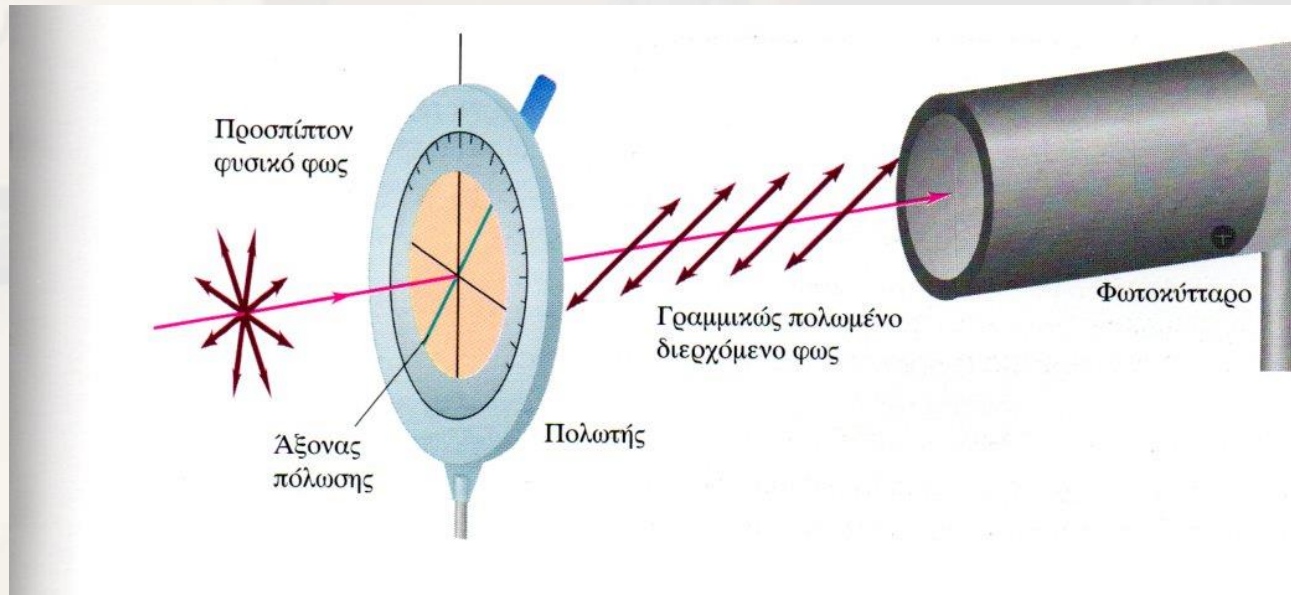
Από την εξίσωση προκύπτει και το διάγραμμα Arrhenious σαν γραφική παράσταση του λογάριθμου της κινητικής σταθεράς ως προς το αντίστροφο της θερμοκρασίας



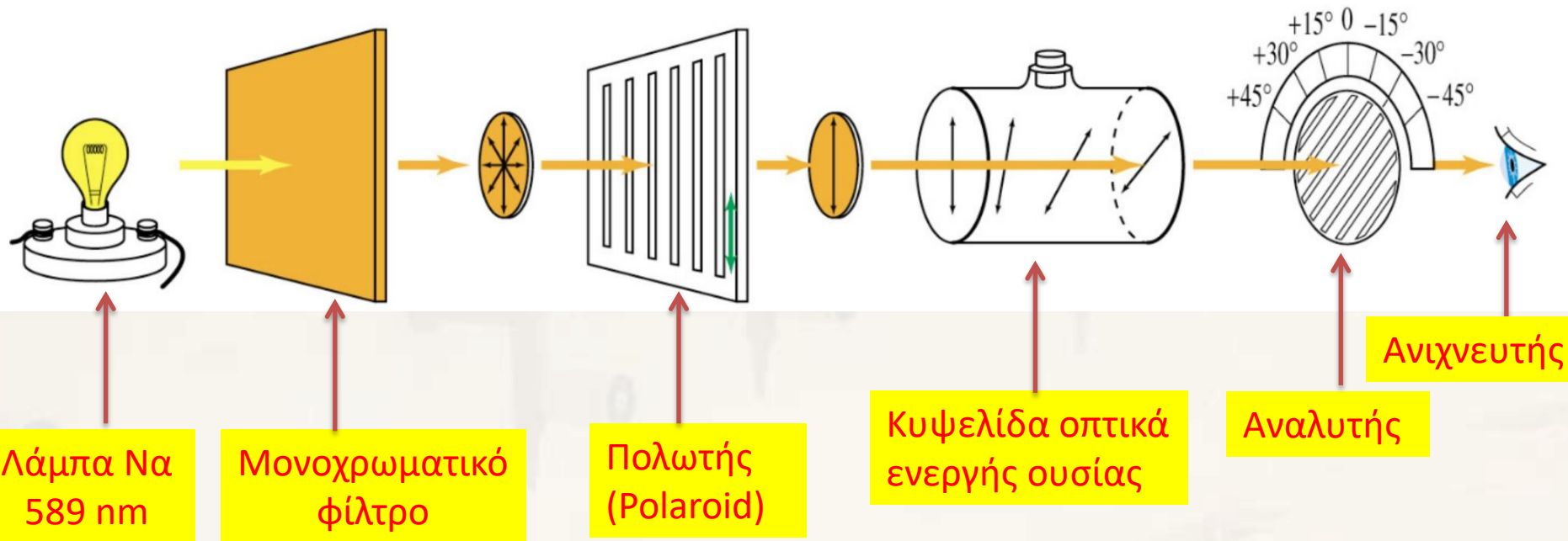
Πόλωση - γραμμικά πολωμένο φως - οπτική ενεργότητα



Πόλωση - γραμμικά πολωμένο φως - οπτική ενεργότητα



Πόλωση - γραμμικά πολωμένο φως - οπτική ενεργότητα

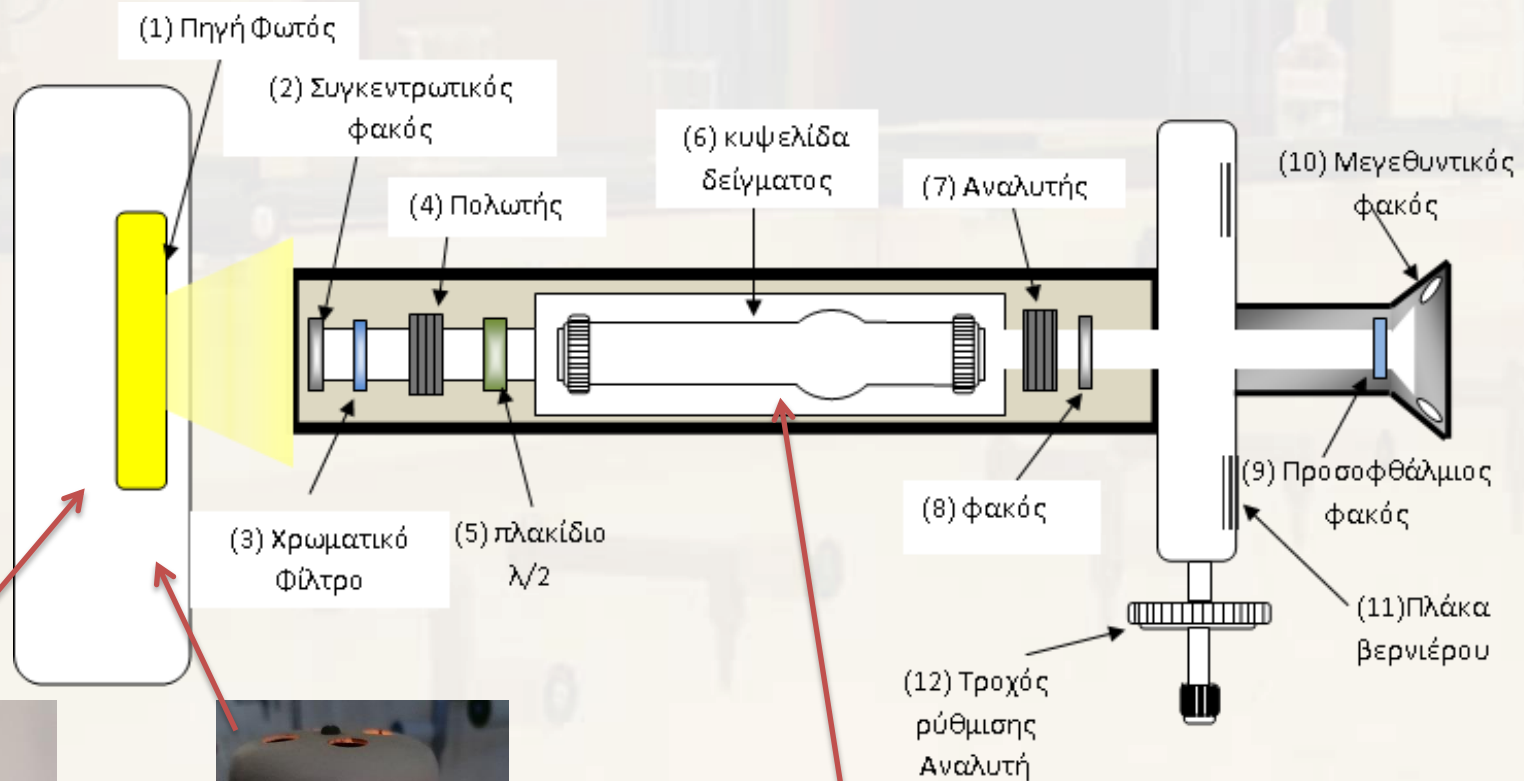


$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^{\theta} \cdot \ell \cdot \frac{c}{100}$$

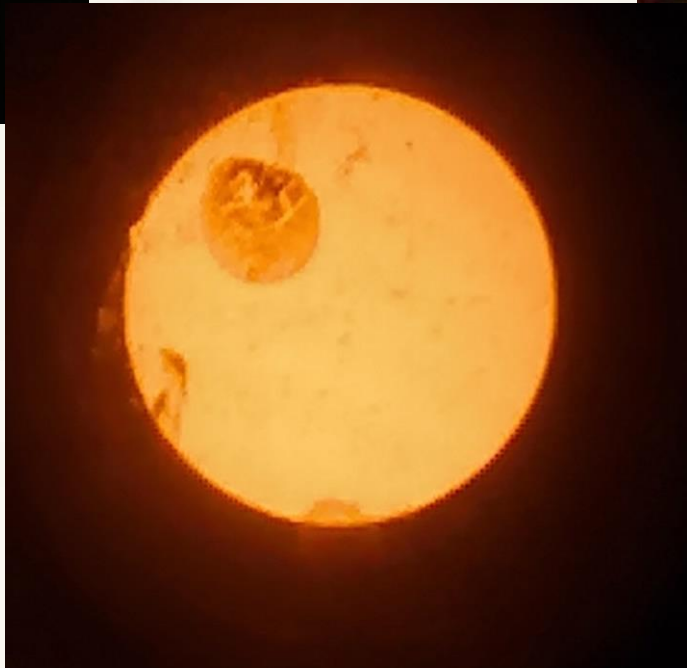
Πολωσίμετρο



Πολωσίμετρο



Πολωσίμετρο



Πολωσίμετρο



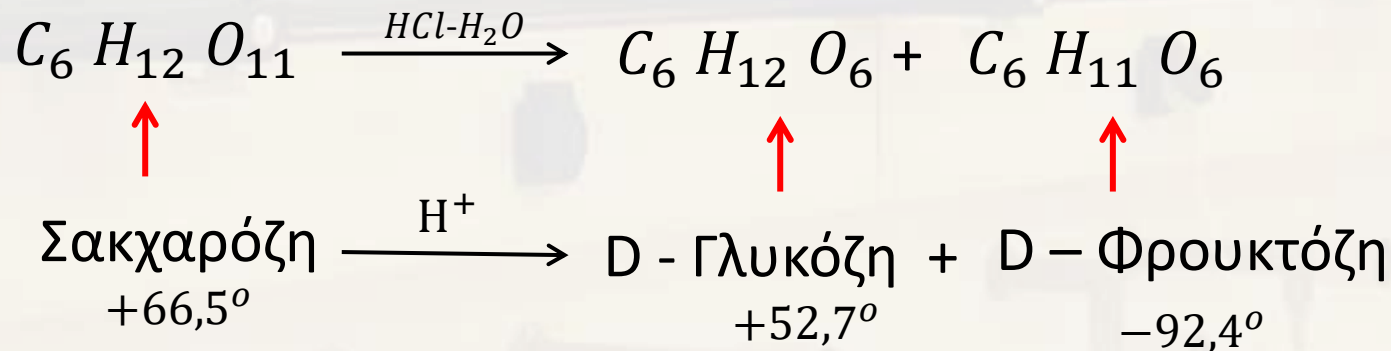
$$\alpha = 4,50^\circ$$

Κύρια κλίμακα



Δευτερεύουσα
κλίμακα

Κινητική μελέτη υδρόλυσης του καλαμοσακχάρου



Αποδεικνύεται ότι ισχύει:

Συγκέντρωση του A στην
έναρξη της αντίδρασης

Συγκέντρωση του A κατά
την ισορροπία

$$\ln \frac{C_{A,0} - C_{A,\infty}}{C_A - C_{A,\infty}} = (k_1 + k_{-1}) \cdot t = k \cdot t$$

Συγκέντρωση του A την
χρονική στιγμή t

Όπου $k = k_1 + k_{-1}$

Πειραματικό μέρος

Μήκος που διανύει
το φως σε dm

Συγκέντρωση ανά 100 ml
της οπτικά ενεργής ουσίας
στο διάλυμα

Γωνία στροφής

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^{\theta} \cdot \ell \cdot \frac{c}{100}$$

Ειδική στροφική
ικανότητα

$$\ln \frac{C_{A,0} - C_{A,\infty}}{C_A - C_{A,\infty}} = k \cdot t$$

Γωνία στροφής στην
έναρξη της αντίδρασης

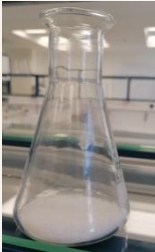
Γωνία στροφής στην
ισορροπία

$$\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_{\infty}}{\alpha - \alpha_{\infty}} = k \cdot t$$

Γωνία στροφής τη χρονική
στιγμή t

A. Χάραξη καμπύλης βαθμονόμησης

Παρασκευή διαλύματος Καλαμοσακχάρου 20% w/v

- Δίνονται 20 gr ζάχαρης σε κωνική φιάλη → 
- Προσθέτουμε περίπου 50ml απιονισμένο νερό και ανακατεύουμε για να διαλυθεί μεγάλο μέρος της ζάχαρης
- Μεταφέρουμε το διάλυμα που έχει προκύψει σε ογκομετρική φιάλη των 100ml πωματίζουμε και αναδεύουμε → 
- Ξεπλένουμε δυο-τρεις φορές με μικρές ποσότητες απιονισμένου νερού περίπου 5 ml την κωνική φιάλη για να παραλάβουμε τυχόν ζάχαρη που έχει απομείνει, προσθέτουμε αυτές τις ποσότητες απιονισμένου νερού στην ογκομετρική φιάλη και αναδεύουμε.
- Συμπληρώνουμε μέχρι τη χαραγή της ογκομετρικής φιάλης με απιονισμένο νερό

Παρασκευή διαλύματος Καλαμοσακχάρου **10%** w/v

- Παίρνετε 50 ml διαλύματος Κάλαμοσακχάρου 20% w/v και τα βάζετε σε ογκομετρική φιάλη των 100ml
- Προσθέτετε μέχρι τη χαραγή απιονισμένο νερό και αναδεύετε

Παρασκευή διαλύματος Καλαμοσακχάρου **5%** w/v

- Παίρνετε 50 ml διαλύματος Κάλαμοσακχάρου 10% w/v και τα βάζετε σε ογκομετρική φιάλη των 100ml
- Προσθέτετε μέχρι τη χαραγή απιονισμένο νερό και αναδεύετε

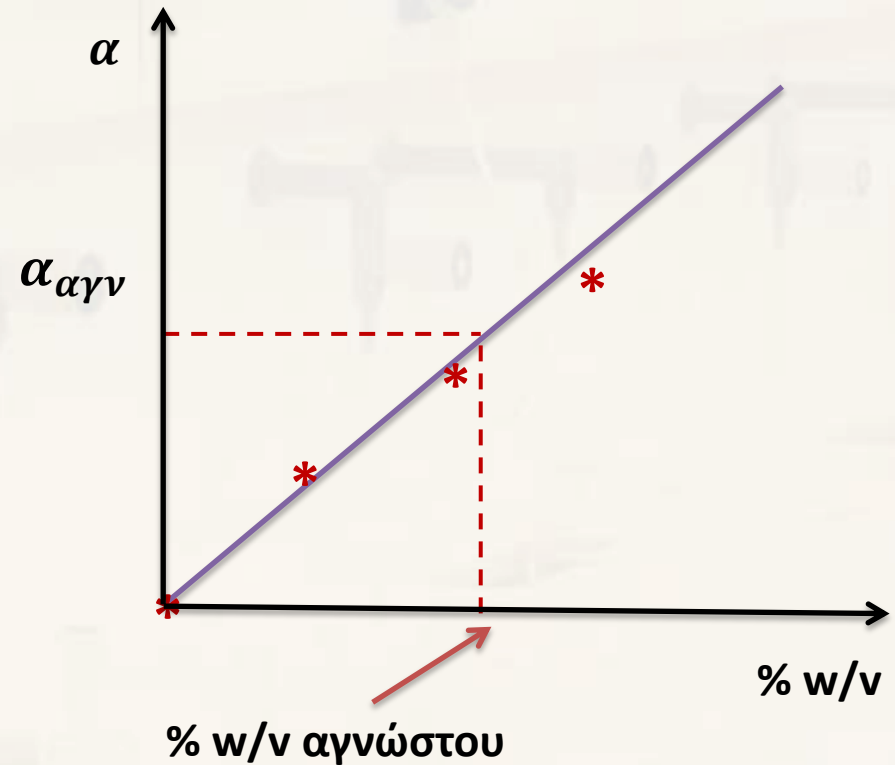
Μετράμε τη γωνία στροφής των εξής Διαλυμάτων καλαμοσακχάρου

- α) 0% w/v (απιονισμένο νερό)
- β) 5% w/v
- γ) 10% w/v
- δ) 20% w/v
- ε) άγνωστης συγκέντρωσης διάλυμα

Πειραματική επεξεργασία

Χρησιμοποιώντας τις γωνίες στροφής που μετρήσατε για τα διαλύματα 0,5,10,20%, χαράζετε καμπύλη βαθμονόμησης και από αυτήν υπολογίζετε την περιεκτικότητα του άγνωστου διαλύματος.

% w/v	α
0	..
5	..
10	..
20	..
άγνωστο	..



B. Υδρόλυση Καλαμοσακχάρου

1. Μεταφέρουμε 25 ml διαλύματος 20% w/v σε ποτήρι ζέσεως των 100 ml
2. Προσθέτουμε 25 ml διαλύματος HCl 2M , αναδεύουμε και θέτουμε σε λειτουργία χρονόμετρο
3. Γρήγορα γεμίζουμε την κυψελίδα του πολωσίμετρου με το διάλυμα
4. Μετράμε τη γωνία στροφής και σημειώνουμε το χρόνο.
5. Μετράμε γωνίες στροφής περίπου κάθε 5 min και μέχρι να συμπληρωθούν 30 min

Προσοχή!!

Σημειώνουμε ακριβώς το χρόνο που αντιστοιχεί σε κάθε γωνία στροφής

6. Αδειάζουμε το διάλυμα της κυψελίδας στο ποτήρι ζέσεως των 100ml (με το υπόλοιπο διάλυμα που υδρολύεται) και θερμαίνουμε στους 60 °C για 3 – 5 min .
7. Μετράμε τη γωνία στροφής α_{∞}

Πειραματική επεξεργασία

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από την υδρόλυση του καλαμοσακχάρου:

t	α
0	α_0 (α 10%)
1' 35"	5,2°
6' 35"	4,7°
...	...
...	...

- Χαράζουμε τη γραφική παράσταση
ως προς τον χρόνο t.

$$\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha - \alpha_\infty}$$

$$\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha - \alpha_\infty}$$



$$\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha - \alpha_\infty} = k \cdot t$$

- Υπολογίζουμε την σταθερά ταχύτητας k από την κλίση της ευθείας.

Πειραματικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν

% w/v	α
0	0
5	3,45
10	7
20	13,6
άγνωστο	8,20

t	α
0	α_0 (α 10%)
1' 21''	6,6°
5' 17''	6,2°
10' 37''	5,8°
17' 43''	5°
21' 42''	4,55°
25' 35''	4,1°
30' 35''	3,65°
α^∞	-0,4°