

## 6<sup>ο</sup> ΓΕΛ Ν.Σμύρνης - Βραδιά του Ερευνητή στο Δημόκριτο, 2018

Οι μαθητές που συμμετέχουν			
Όνοματεπώνυμο	Τάξη	Όνοματεπώνυμο	Τάξη
Ανυφαντή Αντιγόνη	Γ	Γκρέκας Στέλιος	Β
Γιαννιώτη Βίβιαν	Γ	Κολομβάκης Στέλιος	Β
Δρίτσας Νίκος	Γ	Κουμουνδούρος Γιώργος	Β
Καραμπίκα Μαρίνα	Γ	Παπαδόπουλος Χάρης	Β
Ξένος Δημήτρης	Γ	Φραντζή Ελένη	Β

Επιμέλεια και διδασκαλία πειραμάτων: Λάης Σπύρος, Χημικός στο 6<sup>ο</sup> ΓΕΛ Ν.Σμύρνης  
Email: [spiroslais@gmail.com](mailto:spiroslais@gmail.com)

- **Blue Bottle, η μπλε φιάλη**
  - **Chemical Traffic Light, η τρίχρωμη φιάλη**
    - **Η φθορίζουσα φούξια φιάλη**

### Blue Bottle Περιγραφή

Μια φιάλη ή ένας δοκιμαστικός σωλήνας που περιέχει ένα άχρωμο διάλυμα αναδεύεται για λίγα δευτερόλεπτα. Το διάλυμα αλλάζει χρώμα και γίνεται μπλε. Το αφήνουμε να ηρεμήσει για λίγο και ξαναγίνεται άχρωμο. Αυτός ο κύκλος χρωματικής εναλλαγής μπορεί να επαναληφθεί πολλές φορές.

Απαιτούμενα όργανα	Αντιδραστήρια
Μεγάλος δοκιμαστικός σωλήνας (≈100 mL) με το ελαστικό του πώμα	Δείκτης κυανού του μεθυλενίου
1 μικρότερος δοκιμαστικός σωλήνας με το κατάλληλο πώμα (προαιρετικά)	Δ/μα NaOH 0,5M
Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 mL	D(+) γλυκόζη (δεξτρόζη)
Ράβδος ανάδευσης	Απεσταγμένο νερό
Ζυγός	

### Διαδικασία

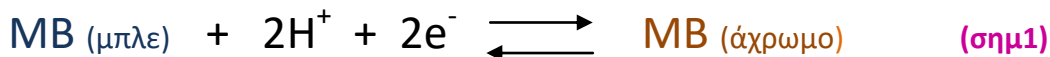
1. Ρίχνουμε μέσα στο μεγάλο δοκιμαστικό σωλήνα **1,6 g γλυκόζης**.
2. Προσθέτουμε **50 mL διαλύματος NaOH 0,5M**. Αναδεύουμε για να διαλυθεί η γλυκόζη.
3. Ρίχνουμε περίπου **4 σταγόνες** από τον δείκτη **κυανού του μεθυλενίου**. Πωματίζουμε το σωλήνα. Το διάλυμα είναι άχρωμο.
4. Ανακινούμε έντονα το σωλήνα. Το διάλυμα γίνεται μπλε.
5. Αφήνουμε το δοκιμαστικό σωλήνα να ηρεμήσει και παρακολουθούμε το χρώμα του διαλύματος.
6. Αφού αποχρωματισθεί επαναλαμβάνουμε τα βήματα 4 και 5 αρκετές φορές μέχρι να μην μπορεί να συμβεί αλλαγή χρώματος. Το διάλυμά μας έχει αποκτήσει σταδιακά κιτρινοκαφέ χρώμα.



### Θεωρία- Επεξήγηση

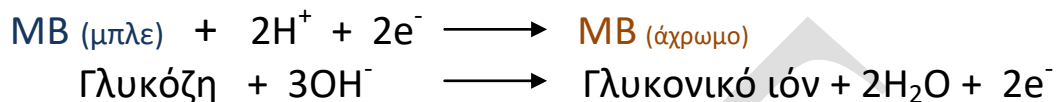
- ❖ Μια μεγάλη κατηγορία των αντιδράσεων οξειδοαναγωγής είναι αυτές στις οποίες παρατηρείται μεταφορά ηλεκτρονίων από την αναγωγική ουσία η οποία αποβάλλει ηλεκτρόνια και οξειδώνεται, προς την οξειδωτική ουσία η οποία προσλαμβάνει ηλεκτρόνια και ανάγεται .

- ❖ Το κυανούν του μεθυλενίου (MB: Methylene Blue) είναι ένας οξειδοαναγωγικός δείκτης, δηλαδή μια ουσία που έχει άλλο χρώμα σε οξειδωτικές και άλλο σε αναγωγικές συνθήκες. Συγκεκριμένα γίνεται άχρωμο όταν ανάγεται και ξαναγίνεται μπλε όταν οξειδώνεται:

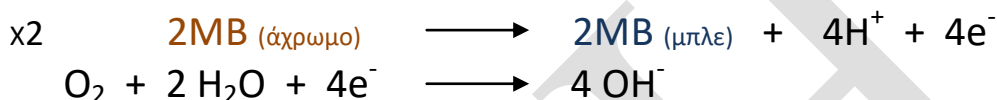


Η προς τα δεξιά ημιαντίδραση είναι αναγωγή ενώ η προς τα αριστερά οξείδωση.

- ❖ Στο πρώτο μέρος του πειράματος, όταν το διάλυμα είναι σε ηρεμία, το MB δρα σαν οξειδωτικό και οξειδώνει την γλυκόζη σε γλυκονικό ιόν και άλλα προϊόντα, ενώ η γλυκόζη δρα σαν αναγωγικό και ανάγει το MB στην **άχρωμη** του μορφή. Οι δύο αυτές ημιαντιδράσεις δίνουν την τελική αντίδραση:



- ❖ Στο δεύτερο μέρος του πειράματος, όταν ανακινούμε τη φιάλη ή τον δοκιμαστικό σωλήνα, το οξυγόνο που μπαίνει από τον αέρα στο διάλυμα, δρα σαν οξειδωτικό και οξειδώνει το MB (άχρωμο) μετατρέποντας το σε **μπλε**. Οι δύο ημιαντιδράσεις δίνουν την τελική αντίδραση:



- ❖ Στη συνέχεια αφήνουμε τη φιάλη ή τον δοκιμαστικό σωλήνα, να ηρεμήσει και παρατηρούμε ότι σύντομα αποχρωματίζεται. Ο λόγος είναι ότι αφού πλέον το οξυγόνο στην ηρεμία, έχει αποχωρήσει από το διάλυμα, έχουν ξεκινήσει εκ νέου οι αντιδράσεις, όπως περιγράφηκαν στο πρώτο μέρος του πειράματος. Ο κύκλος αυτός των χρωματικών αλλαγών μπορεί να επαναληφθεί πολλές φορές μέχρι να καταναλωθεί όλη η γλυκόζη ή όλο το οξυγόνο που υπάρχει στη φιάλη. **(σημ 3)**

### Προεκτάσεις:

- 1) Για να βεβαιωθούμε ότι το οξυγόνο παίζει ρόλο στον χρωματισμό σε μπλε του διαλύματος κάνουμε τα εξής: Μεταγγίζουμε σε κοινό δοκιμαστικό σωλήνα, ποσότητα από το άχρωμο διάλυμά μας τέτοια ώστε να γεμίσει πλήρως ο σωλήνας. Πωματίζουμε. (Να μην υπάρχει κενός χώρος). Ανακινούμε. Δεν συμβαίνει καμία χρωματική αλλαγή.
- 2) Η ταχύτητα του αργού σταδίου που είναι η ηρεμία, αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του NaOH, της γλυκόζης και του MB.

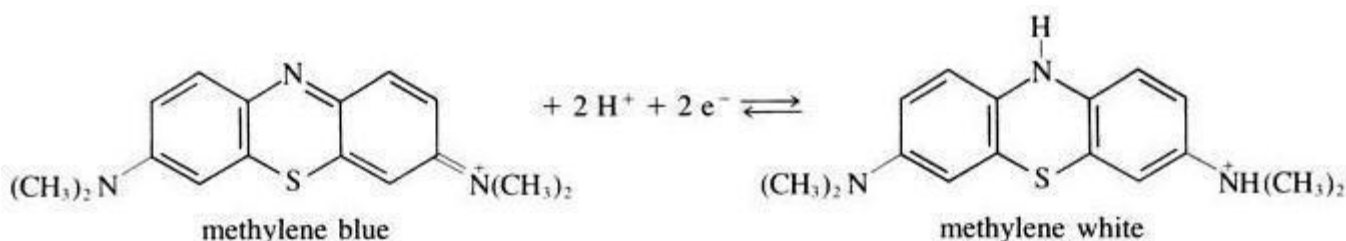


### Επιπλέον πρόταση:

Αν θέλουμε να κάνουμε το πείραμα πιο εντυπωσιακό θα μπορούσαμε αντί να ανακινούμε το διάλυμα, να το χύσουμε από ψηλά σε ένα μεγάλο δοχείο και εκεί να παρατηρήσουμε το μπλε χρώμα. Αυτό βέβαια προϋποθέτει να έχουμε δουλέψει με μεγαλύτερες ποσότητες.

### Σημειώσεις

1. Η ίδια αντίδραση γραμμένη με τον χημικό τύπο του κυανού του μεθυλενίου:



2. Αφού χρησιμοποιούμε NaOH για να δημιουργήσουμε το αλκαλικό περιβάλλον, το γλυκονικό ιόν βρίσκεται με τη μορφή του γλυκονικού νατρίου.
3. Όταν πλέον δε μπορούμε να επαναλάβουμε τις χρωματικές αλλαγές, το διάλυμά μας έχει πάρει ένα κίτρινο-καφέ χρώμα άγνωστης σύστασης. (βλέπε Bassam Z. Shakhshiri Chemical demonstrations).

## Chemical Traffic Light Περιγραφή

Το πείραμα είναι μια παραλλαγή του blue bottle στην οποία θα χρησιμοποιήσουμε περίπου **6 σταγόνες διαλύματος indigo carmine 1% w/v** αντί για κυανούν του μεθυλενίου.

Μόλις ρίχνουμε τις σταγόνες του indigo carmine το διάλυμα αποκτά ένα **κεχριμπαρένιο (πορτοκαλί) χρώμα**. Ανακινούμε ελαφρά την φιάλη ή τον δοκιμαστικό σωλήνα και το διάλυμα γίνεται **κόκκινο**.

Το αφήνουμε να ηρεμήσει και ξαναποκτά το κεχριμπαρένιο χρώμα.

Ανακινούμε έντονα και το διάλυμα γίνεται **πράσινο**.

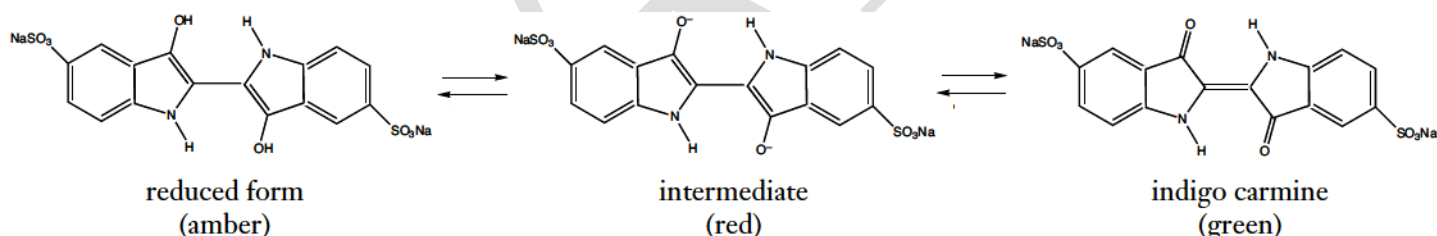
Αν θέλουμε μπορούμε ενόσω το διάλυμα είναι κόκκινο να το ανακινήσουμε έντονα και να γίνει κατευθείαν πράσινο. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε την εναλλαγή **κόκκινο** → **πράσινο** → **πορτοκαλί** αιτιολογώντας το όνομα του πειράματος **Chemical Traffic Light**



## Επεξήγηση

Το indigo carmine είναι και αυτός ένας οξειδοαναγωγικός δείκτης. Όταν η φιάλη είναι ήρεμη και το O<sub>2</sub> έχει φύγει από το διάλυμα, τότε το indigo carmine οξειδώνει τη γλυκόζη και το ίδιο αποκτά το **κεχριμπαρένιο χρώμα** της ανηγμένης του μορφής.

Όταν όμως η φιάλη ανακινείται απαλά τότε το indigo μεταβαίνει στην ενδιάμεση μορφή (ιοντισμένη) και γίνεται **κόκκινο**, ενώ όταν ανακινείται έντονα, το O<sub>2</sub> που εισέρχεται στο διάλυμα οξειδώνει το indigo carmine και αυτό παίρνει το **πράσινο χρώμα** της οξειδωμένης του μορφής.



## Σημείωση:

1. Το πείραμα αυτό δεν μπορεί να επαναληφθεί τόσες φορές όσες με το methylene blue.
2. Το διάλυμα του indigo carmine πρέπει να είναι πολύ πρόσφατα παρασκευασμένο διότι η ουσία αυτή είναι ασταθής.

## Η φθορίζουσα φούξια φιάλη Περιγραφή



Το πείραμα αυτό είναι μια ακόμα παραλλαγή του blue bottle στην οποία θα χρησιμοποιήσουμε περίπου **5 σταγόνες διαλύματος ρεσαζουρίνης 0,1% w/v** αντί για κυανούν του μεθυλενίου.

Ρίχνουμε τις μπλε σταγόνες της ρεσαζουρίνης και μόλις αυτές διαλυθούν το διάλυμα είναι άχρωμο. Ανακινούμε ελαφρά την φιάλη ή τον δοκιμαστικό σωλήνα και το διάλυμα αποκτά ένα **μώβ χρώμα προς το μενεξεδί**

Το αφήνουμε να ηρεμήσει και ξαναγίνεται άχρωμο.

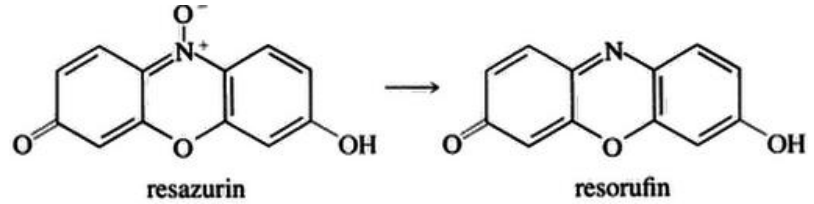
Ανακινούμε έντονα και το διάλυμα γίνεται **φούξια**



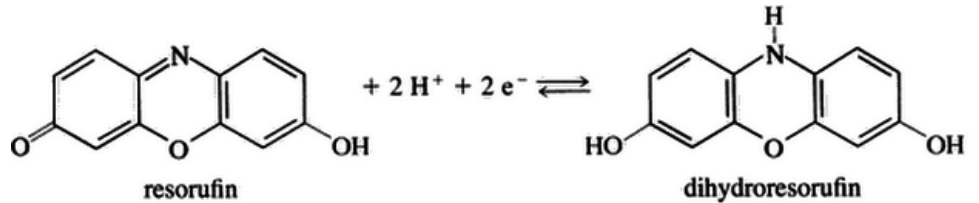
## Επεξήγηση

Η ρεσαζουρίνη χρησιμοποιείται στην μικροβιολογία σε μέθοδο προσδιορισμού ύπαρξης βιώσιμων κυττάρων. Τα βιώσιμα κύτταρα οξειδώνουν την ρεσαζουρίνη αλλάζοντας το χρώμα της.

Στο πείραμά μας όταν η φιάλη ανακινείται τότε το  $O_2$  που εισέρχεται στο διάλυμα οξειδώνει τη ρεσαζουρίνη και την μετατρέπει σε ρεσορουφίνη που είναι **φθορίζουσα φούξια**.



Όταν η φιάλη είναι ήρεμη και το  $O_2$  έχει φύγει από το διάλυμα, τότε το η ρεσορουφίνη οξειδώνει τη γλυκόζη και ανάγεται στην άχρωμη διυδρορεσορουφίνη



## Προεκτάσεις

Όμορφες χρωματικές εναλλαγές προκύπτουν επίσης όταν οι τρεις οξειδοαναγωγικοί δείκτες (methylene blue, indigo carmine και resazurin) συνδυαστούν ανά δύο ή ακόμα και όταν προστεθούν και οι τρεις στο ίδιο διάλυμα.