

**Προσομοιώσεις : Phet Colorado για τα Φυσικά
του Δημοτικού**

**«ΕΓΧΡΩΜΗ ΟΡΑΣΗ – ΧΡΩΜΑ» ΤΑΞΗ
ΣΤ΄**



University of Colorado **Boulder**

2022

**Ματαλλιωτάκη Ρένα
Δασκάλα Φυσικός**

«Έγχρωμη όραση» ΤΑΞΗ ΣΤ΄

Στόχος: να κατανοήσουν οι μαθητές όσο είναι δυνατόν το φαινόμενο «χρώμα» και πως αυτό σχετίζεται με τη φυσική και τη φυσιολογία μας .

Επιμέρους στόχοι:

1. Να αντιληφθούν οι μαθητές ποιες είναι οι προϋποθέσεις για να δούμε.
2. Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι όσο περισσότερο φως φτάνει στα μάτια μας τόσο πιο ανοιχτό χρώμα αντιλαμβανόμαστε.
3. Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι το αποτέλεσμα της πρόσθεσης των βασικών (προσθετικών) χρωμάτων είναι όλες οι αποχρώσεις που μπορούν να γίνουν αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι.
4. Να διαπιστώσουν την εφαρμογή του προσθετικού συστήματος RGB στις διάφορες οθόνες.
5. Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι το φως του Ήλιου είναι λευκό.
6. Να διαπιστώσουν πειραματικά τα «συστατικά χρώματα» του λευκού φωτός από την ανάλυσή του.
7. Να αποκτήσουν κάποιες γνώσεις για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ηλεκτρομαγνητικά κύματα) και το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.
8. Να γνωρίσουν σε κάποιο βαθμό το ρόλο του οπτικού μας συστήματος στην αντίληψη των χρωμάτων.
9. Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι τα ετερόφωτα αντικείμενα ανακλούν φως το οποίο φτάνει στα μάτια μας.
10. Να κατανοήσουν που οφείλεται το χρώμα των ετερόφωτων σωμάτων αλλά και των αυτόφωτων.
11. Να καταλάβουν τη διαφορά ανάμεσα στο προσθετικό και στο αφαιρετικό σύστημα δημιουργίας χρωμάτων.
12. Να γνωρίσουν τα αφαιρετικά συστήματα RYB (στη ζωγραφική) και το CMYK (στην τυπογραφία).
13. Να διαπιστώσουν ότι η ανάμιξη των έγχρωμων φώτων δίνει πάντα πιο ανοιχτό χρώμα, ενώ η ανάμιξη χρωστικών δίνει πάντα πιο σκούρο χρώμα και να κατανοήσουν το γιατί.
14. Να αντιληφθούν ότι το χρώμα των διαφανών αντικειμένων (φίλτρων)είναι αποτέλεσμα αφαιρετικής διαδικασίας.
15. Να αντιληφθούν ότι το χρώμα των ετερόφωτων σωμάτων εξαρτάται από το χρώμα του προσπίπτοντος φωτός.
16. Να μάθουν ότι εκτός από το χημικό χρώμα των σωμάτων που οφείλεται σε χρωστικές ουσίες υπάρχει και το λεγόμενο δομικό χρώμα που οφείλεται στις μικροδομές που υπάρχουν σε κάποια σώματα.
17. Να αποκτήσουν κάποιες γνώσεις σχετικά με τον τρόπο παραγωγής φωτός.
18. Τέλος να αντιληφθούν την χρησιμότητα της έγχρωμης όρασης, την αιτία της σημασίας του χρώματος και το γεγονός ότι το χρώμα είναι μία γλώσσα μέσω της οποίας επικοινωνούμε .

Προαπαιτούμενες γνώσεις: φως Έ και ΣΤ΄, ηλεκτρισμός και ηλεκτρομαγνητισμός

Φύλλο εργασίας

Τι χρειάζεται για να δούμε

Άραγε θα μπορούσαμε να δούμε αν δεν υπήρχε φως; Μπορούμε να δούμε στο σκοτάδι; Τι νομίζεις; _____

Αν πεις ότι τα έχεις καταφέρει, αυτό σημαίνει πώς έστω και ελάχιστο φως υπάρχει στο δωμάτιό σου. Χωρίς φως δε γίνεται να δούμε. Άλλωστε το μόνο που βλέπουμε πραγματικά είναι το φως. Το φως που στέλνουν στα μάτια μας τα πράγματα γύρω μας. Είτε είναι αυτόφωτα, είτε είναι ετερόφωτα***.

Τώρα κλείσε τα μάτια σου! Βλέπεις; _____

Με κλειστά μάτια δε μπορείς να δεις! Τα μάτια είναι απαραίτητα για να στείλουν τις οπτικές πληροφορίες που παίρνουν από το περιβάλλον στον εγκέφαλο για να δούμε, γιατί με τον εγκέφαλο βλέπουμε και όχι με τα μάτια όπως νομίζουμε.

Κοίτα τώρα στα δεξιά σου τις κότες. Τις βλέπεις; _____

Δεν τις βλέπεις γιατί δεν υπάρχουν! Δεν μπορούμε να δούμε πράγματα που δεν υπάρχουν! Αφού δεν υπάρχουν δεν μπορούν να στείλουν και φως στα μάτια μας ώστε να γίνουν ορατά.

Κοίτα προσεκτικά το πάτωμα και προσπάθησε να δεις τα μικρόβια που βρίσκονται πάνω του. Τα βλέπεις; _____

Όσο και να προσπαθήσεις δεν πρόκειται να τα καταφέρεις. Είναι τόσο μικρά που τα μάτια μας δεν μπορούν να τα δουν. Η όραση όπως και οι άλλες αισθήσεις μας έχουν περιορισμούς! Ευτυχώς που δημιουργήσαμε μικροσκόπια!

Μπορείς να δεις πολύ μακρινά πράγματα; Μπορείς να δεις τους κρατήρες στο φεγγάρι; _____

Και πάλι διαπίστωση ότι δεν μπορείς! Και πάλι περιορισμοί! Μη στενοχωριέσαι όμως γιατί υπάρχουν τα κιάλια και τα τηλεσκόπια !

Συμπέρασμα: για να δούμε πρέπει να υπάρχουν φως, μάτια - εγκέφαλος και... κότες. Συγνώμη!!! Πράγματα ήθελα να πω αλλά πράγματα που να έχουν ένα κάποιο μέγεθος για να μπορούν να είναι ορατά σε μας και να μην είναι πολύ μακριά....!

Παρόλα αυτά μερικές φορές μπορεί να δούμε και κάτι που δεν υπάρχει στην υλική πραγματικότητα.

Με κλειστά μάτια δεξιά μία τεράστια σοκολατένια τούρτα με τόσα κεράκια πάνω της όσο χρονών είσαι!

***Το φως το παράγουν όπως γνωρίζουμε τα αυτόφωτα σώματα (φωτεινές πηγές). Αυτό το φως έρχεται στα μάτια μας και γίνονται ορατά.

Τα ετερόφωτα σώματα όμως που δεν παράγουν φως, γίνονται ορατά επειδή ανακλούν ένα μέρος του φωτός που πέφτει πάνω τους από τα αυτόφωτα (το υπόλοιπο το απορροφούν και αυξάνεται η θερμοκρασία τους). Αν το ανακλώμενο αυτό φως φτάσει στα μάτια μας τότε γίνονται ορατά.

Τη βλέπεις; Το ξέρω ότι τη βλέπεις! Αλλά την είδες με τα μάτια της φαντασίας σου! Δηλαδή με το μυαλό σου! Προσπάθησε τώρα με κλειστά μάτια να δεις ένα τιτίκι. Μπορείς;; Δε νομίζω! Όχι, δεν υπάρχει κάτι που έχεις δει και που λέγεται τιτίκι και μάλιστα αυτή η λέξη δεν έχει κανένα νόημα για το μυαλό σου, επομένως δεν θα μπορούσες να φανταστείς ένα τιτίκι!

Την τούρτα κατάφερες να τη δεις με τη φαντασία σου, επειδή έχεις ξαναδεί. Την εικόνα της - και προπαντός τη γεύση της - το νόημά της τελικά, τα έχεις φυλάξει στη μνήμη σου! Αν δεν συνέβαινε αυτό δεν θα μπορούσες να τη φανταστείς! Μάλιστα μπορείς να φτιάξεις στη φαντασία σου εκατομμύρια παραλλαγές. Αν όμως δεν έχεις δει ποτέ έστω και μία δεν μπορείς να δεις με τα μάτια της φαντασίας σου καμία!

Όμως υπάρχει ακόμα μια εξαίρεση! Μπορεί να δει κάποιος κάτι που δεν υπάρχει επειδή.... το άκουσε ή τομύρισε! Υπάρχει μια κατάσταση που λέγεται **συναισθησία**. Την έχουν κάποιοι άνθρωποι, άλλοι σε μικρό και άλλοι σε μεγάλο βαθμό. Μπορούν να βλέπουν χρώματα ή σχήματα όταν ακούν ήχους. Μπορεί να συμβεί και το ανάποδο. Αυτό γίνεται γιατί στον εγκέφαλο η περιοχή που μας επιτρέπει να ακούμε μπορεί να «σκουντήσει» την περιοχή που μας επιτρέπει να βλέπουμε. Ακόμα καμιά φορά οι ήχοι μπορεί να «μυρίζουν» ή οι μυρωδιές να έχουν χρώμα. Με λίγα λόγια μπορεί να ανακατευτούν μεταξύ τους οι αισθήσεις!

Αφού τα μάτια δεχτούν το οπτικό ερέθισμα, το φως δηλαδή, μετά το ερέθισμα γίνεται ηλεκτρικό σήμα και ταξιδεύει μέσα στον εγκέφαλο όπου ακολουθεί κάποια διαδρομή και τελικά γίνεται μια εικόνα σε μια περιοχή στο πίσω μέρος του εγκεφάλου που λέγεται οπτικός φλοιός (βλέπε την εικόνα).



Αυτό που «βλέπουν» τα μάτια μας και αυτό που τελικά αντιλαμβανόμαστε δεν είναι το ίδιο. Εξαιτίας του εγκεφάλου μας άλλοτε βλέπουμε λιγότερα και άλλοτε περισσότερα. Αυτός αποφασίζει τι θα δούμε τελικά. Δεν φτάνει όμως να δούμε την εικόνα! Πρέπει και να αποκτήσει νόημα! Γι αυτό το λόγο την εικόνα την επεξεργάζεται ο εγκέφαλος ακόμη περισσότερο, περνώντας την από διάφορες άλλες περιοχές. Για παράδειγμα τη συγκρίνει με άλλες παρόμοιες εικόνες που έχει αποθηκεύσει στη μνήμη.

Έχεις παρατηρήσει ποτέ βλέπεις χρώματα; Στο φως ή στο σκοτάδι;

Στο φως βλέπουμε χρώματα παντού γύρω μας. Χρωματιστά αντικείμενα, υπέροχα λουλούδια, λαχταριστά φρούτα, γαλάζιος ουρανός, μπλε θάλασσα, και τόσα άλλα!

Όσο πέφτει η νύχτα το χρώμα σιγά σιγά εξαφανίζεται. Στο μισοσκοτάδο τα πράγματα φαίνονται ασπρόμαυρα. Και στο σκοτάδι δεν μπορούμε να δούμε ούτε και αυτά! Χρώμα χωρίς φως δεν μπορούμε να αντιληφθούμε! Το χρώμα των ετερόφωτων σωμάτων το βλέπουμε όσο υπάρχει φως και εξαφανίζεται όταν δεν υπάρχει! Το χρώμα δηλαδή των ετερόφωτων σωμάτων εξαρτάται από το φως που τα φωτίζει!

Φύλλο εργασίας

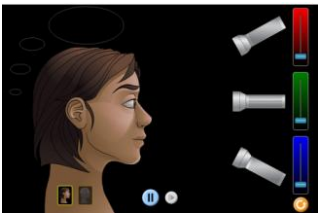
Έγχρωμα φώτα- Πηγές RGB

Για να καταλάβουμε το φαινόμενο χρώμα, θα χρειαστεί αρχικά να πάμε στο δικτυακό τόπο του Phet Colorado στην [ΕΓΡΩΜΗ όραση και στην καρτέλα «Πηγές RGB»](#).

Οι πηγές RGB δεν είναι τίποτε άλλο από τρεις φωτεινές πηγές, τρεις φακοί δηλαδή που μας δίνουν κόκκινο, πράσινο και μπλε φως.

Αν επιλέξεις την καρτέλα: «Πηγές RGB» θα εμφανιστεί η παρακάτω εικόνα. Αριστερά υπάρχει ένας παρατηρητής και δεξιά υπάρχουν τρεις φακοί που δίνουν **κόκκινο(red)**, **πράσινο (green)** και **μπλε(blue)** φως. Τα αρχικά **RGB** σημαίνουν ακριβώς αυτά τα χρώματα. Με τους ρυθμιστές δίπλα στους φακούς μπορούμε να αυξομειώσουμε την ένταση δηλαδή την ποσότητα της φωτεινής ακτινοβολίας που φτάνει στα μάτια του παρατηρητή.

Οι κύκλοι πάνω από το κεφάλι του δείχνουν το χρώμα που αυτός αντιλαμβάνεται.



Μετακίνησε τον διακόπτη του κόκκινου φακού μέχρι τέρμα πάνω.

Στη συνέχεια κατέβασε τον διακόπτη μέχρι τη μέση και μετά κατέβασέ τον πολύ χαμηλά να φτάσει περίπου στο 10%.

Αντιλαμβάνεται το ίδιο χρώμα σε κάθε περίπτωση ; _____

Πότε αντιλαμβάνεται πιο σκούρο χρώμα όταν πέφτει πολύ φως στα μάτια του (μεγάλη ένταση) ή λίγο (μικρή ένταση;)

Στην εικόνα βλέπεις τον παρατηρητή και δύο εικονίδια στο λαιμό του.

Αν πατήσεις το πρώτο θα εμφανιστεί το εργαστήριο όπως φαίνεται στην εικόνα. Αν πατήσεις το δεύτερο θα εμφανιστεί ο εγκέφαλος του παρατηρητή και το οπτικό νεύρο που μεταφέρει τις πληροφορίες από τα μάτια στον εγκέφαλο.



Συμπέρασμα:
Διαφορετική ένταση φωτός γίνεται αντιληπτή με διαφορετικό τρόπο. Μάλιστα όσο μικρότερη είναι η ένταση τόσο πιο σκούρο είναι το χρώμα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής.

Συμπλήρωσε τώρα τον παρακάτω πίνακα:

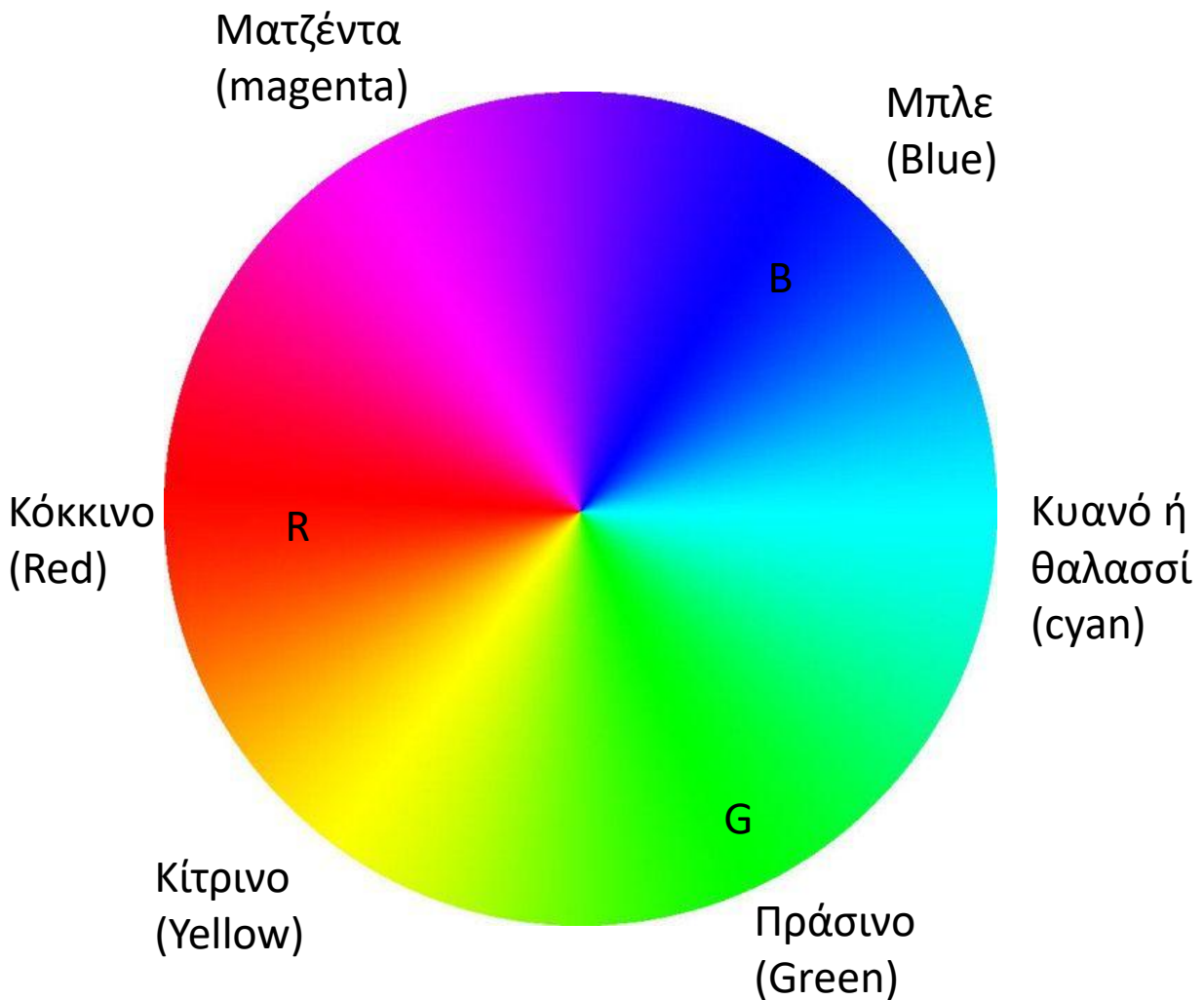
Έγχρωμα φώτα		Αν αναμίξεις τα παρακάτω έγχρωμα φώτα στη μεγαλύτερη ένταση τι χρώμα υποθέτεις ότι θα αντιληφθεί ο παρατηρητής;	Τι βλέπει τελικά	Το χρώμα που προκύπτει είναι πιο σκούρο ή πιο ανοιχτό από τα αρχικά;
Μπλε	Πράσινο			
Κόκκινο	Μπλε			
Κόκκινο	Πράσινο			

Σε ποια περίπτωση το χρωματικό αποτέλεσμα σε ξάφνιασε περισσότερο και γιατί; Τι περιμένες να δεις;

Έγχρωμα φώτα		Αν αναμίξεις τα ίδια φώτα αλλά με την ένταση μέχρι τη μέση (50%) τα χρώματα που θα αντιληφθεί ο παρατηρητής είναι πιο σκούρα ή πιο ανοιχτά από την προηγούμενη περίπτωση που η ένταση ήταν στο 100%	Αν αναμίξεις τα ίδια φώτα αλλά με την ένταση περίπου στο (20%) τα χρώματα που θα αντιληφθεί ο παρατηρητής είναι πιο σκούρα ή πιο ανοιχτά από αυτά της προηγούμενης περίπτωσης;
Μπλε	Πράσινο	Τι υποθέτεις; Τι βλέπει;	
Κόκκινο	Μπλε		
Κόκκινο	Πράσινο		

Συμπέρασμα: όσο πιο μεγάλη ποσότητα φωτός (ένταση) φτάνει στα μάτια του παρατηρητή τόσο πιο _____ χρώμα αντιλαμβάνεται.

Χρώματα και ονόματα



Χρώματα από την ανάμιξη (πρόσθεση) των τριών χρωμάτων **κόκκινο-πράσινο-μπλε** με πραγματικούς φακούς

Με τη βοήθεια φακών και έγχρωμων ζελατινών ζαχαροπλαστικής μπορούμε να έχουμε έγχρωμα φώτα για να κάνουμε πραγματικά πειράματα.

Θα χρειαστείς:

Τρεις φακούς led,

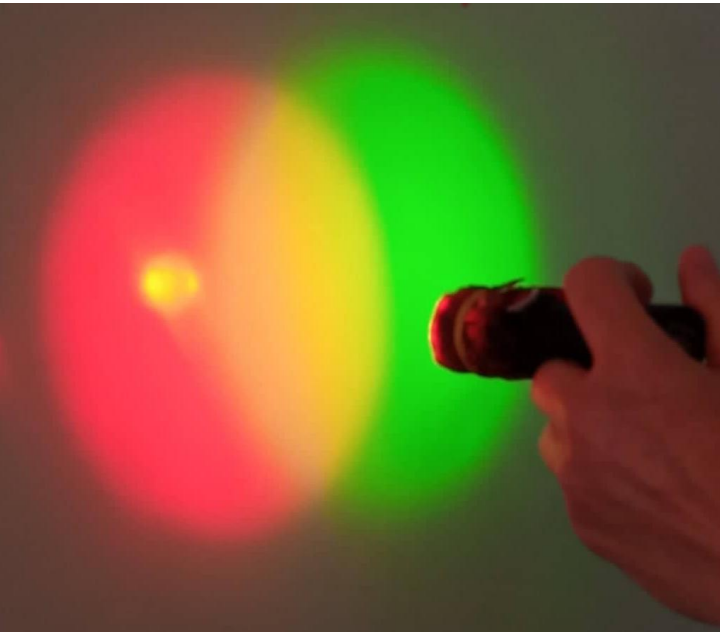
Τρεις ζελατίνες ζαχαροπλαστικής **κόκκινη, πράσινη και μπλε.**

Ίσως χρειαστείς βοήθεια από ένα ακόμα άτομο. Κάλυψε τους φακούς με την κόκκινη, την πράσινη, και την μπλε ζελατίνα (για καλύτερα αποτελέσματα βάλε δύο ή τρία στρώματα ζελατίνας) και στερέωσέ τις με λαστιχάκια όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Τι χρώμα φως περιμένεις ότι θα δεις αν στρέψεις ανά δύο τους φακούς σε ένα λευκό τοίχο;

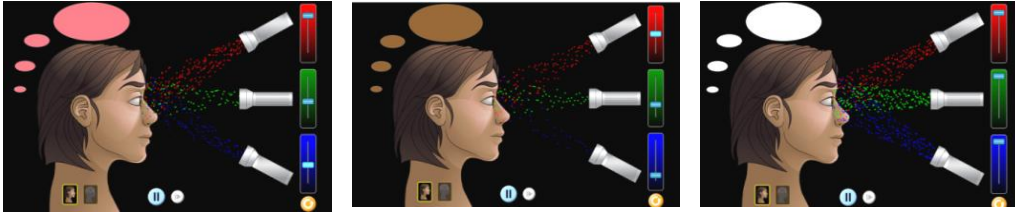
- Κόκκινο και πράσινο _____
- Κόκκινο και μπλε _____
- Πράσινο και μπλε _____
- Κάντο στην πράξη για επιβεβαίωση!
- Δες μετά την επόμενη διαφάνεια!



Φύλλο εργασίας

Φτιάξε χρώματα παίζοντας

Παίξε φτιάχνοντας χρώματα με τη βοήθεια των...εικονικών φακών!



Φτιάξε το χρώμα που βλέπεις και γράψε περίπου το ποσοστό από το κάθε χρώμα που χρησιμοποίησες	Θέση του επιλογέα του κόκκινου χρώματος	Θέση του επιλογέα του πράσινου χρώματος	Θέση του επιλογέα του μπλε χρώματος
Κίτρινο			
Πορτοκαλί ανοιχτό	100%	50%	0%
Πορτοκαλί σκούρο			
Καφέ			
Ματζέντα			
Ροζ			
κυανό			
Μαύρο			
Γκρι			
Λευκό			

Γράψε πως ενώ προσθέτεις κόκκινο, πράσινο και μπλε φως άλλοτε βλέπουμε καφέ, άλλοτε ροζ και άλλοτε λευκό (ή οποιοδήποτε άλλο χρώμα).

Πώς έφτιαξες το μαύρο (πότε αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής μαύρο);

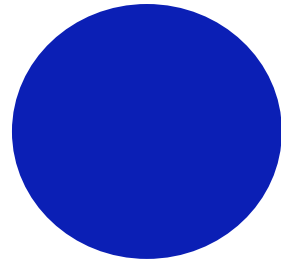
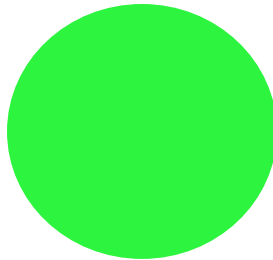
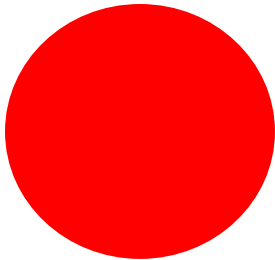
Πώς έφτιαξες το λευκό (πότε αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής λευκό);

Άραγε αυτός είναι ο μοναδικός τρόπος με τον οποίο μπορούμε να δούμε λευκό φως;
Πριν δώσεις απάντηση πρέπει να δούμε κάτι ακόμα! Δες την επόμενη σελίδα!

Προσθετικό σύστημα RGB

Βασικά προσθετικά χρώματα

- Πάμε ξανά στην καρτέλα RGB !
- Παίζοντας με την εφαρμογή αυτή διαπίστωσες ότι με **τρία έγχρωμα φώτα** το **κόκκινο**, το **πράσινο** και το **μπλε** μπορείς να φτιάξεις οποιοδήποτε χρώμα (οι άνθρωποι μπορούν να δουν δέκα εκατομμύρια διαφορετικές αποχρώσεις).
- Τα τρία παραπάνω χρώματα λέγονται **βασικά προσθετικά χρώματα** γιατί όταν **προστίθενται** ανά δύο ή ανά τρία και σε διαφορετικές ποσότητες(εντάσεις) φτιάχνονται όλα τα υπόλοιπα χρώματα! Ο λόγος που αυτά είναι τα βασικά χρώματα και όχι κάποια άλλα κρύβεται στη φυσιολογία μας, δηλαδή στην «κατασκευή» των ματιών μας και θα το δούμε παρακάτω.
- Το προσθετικό χρωματικό σύστημα που έχει το **κόκκινο** το **πράσινο** και το **μπλε** βασικά χρώματα το λέμε **προσθετικό σύστημα RGB (Μιλάμε για έγχρωμα φώτα και όχι για μπογιές!)**



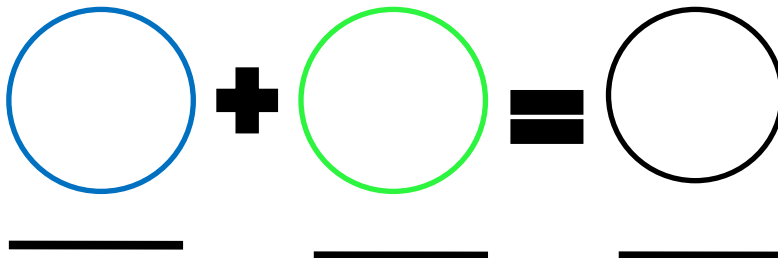
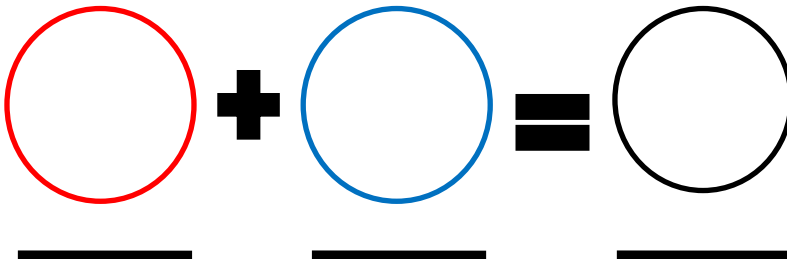
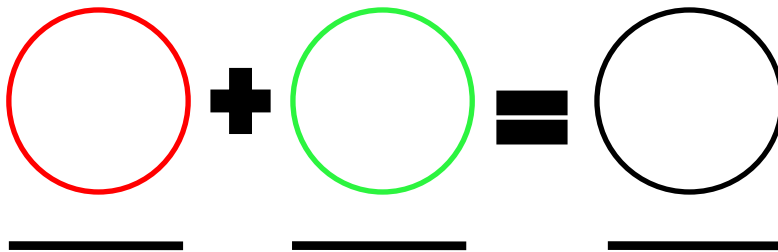
red green blue
R**G****B**

Δευτερεύοντα χρώματα είναι αυτά που δημιουργούνται από την πρόσθεση δύο βασικών χρωμάτων και είναι τα **κυανό (C)**, **ματζέντα (M)** και **κίτρινο (Y)**

Στο σύστημα RGB **συμπληρωματικά** λέμε τα χρώματα που όταν προστίθενται δίνουν λευκό φως και είναι τα ζευγάρια :**κόκκινο-κυανό**, **κίτρινο-μπλε** και **πράσινο-ματζέντα** .

(Προαιρετικά) Φύλλο εργασίας Δευτερεύοντα προσθετικά χρώματα

- **Δευτερεύοντα χρώματα** είναι αυτά που δημιουργούνται από την πρόσθεση δύο βασικών χρωμάτων.
- Πήγαινε στο phet colorado στην «έγχρωμη όραση» και άνοιξε την καρτέλα [«πηγές RGB»](#)
- Μετακίνησε τους διακόπτες των χρωμάτων που βλέπεις παρακάτω ώστε να πετύχεις τη μεγαλύτερη ένταση. Ο τρόπος για να το πετύχεις είναι να μετακινήσεις τον επιλογέα στο ανώτατο σημείο. Ζωγράφισε το χρώμα βλέπει ο παρατηρητής στα άδεια κυκλάκια και γράψε τα ονόματά τους!



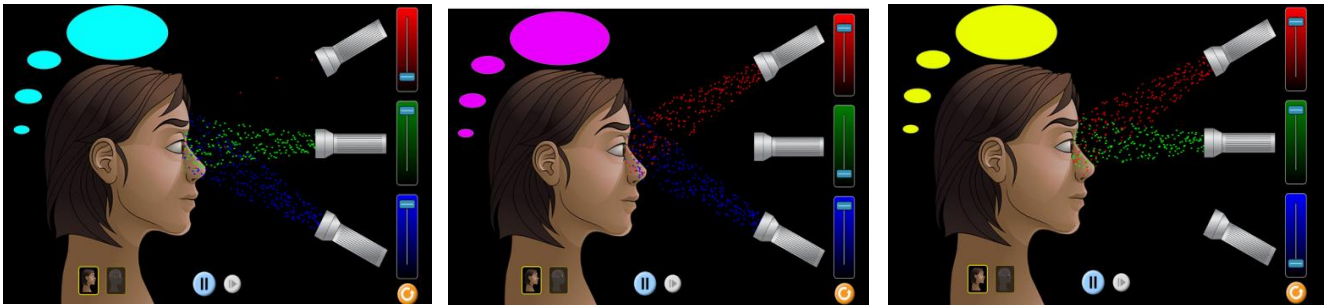
Αυτά που προέρχονται από την πρόσθεση δύο βασικών χρωμάτων στη μεγαλύτερη ποσότητα τα λέμε δευτερεύοντα (γενικά τα χρώματα που παράγονται από την ανάμιξη δύο βασικών σε διάφορες εντάσεις μπορούμε να τα πούμε και παράγωγα χρώματα).

Γράψε ποια είναι τα δευτερεύοντα χρώματα: _____

(Προαιρετικά) Φύλλο εργασίας

Συμπληρωματικά προσθετικά χρώματα

- Είδαμε προηγουμένως ότι όταν αναμιχθούν τα τρία χρώματα **κόκκινο (red)**, **πράσινο (green)** και **μπλε (blue)** δίνουν λευκό φως. Επίσης είδαμε ότι όταν προστίθενται στην μεγαλύτερη ένταση (ποσότητα)
- **Κόκκινο** και **πράσινο** δίνουν **κίτρινο**
- **Κόκκινο** και **μπλε** δίνουν **ματζέντα (πορφυρό)**
- **Πράσινο** και **μπλε** δίνουν **κυανό (θαλασσί)**



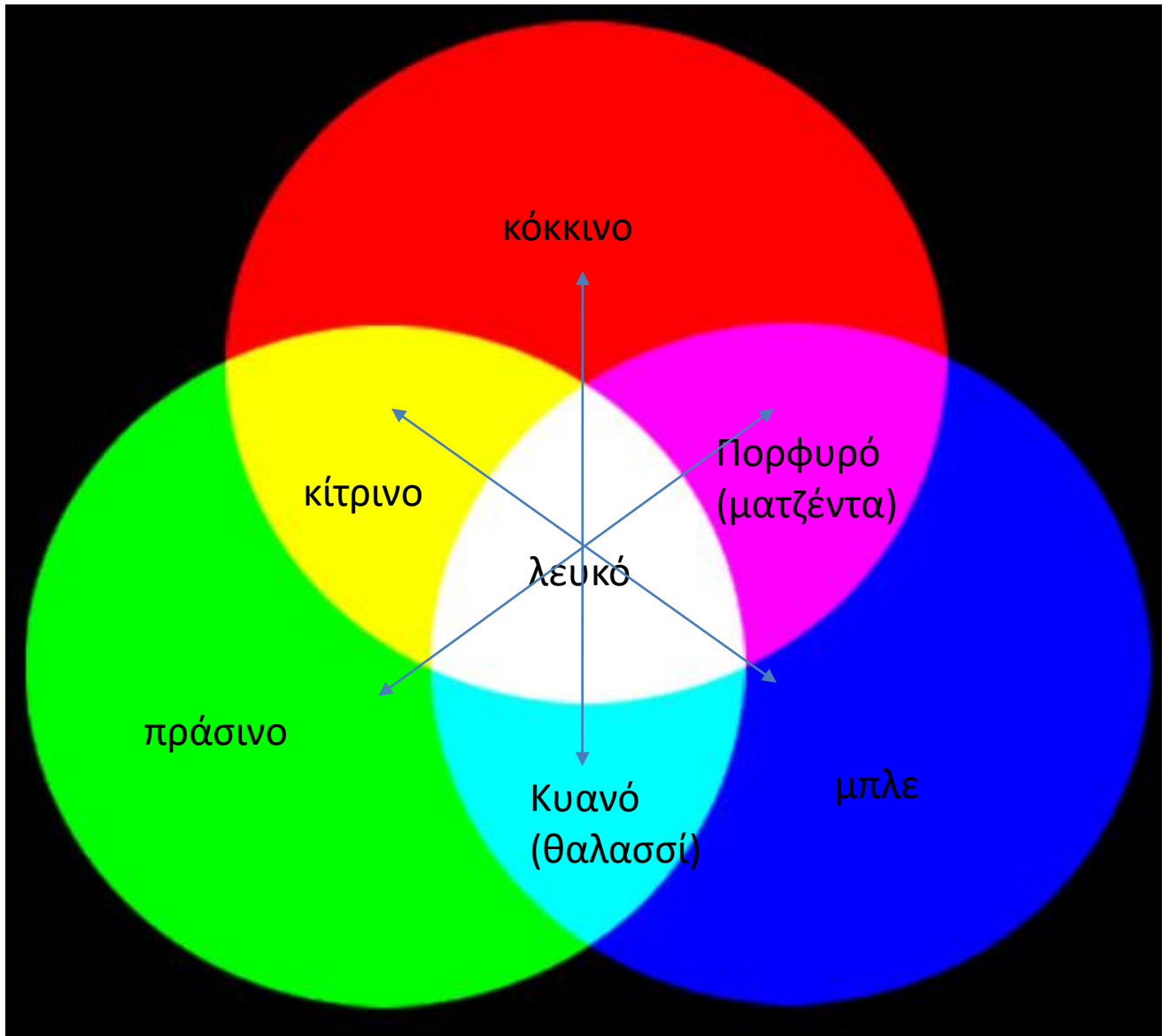
Πάρε μαρκαδόρους ή ξυλομπογιές και ζωγράφισε δίπλα σε κάθε χρώμα αυτό που πρέπει να του προσθέσεις για να πάρεις λευκό φως (να θυμάσαι ότι τα χρώματα που όταν προστίθενται δίνουν λευκό φως τα λέμε συμπληρωματικά).

Κυανό	+	==
Ματζέντα	+	==
Κίτρινο	+	==

Γράψε τις τρεις ομάδες των συμπληρωματικών χρωμάτων με τους σωστούς χρωματιστούς μαρκαδόρους. _____

Δες την επόμενη σελίδα για επαλήθευση.

Συμπληρωματικά προσθετικά χρώματα



Οθόνες και προσθετικό σύστημα χρωμάτων

Χρωματικό μοντέλο RGB

Πώς εμφανίζεται το χρώμα στις οθόνες;

Οι τρεις φακοί στα δεξιά του παρατηρητή στην καρτέλα «Πηγές RGB» στην εικόνα δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο φτιάχνονται οι εικόνες σε κάθε συσκευή που έχει οθόνη (το χρωματικό μοντέλο RGB, είναι η πρακτική εφαρμογή του προσθετικού συστήματος χρωμάτων στο οποίο χρησιμοποιούνται ως βασικά χρώματα το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε, για να δημιουργηθούν όλα τα άλλα. Εκτός από το προσθετικό που αφορά σε έγχρωμα φώτα, υπάρχει και το αφαιρετικό σύστημα για το οποίο θα μιλήσουμε παρακάτω).

Οι οθόνες έχουν εκατομμύρια περιοχές -pixel- (μπορείτε να τα δείτε στην επόμενη διαφάνεια), με τρεις μικροσκοπικές πηγές φωτός το καθένα, που εκπέμπουν τα τρία αυτά βασικά χρώματα - φώτα, **κόκκινο**, **πράσινο** και **μπλε**. Η ένταση του φωτός που εκπέμπουν μπορεί να αλλάζει. Η εικόνα δηλαδή που βλέπουμε σε μια οθόνη, μοιάζει με ένα ψηφιδωτό στο οποίο η κάθε ψηφίδα (περιοχή) είναι ένα pixel. Με τη σύνθεσή τους δημιουργείται η έγχρωμη εικόνα.

Όταν και οι τρεις πηγές δεν εκπέμπουν καθόλου φως, βλέπουμε μαύρο.

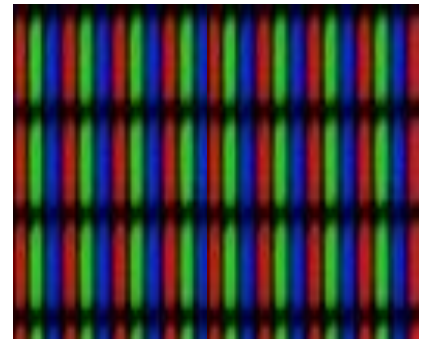
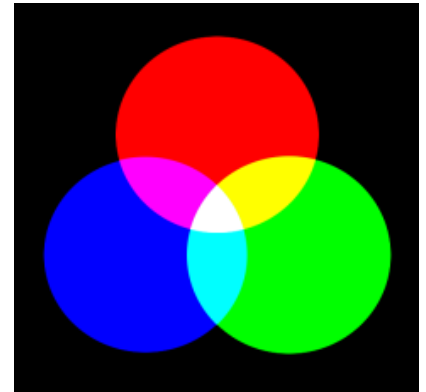
Όταν εκπέμπουν φως στην μεγαλύτερη ένταση και οι τρεις, βλέπουμε λευκό.

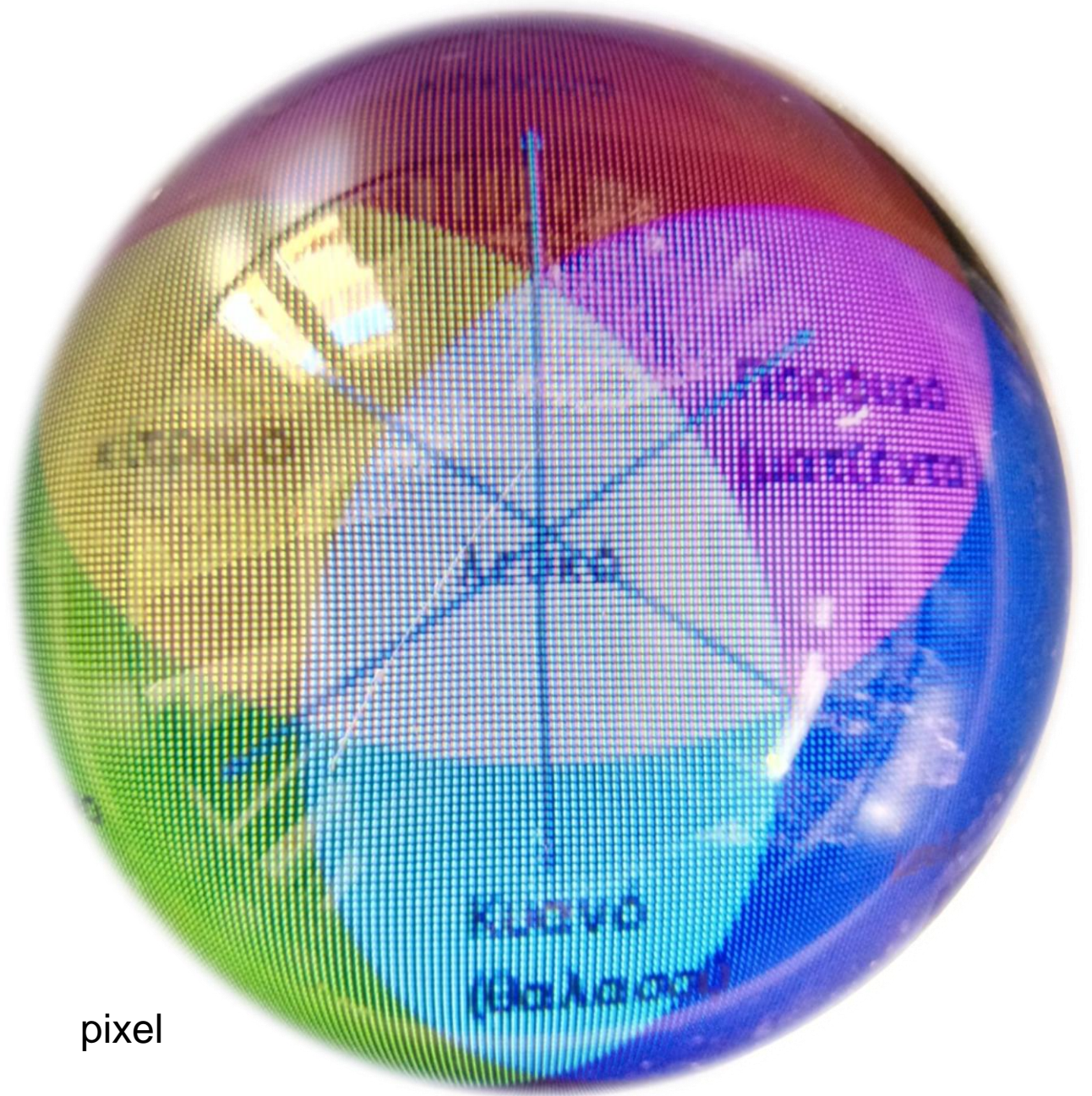
Αν και οι τρεις πηγές έχουν ρυθμιστεί στην ίδια μεσαία ένταση, βλέπουμε μια απόχρωση του γκρι.

Αλλάζοντας την ένταση της μιας ή και των δύο ή και των τριών φωτεινών πηγών μπορούμε να δούμε εκατομμύρια χρώματα. Με την ανάμιξη (πρόσθεση) των έγχρωμων αυτών φώτων κάθε pixel αποκτάει ένα χρώμα και με τη σύνθεση όλων των ψηφιδών - pixel δημιουργείται το «ψηφιδωτό», η έγχρωμη εικόνα.

Αν εμφανιστεί ένα πορτοκαλί τετράγωνο στην οθόνη του υπολογιστή, δεν έχει ενεργοποιηθεί πηγή φωτός που εκπέμπει πορτοκαλί στην οθόνη, αλλά στα pixel που αντιστοιχούν στο τετράγωνο, έχουν ενεργοποιηθεί οι μικροσκοπικές πηγές φωτός που εκπέμπουν κόκκινο φως και αυτές που εκπέμπουν πράσινο με το κόκκινο σε μεγαλύτερη ένταση. Τα δύο αυτά φώτα μαζί προστίθενται και δίνουν πορτοκαλί. Σε μέγιστη ένταση και τα δύο μπορούν να δώσουν κίτρινο φως.

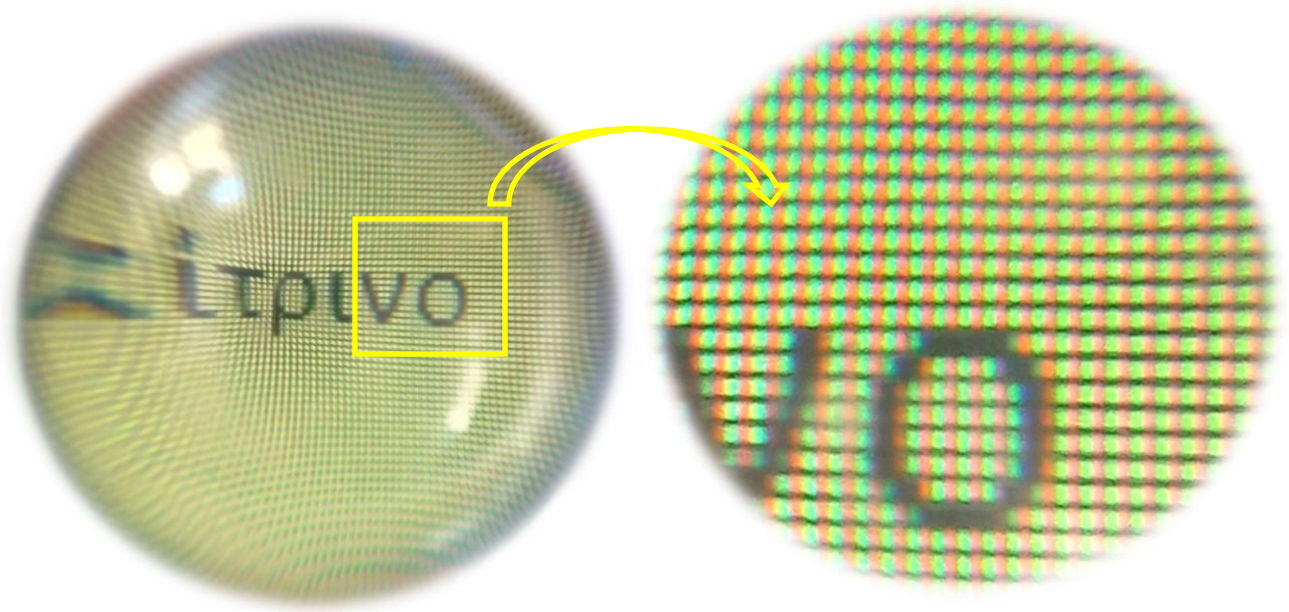
Κοίταξε με ένα ισχυρό μεγεθυντικό φακό το πορτοκαλί τετράγωνο και θα δεις τις μικροσκοπικές κόκκινες και πράσινες φωτεινές πηγές να εκπέμπουν το φως τους στη μαύρη οθόνη του υπολογιστή. Κάνε το ίδιο σε μία λευκή περιοχή στην οθόνη του υπολογιστή να δεις και τις τρεις μικροσκοπικές φωτεινές πηγές αναμμένες.





pixel

Στην οθόνη του υπολογιστή μπορούμε να δούμε με έναν ισχυρό μεγεθυντικό φακό, ότι για να φτιαχτεί το **κίτρινο** χρώμα σε κάθε ρικελ ανάβει μόνο ο **πράσινος** και ο **κόκκινος** φακός. Η πρόσθεση του κόκκινου και του πράσινου φωτός δίνει κίτρινο φως.



Φύλλο εργασίας

Το χρώμα του φωτός του ήλιου

Τι χρώμα έχει το φως του Ήλιου; _____

Επιβεβαίωσε! Πάρε μία λευκή κόλλα, στρέψε την προς τον Ήλιο και δες με τι χρώμα τη φωτίζει, λευκό ή κίτρινο; Είναι το ίδιο με την απάντηση που έδωσες στην προηγούμενη ερώτηση; Τι χρώμα έχει το φως του Ήλιου με βάση αυτό το πείραμα;

Αν είχες ένα πρίσμα ή ένα κρύσταλλο και άφηνες το φως του Ήλιου να περάσει μέσα από το πρίσμα και να πέσει στη λευκή κόλλα, τι χρώμα φως περιμένεις να δεις; Λευκό κίτρινο ή κάτι άλλο; _____

Κάντο τώρα στην πραγματικότητα. Βγες έξω στον ήλιο, πάρε το κρύσταλλο ή το πρίσμα και τη λευκή κόλλα. Φρόντισε να περάσει το φως του Ήλιου μέσα από το πρίσμα και να πέσει πάνω στη λευκή κόλλα και παρατήρησε και σημείωσε προσεκτικά αυτό που βλέπεις .

Νομίζω ότι παρατήρησες κάτι σαν ουράνιο τόξο. Ο Νεύτωνας ήταν ο πρώτος που παρατήρησε την ανάλυση του λευκού φωτός του Ήλιου το 1666 κάνοντας κάτι παρόμοιο με αυτό που έκανες εσύ παραπάνω. Άφησε το φως του ήλιου να περάσει μέσα από ένα πρίσμα και είδε το φως να αναλύεται στα χρώματα του ουράνιου τόξου. Μετά πέρασε το πολύχρωμο αυτό φως μέσα από ένα άλλο πρίσμα και πήρε πίσω ξανά λευκό φως (δες την παρακάτω εικόνα).



Τι συμπέρασμα βγάζεις; Πότε βλέπουμε λευκό φως;

A) _____

B) _____

Δημιουργία λευκού φωτός με πραγματικούς φακούς

Θα χρειαστείς:

Τρεις φακούς led,

Τρεις ζελατίνες ζαχαροπλαστικής **κόκκινη**, **πράσινη** και **μπλε**.

Ίσως χρειαστείς βοήθεια από ένα ακόμα άτομο. Κάλυψε τους φακούς με την κόκκινη, την πράσινη, και την μπλε ζελατίνα (για καλύτερα αποτελέσματα βάλε τρία στρώματα ζελατίνας) και στερέωσέ τις με λαστιχάκια όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Τι χρώμα περιμένεις να δεις αν στρέψεις και τους τρεις φακούς στον λευκό τοίχο;

Επιβεβαίωσε!



Εκεί που συναντώνται και τα τρία φώτα εμφανίζεται λευκό φως!

Φως

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα- Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Ας δούμε όμως τι είναι το φως, το μόνο πράγμα που βλέπουμε! Το φως είναι, ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία)! Αυτό το μάθαμε από ένα σπουδαίο επιστήμονα τον Μάξγουελ το 1870. Όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από φορτία που ταλαντώνονται ή ηλεκτρικά φορτία που επιταχύνονται (για παράδειγμα ηλεκτρόνια). Διαδίδονται στην ύλη αλλά και στο κενό! Η ταχύτητά τους στο κενό είναι 300 χιλιάδες χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο. Στην ύλη έχουν μικρότερη ταχύτητα διάδοσης.

Για να μελετούμε και να περιγράψουμε ευκολότερα το σύνολο των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών, φτιάξαμε το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο οποίο οι ακτινοβολίες ταξινομούνται με κριτήριο τη συχνότητά τους. Όσο προχωράμε προς τα δεξιά οι ακτινοβολίες έχουν μεγαλύτερη συχνότητα και άρα μεταφέρουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας. Το ορατό φως είναι ένα πολύ μικρό μέρος του φάσματος (βλ σχήμα).

Στο φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας βρίσκονται με τη σειρά:

- **τα μακρά κύματα** που χρησιμοποιούνται στη ραδιοφωνία,
- **τα ραδιοκύματα** που χρησιμοποιούνται στη ραδιοφωνία, στην τηλεόραση σε επίγειους δορυφορικούς σταθμούς, στα ραντάρ,
- **τα μικροκύματα** που είναι το τελευταίο μέρος των ραδιοκυμάτων χρησιμοποιούνται στην κινητή τηλεφωνία,
- **η υπέρυθη ακτινοβολία** είναι αυτή που την αισθανόμαστε σαν ζέστη,
- **το ορατό φως**,
- **η υπεριώδης ακτινοβολία** που εξαιτίας της μαυρίζουμε το καλοκαίρι,
- **οι ακτίνες χ** τις οποίες χρησιμοποιούμε για να βγάζουμε ακτινογραφίες και
- **οι ακτίνες γ** που είναι ένα είδος ραδιενέργειας.

Τις ακτινοβολίες που δεν μπορούμε να δούμε τις λέμε και «αόρατο φως». Το ορατό και το αόρατο φως μαζί αποτελούν το σύνολο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.



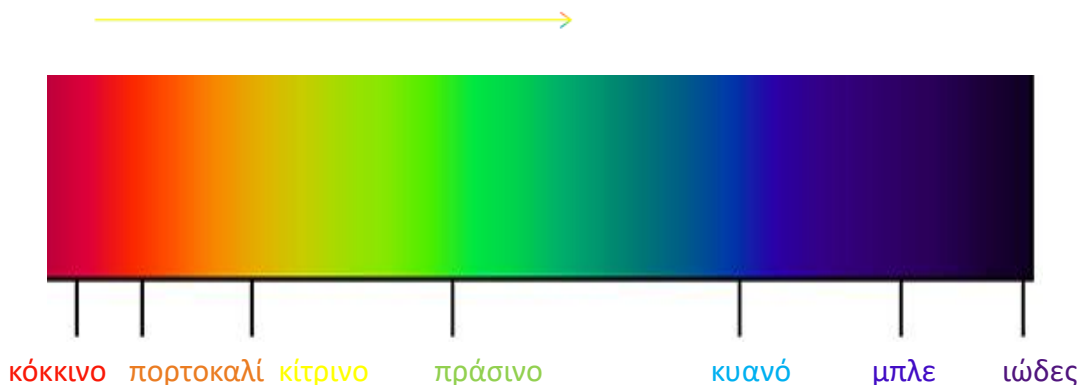
Το φως έχει διπλή φύση. Άλλοτε συμπεριφέρεται σαν κύμα (ηλεκτρομαγνητικό κύμα) που μεταφέρει ενέργεια και άλλοτε σαν να έχει σωματιδιακή φύση (τα σωματίδια του φωτός τα λέμε φωτόνια και είναι αυτά που μεταφέρουν την φωτεινή ενέργεια).



Ορατό φως- φάσμα

Στην περιοχή του ορατού φωτός, ανάμεσά στην ακτινοβολία που έχει τη μικρότερη συχνότητα $-4,3 \cdot 10^{14}$ Hz- που γίνεται αντιληπτή από μας ως **κόκκινη** και στην ακτινοβολία με τη μεγαλύτερη συχνότητα $- 7,5 \cdot 10^{14}$ Hz -(μεταφέρει τη μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας από όλες τις υπόλοιπες ορατές ακτινοβολίες, σχεδόν διπλάσια από την κόκκινη) που γίνεται αντιληπτή από μας ως **ιώδες**, υπάρχουν όλες οι άλλες ακτινοβολίες που γίνονται αντιληπτές ως **πορτοκαλί, κίτρινη, πράσινη, κυανή και μπλε**. Δηλαδή στο ορατό φως υπάρχουν όλες εκείνες οι ακτινοβολίες που τα «χρώματά» τους βλέπουμε και στο ουράνιο τόξο. **Στην πραγματικότητα οι ακτινοβολίες δεν έχουν χρώμα**. Το «χρώμα» τους είναι η μετάφραση που κάνει ο εγκέφαλός μας όταν πέσουν στα μάτια μας. Δηλαδή κάθε περιοχή του ορατού φάσματος προκαλεί στον άνθρωπο την αίσθηση κάποιου συγκεκριμένου χρώματος.

Τις υπόλοιπες ακτινοβολίες που βρίσκονται έξω από την περιοχή του ορατού φωτός, δεν τις αντιλαμβανόμαστε σαν φως (λευκό ή έγχρωμο).



Προς τα δεξιά μεγαλώνει η ποσότητα της ενέργειας που «κουβαλά» κάθε ακτινοβολία. Το ιώδες δηλαδή «κουβαλάει» περισσότερη ενέργεια από ότι το κόκκινο, περίπου διπλάσια γιατί έχει περίπου διπλάσια συχνότητα. Επειδή το κόκκινο λέγεται και ερυθρό, οι ακτινοβολίες που βρίσκονται πάνω από το ερυθρό στο φάσμα, υπέρ το ερυθρό δηλαδή, λέγονται υπέρυθρες. Επίσης αυτές που βρίσκονται πάνω από το ιώδες στο φάσμα, υπέρ το ιώδες δηλαδή, λέγονται υπεριώδεις.

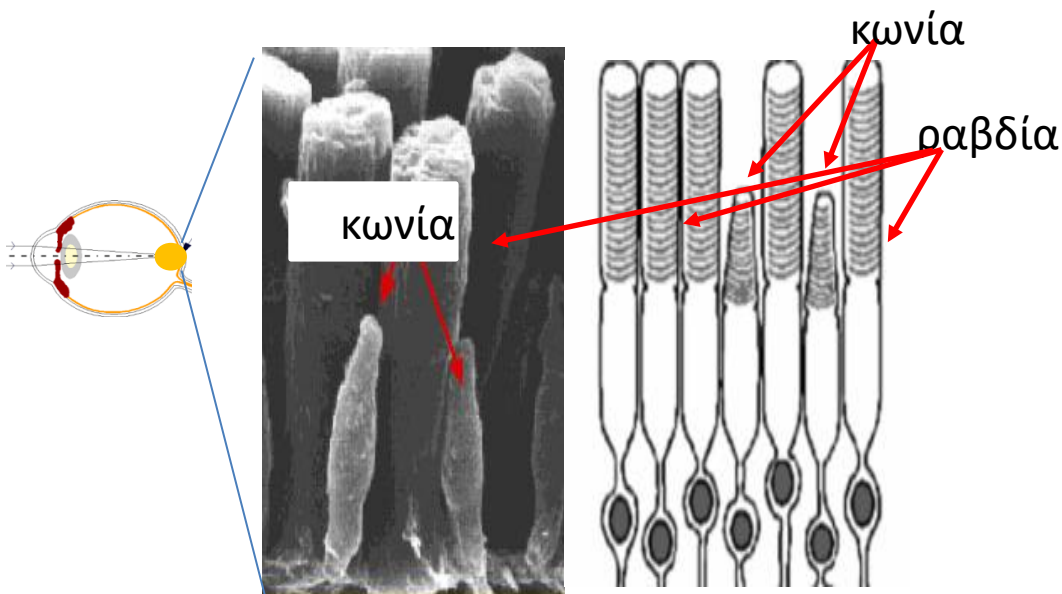
- Το ηλιακό φως δεν περιλαμβάνει μόνο τα χρώματα του «ουράνιου τόξου» αλλά και άπειρα άλλα ενδιάμεσα χρώματα. Για λόγους απλοποίησης θεωρούμε ότι είναι αυτά μόνο. Ο Νεύτωνας όμως το 17^ο αιώνα που ανακάλυψε τη σύνθεση του ηλιακού φωτός, διαπίστωσε ότι στο φάσμα του λευκού (ηλιακού) φωτός δεν υπάρχουν όλα τα χρώματα που βλέπουμε, όπως για παράδειγμα το λευκό, το μωβ, το ροζ ή το καφέ χρώμα. Τα χρώματα αυτά που δεν υπάρχουν στο φάσμα τα λέμε μη φασματικά και δεν αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες συχνότητες.
- Ο λόγος που τα βλέπουμε έχει να κάνει με τη φυσιολογία μας, δηλαδή με τα μάτια μας και πιο σωστά με όλο το οπτικό μας σύστημα. Γι αυτό όμως θα μιλήσουμε παρακάτω!

Ο ρόλος των ματιών και του οπτικού μας συστήματος στο φαινόμενο «χρώμα»

Και τώρα θα προσπαθήσουμε να απαντήσουμε σε κάποια ερωτήματα που είναι πολύ βασικά για την κατανόηση του φαινομένου – χρώμα! Γιατί είναι βασικά χρώματα το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε (πάντα μιλάμε για έγχρωμα φώτα και όχι για μπογιές) και όχι κάποια άλλα; Πως μπορούμε και βλέπουμε χρώματα που δεν είναι στο φάσμα, χρώματα που δεν υπάρχουν στο ουράνιο τόξο δηλαδή χρώματα που δεν υπάρχουν σαν καθαρή συχνότητα; Η απάντηση κρύβεται στα μάτια μας!

Κωνία και ραβδία

Στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού μας, υπάρχουν κύτταρα που δέχονται το φως που μπαίνει από την κόρη. Τα ραβδία που έχουν το σχήμα ραβδιού και τα κωνία που έχουν κωνικό σχήμα. Με τα ραβδία βλέπουμε σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού και βλέπουμε τα πράγματα ασπρόμαυρα. Με τα κωνία βλέπουμε σε συνθήκες έντονου φωτός και εξαιτίας τους αντιλαμβανόμαστε όλα τα χρώματα. Υπάρχουν τρία είδη κωνίων. Θα τα ονομάζουμε «κόκκινα», «πράσινα» και «μπλε» για λόγους ευκολίας. Τα κόκκινα είναι τα μόνα που ενεργοποιούνται όταν πέσει πάνω τους «κόκκινη» ακτινοβολία, τα πράσινα ενεργοποιούνται κυρίως στην «πράσινη» ακτινοβολία και τα μπλε ενεργοποιούνται κυρίως στην «μπλε». Μπορεί να μην έχουμε κωνία που ενεργοποιούνται ειδικά στην «κίτρινη» ή στην «ιώδη» ακτινοβολία, αλλά και τα τρία είδη κωνίων μπορούν να ενεργοποιηθούν (λιγότερο βέβαια) και από άλλες ακτινοβολίες (τα «κόκκινα», μπορούν να ενεργοποιηθούν επίσης όταν πέσει πάνω τους «κίτρινη» ή «πράσινη» ακτινοβολία, τα «πράσινα» μπορούν να ενεργοποιηθούν επίσης όταν πέσει πάνω τους «κίτρινη» ή «μπλε» και τα «μπλε», όταν πέσει πάνω τους επίσης «κυανή» ή «ιώδης» ακτινοβολία).



Την αίσθηση του κίτρινου την έχουμε όταν ενεργοποιηθούν στο μεγαλύτερο βαθμό τα πράσινα και τα κόκκινα κωνία ταυτόχρονα. Είτε επειδή φτάνει στα μάτια μας «κίτρινη» ακτινοβολία, είτε επειδή φτάνουν ταυτόχρονα «πράσινη» και «κόκκινη». Εμείς και στις δύο περιπτώσεις θα αντιληφθούμε κίτρινο και μάλιστα δεν έχουμε τρόπο να καταλάβουμε τι από τα δύο συμβαίνει. Την αίσθηση του λευκού την έχουμε όταν και τα τρία είδη κωνίων ενεργοποιηθούν στο μεγαλύτερο βαθμό. Την αίσθηση του γκρι την έχουμε όταν ενεργοποιούνται σε μέτριο βαθμό και τα τρία είδη κωνίων. Την αίσθηση του μαύρου την έχουμε όταν τα κωνία δεν δέχονται κανενός είδους ακτινοβολία, δηλαδή είναι παντελώς απενεργοποιημένα. Την αίσθηση του ματζέντα την έχουμε όταν ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα στο μεγαλύτερο βαθμό τα «κόκκινα» και τα «μπλε» κωνία, την αίσθηση του καφέ όταν ενεργοποιηθούν και τα τρία είδη κωνίων περισσότερο τα «κόκκινα» και ελάχιστα τα «πράσινα» και τα «μπλε» και πάει λέγοντας.

Συμπέρασμα: Χρώμα είναι ο τρόπος που ο εγκέφαλος καταλαβαίνει το βαθμό ενεργοποίησης των κωνίων!!!

Το χρώμα δεν υπάρχει στην εξωτερική πραγματικότητα!!! Όσο κι αν αυτό μοιάζει περίεργο και αδιανόητο! Η ενέργεια που μεταφέρουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δεν έχει χρώμα. Το χρώμα είναι η μετάφραση που κάνει το οπτικό σύστημα και ο νους μας όταν φτάνουν στα μάτια μας τα φωτεινά ερεθίσματα. Το χρώμα θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι μέσα στο μυαλό μας ή πιο σωστά είναι το πώς αντιλαμβανόμαστε τη σχέση μας με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. **Δεν θα βλέπαμε τον κόσμο χρωματιστό αν δεν υπήρχαν τα μάτια, τα κατάλληλα κύτταρα και ο εγκέφαλος για να μεταφράσουν τις ακτινοβολίες σε χρώμα!!!**

Η ενέργεια αυτή που μεταφέρεται με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία απλώς ενεργοποιεί τα κωνία όταν πέσει πάνω τους.

Πρόσθεση δεν σημαίνει ότι αναμιγνύονται μεταξύ τους τα φωτόνια (οι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες με άλλα λόγια) που φτάνουν στα μάτια μας, γιατί αυτό είναι αδύνατον να συμβεί. Πρόσθεση σημαίνει ταυτόχρονη ενεργοποίηση των δύο ή και των τριών ειδών κωνίων.

Να γιατί βλέπουμε και χρώματα που δεν υπάρχουν στο ουράνιο τόξο. Μπορούμε και βλέπουμε χρώματα που δεν είναι καθαρές συχνότητες, όπως είναι το λευκό, το καφέ, το ροζ και τόσα άλλα, όταν ενεργοποιούνται ταυτόχρονα τα δύο ή και τα τρία είδη κωνίων, στον ίδιο ή σε διαφορετικό βαθμό.

Γενικά με την ενεργοποίηση σε διάφορους βαθμούς του ενός ή των δύο ή και των τριών ειδών κωνίων μπορούμε να αντιληφθούμε περίπου δέκα εκατομμύρια χρώματα.

Τελικά όταν λέμε ότι ένα αντικείμενο είναι κόκκινο, εννοούμε ότι **το βλέπουμε κόκκινο, το ίδιο απλώς μας στέλνει φως.**

Κατάλαβες γιατί την αίσθηση του λευκού μπορώ να την έχω είτε με την πρόσθεση των τριών έγχρωμων φώτων, κόκκινου, πράσινου και μπλε είτε και με των επτά «χρωμάτων» του ουράνιου τόξου; Γράψε τη σκέψη σου!

Τσέκαρε την απάντησή σου:

Γιατί και στις δύο περιπτώσεις μπορούν να ενεργοποιηθούν και τα τρία είδη κωνίων στο μέγιστο βαθμό και ο εγκέφαλος θα αντιληφθεί λευκό!!!

Ελπίζω επίσης να κατάλαβες γιατί το κόκκινο το πράσινο και το μπλε θεωρούνται βασικά χρώματα!

Γιατί τα τρία είδη κωνίων που διαθέτουν τα μάτια μας είναι πιο ευαίσθητα και ενεργοποιούνται έντονα στις ακτινοβολίες αυτές που το οπτικό μας σύστημα τις μεταφράζει σε κόκκινο, πράσινο και μπλε χρώμα.

Το RGB, το σύστημα δηλαδή των τριών βασικών χρωμάτων είναι το πιο αποτελεσματικό, γιατί ταιριάζει με την κατασκευή των ματιών μας, με τη φυσιολογία μας δηλαδή!

Φύλλο εργασίας

Το χρώμα των σωμάτων

Ήρθε η ώρα όμως να δούμε που οφείλεται το χρώμα των ετερόφωτων σωμάτων*. Είδαμε παραπάνω ότι όταν φτάνουν έγχρωμα φώτα στα μάτια μας μπορούμε να αντιληφθούμε εκατομμύρια χρώματα από τους συνδυασμούς τους.

Πως όμως γίνεται και βλέπουμε χρωματιστά τα ετερόφωτα αντικείμενα;

Μήπως με κάποιο τρόπο μας στέλνουν έγχρωμο φως (ή φώτα); Ποιά είναι η γνώμη σου; _____

- Πλησίασε στο πρόσωπο του διπλανού σου ένα λευκό χαρτί . Άλλαξε κάτι στο πρόσωπό του; Γράψε αυτό που βλέπεις. _____
- Πλησίασε ένα κόκκινο χαρτί. Τι παρατηρείς στο πρόσωπο του διπλανού σου; _____
- Τι χρώμα βλέπεις αν πλησιάσεις ένα κίτρινο; _____
- Ένα πορτοκαλί; _____
- Ένα μαύρο _____
- Οποιοδήποτε άλλο χρώμα _____
- Θυμήσου ότι το λευκό φως που φωτίζει αυτά τα χαρτιά «περιέχει» όλα τα «χρώματα» του ουράνιου τόξου!

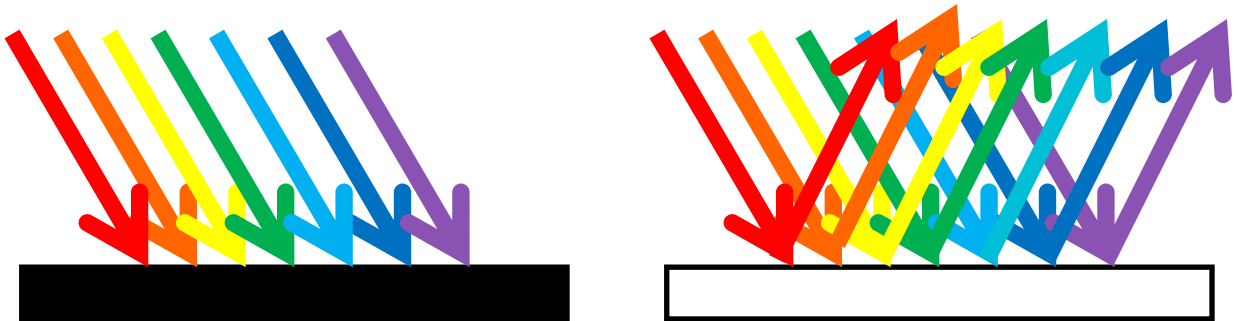
Τι συμπέρασμα βγάζεις; Για ποιο λόγο βλέπουμε χρωματιστά τα αντικείμενα;

Τα διάφορα αντικείμενα είτε περιέχουν διάφορες χρωστικές ουσίες όπως στις λέμε ή είναι βαμμένα με αυτές(μπογιές). Αυτές απορροφούν ένα μέρος του φωτός και αφήνουν το υπόλοιπο να ανακλαστεί αν το σώμα είναι αδιαφανές ή να περάσει από μέσα του αν είναι διαφανές, όπως είδαμε και προηγουμένως! Αυτές λοιπόν καθορίζουν και το χρώμα των ετερόφωτων αντικειμένων!

Χρώματα και αφαιρετικό σύστημα

Πρέπει να σου πω ότι «χρώμα» των αντικειμένων θεωρείται αυτό που έχουν όταν φωτίζονται με το φως του Ήλιου.

Ένα σώμα που φωτίζεται με το φως του ήλιου φαίνεται μαύρο όταν απορροφά όλες τις ακτινοβολίες. Ένα σώμα φαίνεται λευκό όταν ανακλά όλες τις ακτινοβολίες και θα φαίνεται κόκκινο αν ανακλά μόνο την κόκκινη ακτινοβολία.



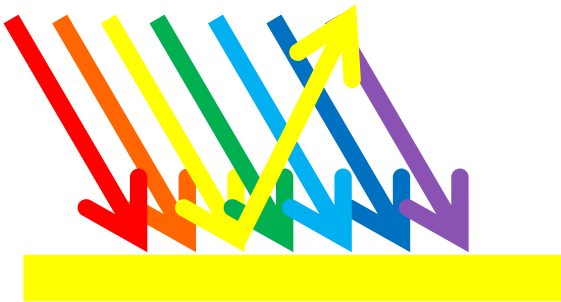
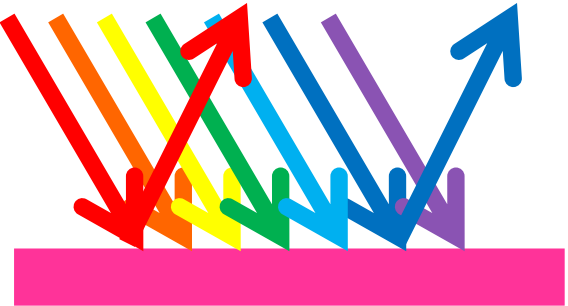
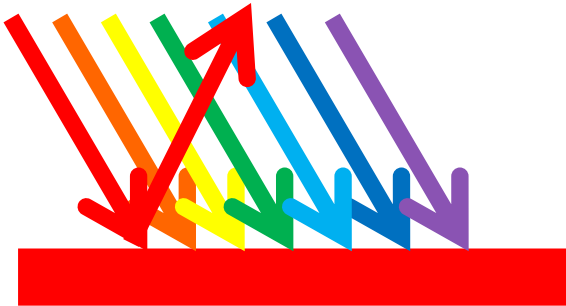
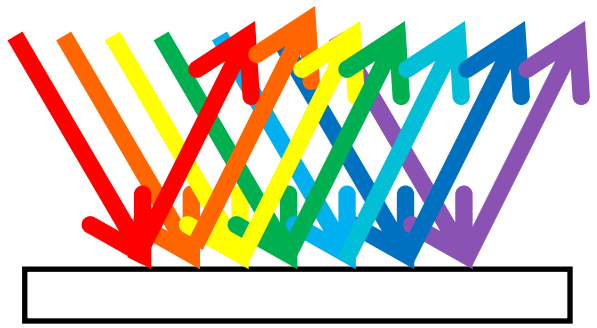
Όταν φωτίζεται για παράδειγμα με το φως του Ήλιου ένα αδιαφανές σώμα, λόγω των χρωστικών που περιέχει ή λόγω της βαφής με την οποία είναι βαμμένο (που περιέχει επίσης χρωστικές) απορροφά (**αφαιρεί**) από το φως ένα μέρος του και ένα άλλο μέρος το ανακλά. Εμείς μπορούμε να δούμε αυτό που ανακλά. Αν οι ακτινοβολίες που ανακλώνται φτάσουν στα μάτια μας, προστίθενται εκεί και μας προκαλούν την αίσθηση κάποιου χρώματος.

Τα φυτά φαίνονται πράσινα λόγω της χρωστικής που λέγεται χλωροφύλλη, που απορροφά όλες τις άλλες και ανακλά μόνο την πράσινη.

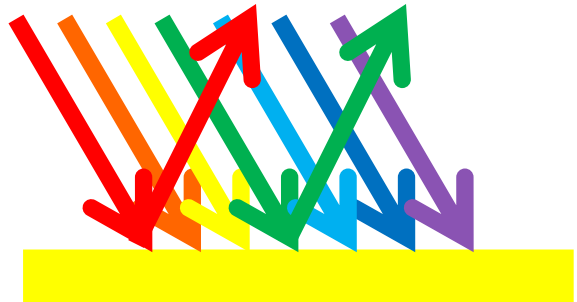
Το ίδιο συμβαίνει με όλα τα αντικείμενα. Το χρώμα που τελικά βλέπουμε είναι το αποτέλεσμα της πρόσθεσης στα μάτια μας των ακτινοβολιών («χρωματιστών φώτων») που δεν απορροφήθηκαν, δηλαδή αυτών που ανακλάστηκαν, όπως θα διαπίστωσες στο προηγούμενο φύλλο εργασίας.

Ένα αντικείμενο φαίνεται λευκό όταν ανακλά όλο το φως που πέφτει πάνω του.

Ένα αντικείμενο φαίνεται μαύρο όταν απορροφά όλες τις ακτινοβολίες του φωτός και δεν ανακλά καμία (στην πραγματικότητα πάντα ανακλά ένα πάρα πολύ μικρό μέρος από το φως που πέφτει πάνω του). Στην επόμενη διαφάνεια μπορείτε να δείτε ενδεικτικά τα χρώματα διαφόρων «αντικειμένων»



ή



ή



Για να δούμε τα παραπάνω μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε χρωματιστά κάνσον και μοντέλο από «χάρτινες» φωτεινές ακτίνες.



Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει με τις μπογιές(χρωστικές)! Κάθε χρωστική ουσία όπως είπαμε και προηγουμένως, ανακλά κάποια ή κάποιες από τις ακτινοβολίες που πέφτουν πάνω της και απορροφά τις υπόλοιπες. Αφαιρείται δηλαδή από το φως που πέφτει πάνω τους ένα μέρος του και το υπόλοιπο φτάνει στα μάτια μας, «προστίθεται» σε αυτά μας δίνει την αίσθηση ενός χρώματος.

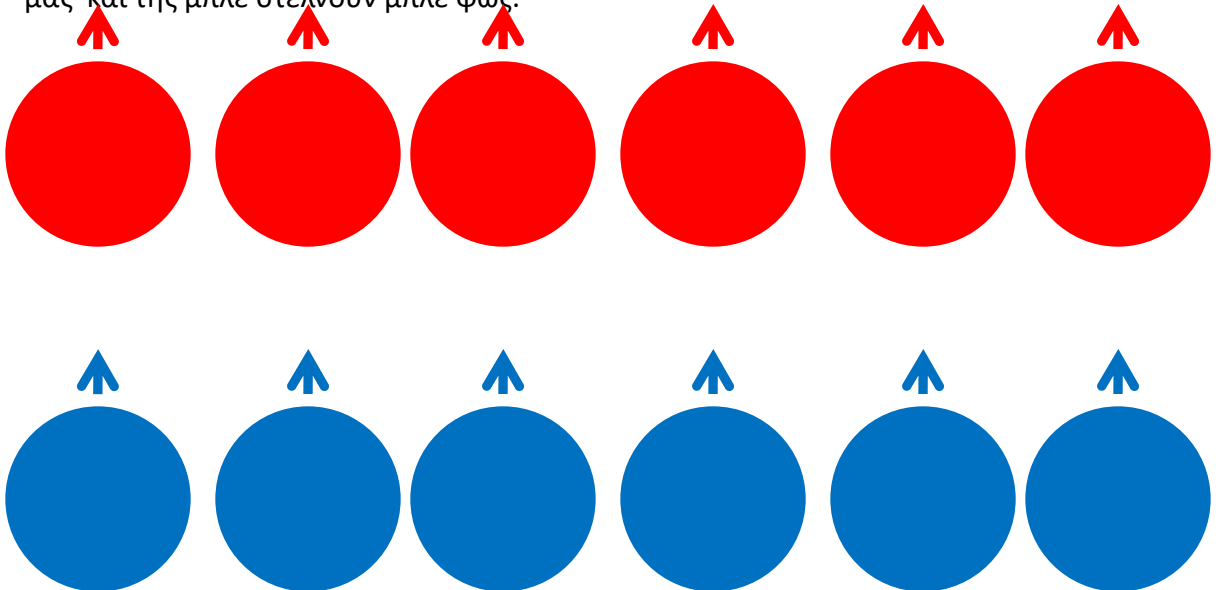
Γι αυτό η διαδικασία αυτή λέγεται αφαιρετική. Επειδή το φως που φτάνει στα μάτια μας προέρχεται από την αφαίρεση (απορρόφηση) ενός μέρους του φωτός που πέφτει πάνω στα σώματα.

Με την αφαιρετική διαδικασία δημιουργούνται τα χρώματα στη ζωγραφική και στην τυπογραφία.

Η δημιουργία χρωμάτων με τις μπογιές είναι μια εντελώς διαφορετική διαδικασία από αυτήν με την οποία δημιουργούμε χρώματα με το φως. Γι αυτό μπορεί να ξαφνιαστήκες όταν είδες ότι το κόκκινο και πράσινο φως δίνουν κίτρινο φως και όχι καφέ πράγμα που θα συνέβαινε αν ανακάτευες μπογιές.

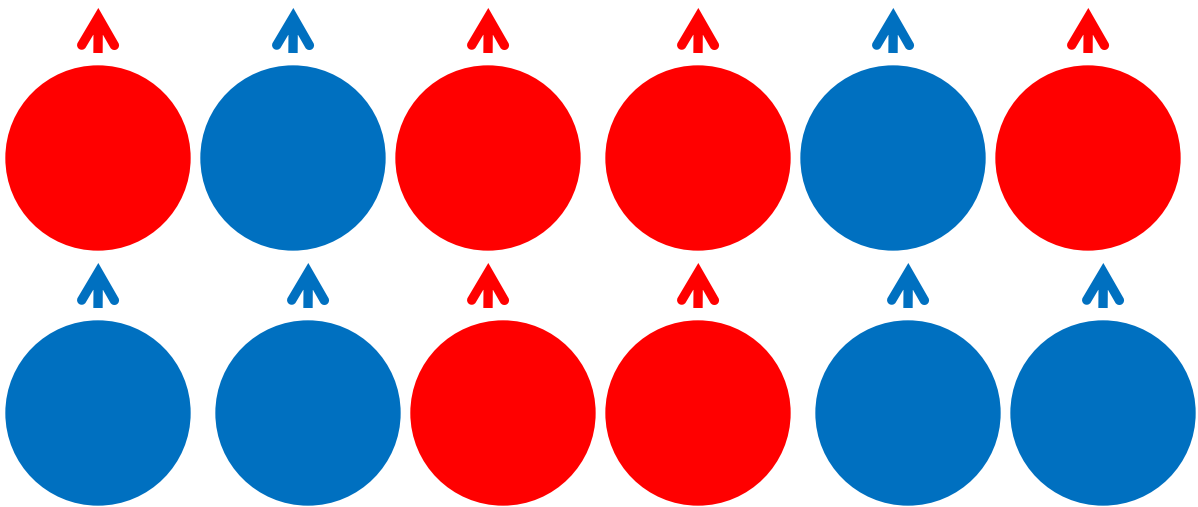
Γεγονός είναι ότι κάθε φορά που ανακατεύουμε ένα επιπλέον χρώμα στο αρχικό μας, αυτό αφαιρεί επιπλέον κάποια ακτινοβολία. Γι αυτό και το αποτέλεσμα είναι ένα πιο σκούρο χρώμα γιατί φτάνει λιγότερο φως στα μάτια μας! Θυμήσου το πρώτο και το δεύτερο φύλλο εργασίας! Όσο λιγότερο φως φτάνει στα μάτια μας, τόσο πιο σκούρο χρώμα αντιλαμβανόμαστε!

Ας δούμε ένα παράδειγμα . Οι κόκκινοι κύκλοι παριστάνουν μόρια κόκκινης μπογιάς και οι μπλε μόρια μπλε μπογιάς. Τα μόρια της κόκκινης μπογιάς στέλνουν κόκκινο φως στα μάτια μας και της μπλε στέλνουν μπλε φως.

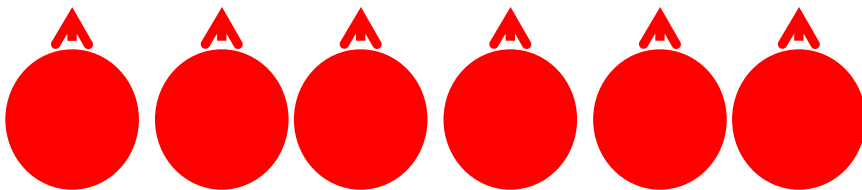


Όταν όμως ανακατέψω τις δυο μπογιές τότε κάποια μόρια της κόκκινης θα βρεθούν πάνω από τα μόρια της μπλε και θα απορροφήσουν το μπλε φως που αυτά ανακλούν. Αντίστοιχα όποια μόρια της μπλε μπογιιάς βρεθούν πάνω από μόρια της κόκκινης μπογιιάς θα απορροφήσουν το κόκκινο φως που αυτά ανακλούν. Και έτσι θα φτάσει στα μάτια μας μόνο το φως των μορίων που δεν καλύπτονται.

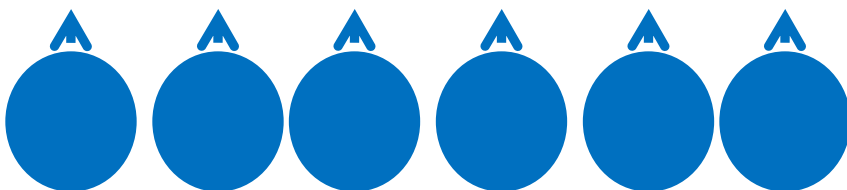
Για παράδειγμα:



Βλέπουμε ότι στα μάτια μας θα φτάσει λιγότερο κόκκινο φως και λιγότερο μπλε. Άρα θα ενεργοποιηθούν και τα «κόκκινα» και τα «μπλε» κωνία αλλά σε μικρότερο βαθμό απ' ότι αν έστελναν το φως τους σε αυτά μόνο κόκκινα,



ή μόνο μπλε.



Ζωγραφική και τυπογραφία

Όταν αγοράζετε χρώματα για να ζωγραφίσετε συνήθως αγοράζετε ένα κουτί που έχει πολλά χρώματα σε σωληνάκια και με αυτά κάνετε τις ζωγραφίες σας.

Αν όμως σας έλεγαν να διαλέξετε τρία μόνο χρώματα από τα οποία θα φτιάχνατε πάρα πολλούς συνδυασμούς (εκτός από το άσπρο που θα το αγοράζατε έτοιμο γιατί δεν μπορεί να φτιαχτεί από κανένα άλλο), θα έπρεπε να διαλέξετε το **κόκκινο** το **κίτρινο** και το **μπλε**. Μόλις τώρα μίλησα για τα βασικά χρώματα στη ζωγραφική. Το λεγόμενο σύστημα RYB από τα αρχικά **red, yellow, blue**.

Δεν είναι το πιο αποτελεσματικό σύστημα το RYB.

Το πιο αποτελεσματικό σύστημα στη ζωγραφική θα ήταν αυτό που θα είχε ως βασικά το κυανό(θαλασσί), το κίτρινο και το ματζέντα γιατί αυτά τα χρώματα ταιριάζουν με τη φυσιολογία μας. Θυμηθείτε ότι αυτά είναι τα δευτερεύοντα χρώματα του προσθετικού συστήματος.

Όμως για διάφορους λόγους ιστορικούς και πρακτικούς έχει παραμείνει το RYB. Όταν προτεινόταν από τις διάφορες σχολές αυτό το σύστημα χρωμάτων, δεν γνώριζαν τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου ματιού. Η γνώση αυτή ήρθε αργότερα. Επίσης (παρόλο που σήμερα γνωρίζουμε) οι πιο κατάλληλες χρωστικές είτε είναι πολύ ακριβές είτε δεν είναι αρκετά σταθερές και ανθεκτικές στο χρόνο. Και επειδή είναι αδύνατον να δημιουργήσουμε κάποια χρώματα από τα τρία βασικά που είπαμε παραπάνω η βιομηχανία των χρωμάτων τα δημιουργεί και μπορούμε να τα αγοράσουμε έτοιμα.

Στην τυπογραφία όμως χρησιμοποιούμε το πιο σωστό σύστημα χρωμάτων το **SMY(K) με βασικά χρώματα τα κυανό(θαλασσί), κίτρινο και ματζέντα στα αγγλικά Cyan, Matzenta, Yellow**. Οι χρωστικές που χρησιμοποιούνται εδώ είναι μελάνια.

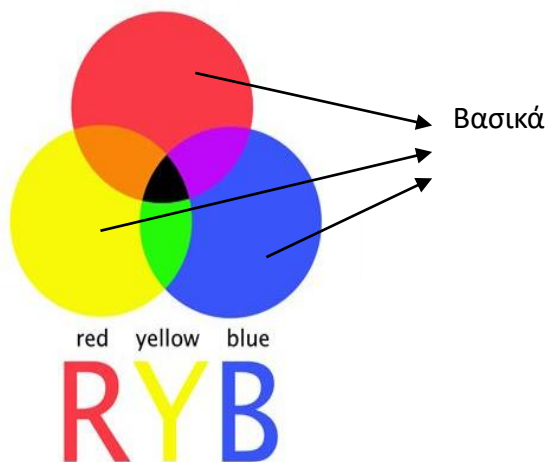
Τα πιο αποτελεσματικά συστήματα χρωμάτων είναι το κόκκινο-πράσινο-μπλε όταν έχουμε να κάνουμε με φώτα (προσθετικό σύστημα χρωμάτων) και το κυανό-ματζέντα-κίτρινο όταν έχουμε να κάνουμε με χρωστικές ουσίες (αφαιρετικό σύστημα χρωμάτων) γιατί αυτά ταιριάζουν με τον τρόπο που λειτουργούν τα μάτια μας.

Δημιουργία χρωμάτων στη ζωγραφική σύστημα RYB

Βασικά χρώματα είναι το **κόκκινο (red)**, το **κίτρινο (yellow)** και το **μπλε (blue)**

Από αυτά με ανάμειξη μπορούμε να δημιουργήσουμε πολλά χρώματα που τα λέμε παράγωγα.

Ειδικότερα αν αναμείξουμε τα τρία βασικά ανά δύο μπορούμε να φτιάξουμε τα λεγόμενα **δευτερεύοντα χρώματα**. Αυτά είναι το μωβ, το πορτοκαλί και το πράσινο.

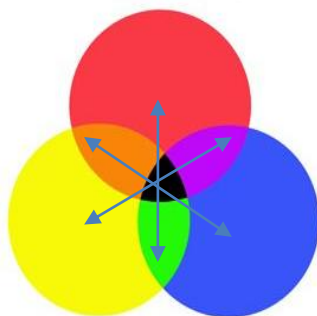


Κάθε δευτερεύον με το απέναντί του κύριο χρώμα στον χρωματικό κύκλο λέγονται **συμπληρωματικά** και αν τα αναμείξουμε θα μας δώσουν μαύρο(ή πολύ σκούρο καφέ)

ΚΟΚΚΙΝΟ και **ΜΠΛΕ** = **ΜΩΒ**, **ΜΠΛΕ** και **ΚΙΤΡΙΝΟ** = **ΠΡΑΣΙΝΟ**, **ΚΟΚΚΙΝΟ** και **ΚΙΤΡΙΝΟ** = **ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ**

Τα ζευγάρια των συμπληρωματικών χρωμάτων είναι τα:

- **Κόκκινο** και **πράσινο**,
- **Κίτρινο** και **μωβ**
- **Πορτοκαλί** και **μπλε**



Δημιουργία χρωμάτων στην τυπογραφία σύστημα SMYK

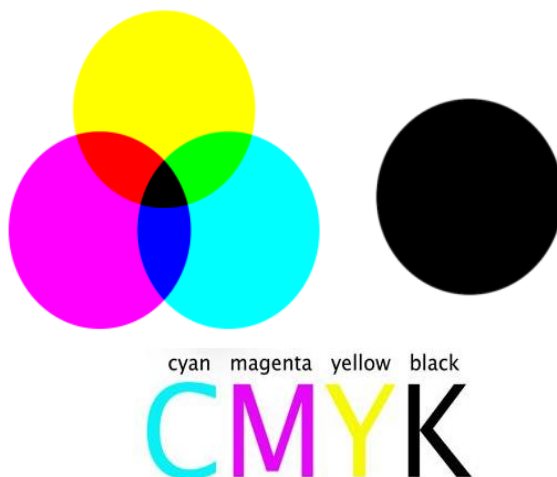
Στην τυπογραφία χρησιμοποιούνται μελάνια που βάφουν το λευκό χαρτί (ψεκάζονται πάνω στο λευκό χαρτί).

Ένα κόκκινο τετράγωνο τυπωμένο σε μια κόλλα A4 δεν δημιουργείται ψεκάζοντας κόκκινο μελάνι στο χαρτί. Ψεκάζονται κίτρινο και ματζέντα.

Τα τρία βασικά χρώματα στην τυπογραφία είναι: το **κίτρινο**, το **κυανό** και το **πορφυρό (ματζέντα)** γιατί από αυτά τα τρία δημιουργούνται (σχεδόν**) όλα τα άλλα χρώματα. Έτσι **κίτρινο και ματζέντα** στην ίδια ποσότητα δίνουν **κόκκινο**, **ματζέντα και κυανό** δίνουν **μπλε**, **κίτρινο και κυανό** δίνουν **πράσινο**.

Και τα τρία μαζί δίνουν καφέ αντί για μαύρο. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται και το μαύρο μελάνι και έτσι **το χρωματικό μοντέλο στην τυπογραφία λέγεται CMYK** (Cyan – Magenta – Yellow – Black).

- **Δευτερεύοντα χρώματα** είναι εδώ τα **πράσινο**, **κόκκινο** και **μπλε** και δημιουργούνται από την ανάμειξη των βασικών χρωμάτων ανά δύο .
- **Συμπληρωματικά χρώματα στο αφαιρετικό σύστημα CMYK** είναι αυτά που όταν αναμειχθούν σκούρο καφέ. Τα ζευγάρια των συμπληρωματικών χρωμάτων είναι **κόκκινο και κυανό**, **ματζέντα και πράσινο**, **κίτρινο και μπλε**.
- **Η ανάμειξη δύο χρωστικών (χρωμάτων)** δίνει πάντα ένα πιο σκούρο χρώμα.
- Το λευκό στην τυπογραφία εμφανίζεται όταν δεν πέσει καμία χρωστική στο χαρτί.
- Οι εκτυπωτές στο σπίτι μας λειτουργούν με αυτό το σύστημα.



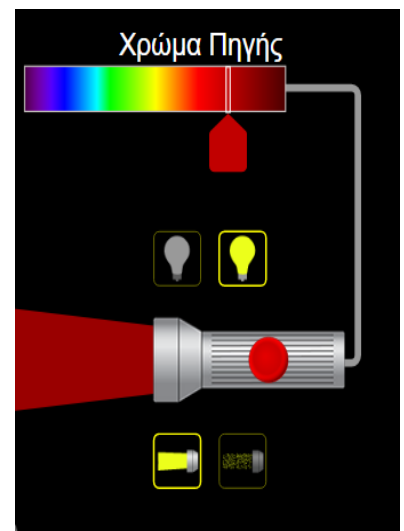
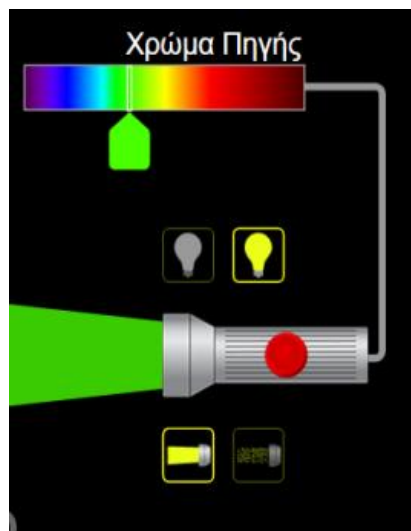
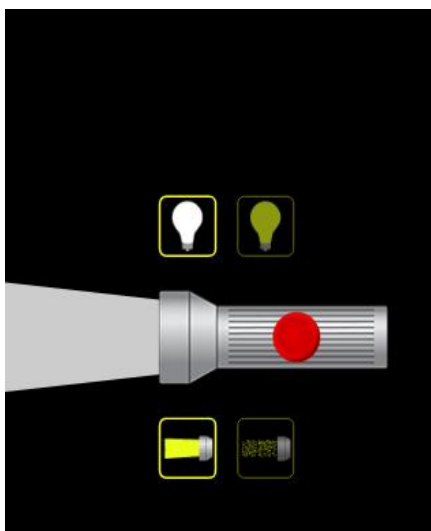
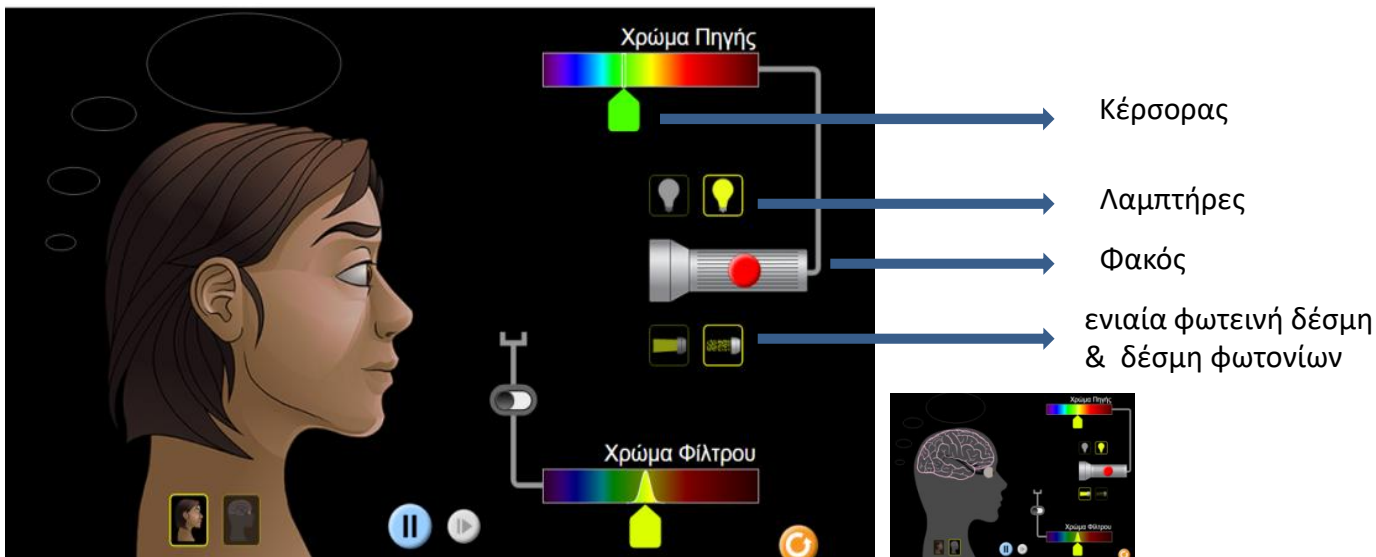
Χρώμα και διαφανή σώματα

Ας δούμε τι συμβαίνει τώρα με τα διαφανή σώματα.

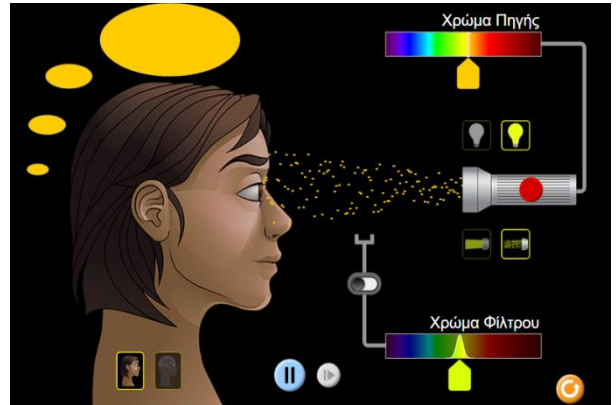
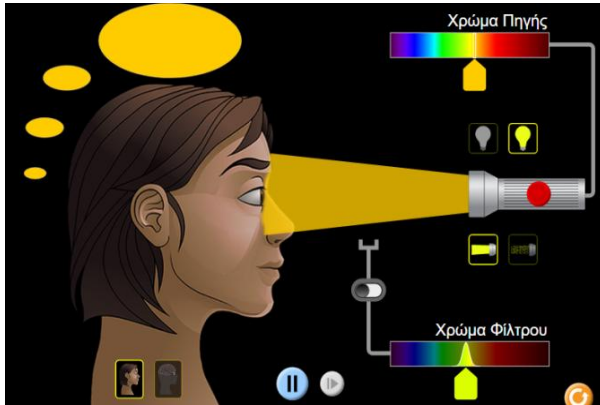
Πήγαινε ξανά στο phet colorado https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_el.htm και επίλεξε την καρτέλα « Μονοχρωματική πηγή».

Δεξιά υπάρχει ένας φακός (πηγή) και ακριβώς πάνω από το φακό τα εικονίδια δύο λαμπτήρων. Ο ένας λαμπτήρας είναι λευκός και ο άλλος είναι κίτρινος. Αν επιλέξεις το λευκό ο φακός θα δίνει λευκό φως.

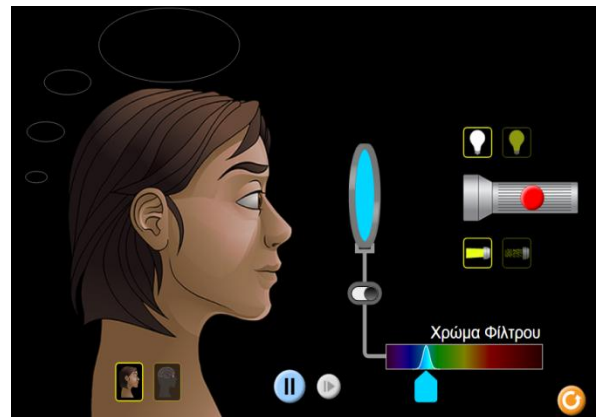
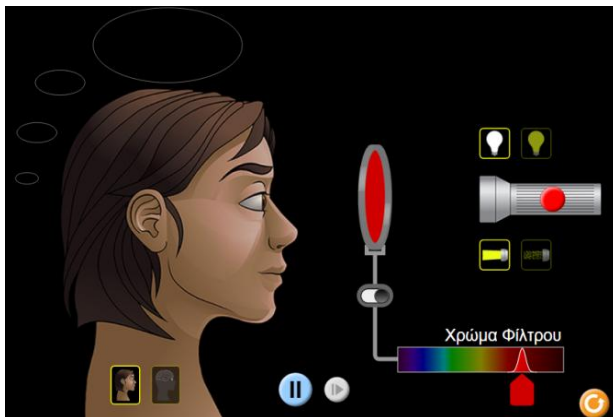
Αν επιλέξεις τον κίτρινο λαμπτήρα ο φακός θα δίνει έγχρωμο φως. Στην περίπτωση αυτή μετακινώντας τον επιλογέα μπορείς να επιλέξεις το χρώμα που επιθυμείς από την χρωματική παλέτα που εμφανίζεται.



Κάτω από το φακό υπάρχουν δύο εικονίδια. Αν επιλεγεί το πρώτο εμφανίζεται μια φωτεινή δέσμη, αν επιλεγεί το δεύτερο εμφανίζεται ροή φωτονίων (κάθε «φωτόνιο» εδώ αντιπροσωπεύει πολλά φωτόνια).



Κάτω δεξιά υπάρχει η δυνατότητα επιλογής διαφόρων έγχρωμων φίλτρων με τη βοήθεια ενός επιλογέα.



Φύλλο εργασίας

Φίλτρα - Διαφανή σώματα

Με τη βοήθεια της καρτέλας «Μονοχρωματική Πηγή», συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα.

Χρώμα φωτός	Χρώμα φίλτρου	Χρώμα που περιμένουμε να παρατηρήσουμε	Χρώματα που παρατηρούμε	
Λευκό	κόκκινο			
Λευκό	πράσινο			
Λευκό	μπλε			
Λευκό	κίτρινο			
Λευκό	πορτοκαλί			
Τι χρώμα αφήνει να περάσει το κάθε φίλτρο; _____				

Τι πιστεύεις ότι συμβαίνει με τα άλλα «χρώματα», τις άλλες ακτινοβολίες δηλαδή; Που πήγαν;

Αν υπέθεσες ότι απορροφήθηκαν σωστά υπέθεσες! Όταν το φως πέφτει πάνω στα διαφανή ή ημιδιαφανή αντικείμενα ένα μέρος του απορροφάται – η φωτεινή ενέργεια γίνεται θερμική και ανεβάζει τη θερμοκρασία του σώματος – και το υπόλοιπο περνάει μέσα από αυτά.

Συμπλήρωσε τώρα στην τελευταία στήλη του παραπάνω πίνακα τα χρώματα που απορροφήθηκαν.

Επίλεξε την κίτρινη λάμπα. Βάλε φίλτρο πατώντας το κουμπί του φίλτρου και με τον επιλογή διάλεξε χρώμα φίλτρου το μπλε και συμπλήρωσε τον πίνακα.

Χρώμα φίλτρου	Χρώμα φωτός	Χρώμα που παρατηρούμε	Χρώματα που απορροφήθηκαν
			
			
			
			
			
			
			

Συμπέρασμα: το μπλε φίλτρο επιτρέπει να περάσει _____
 Και απορροφά _____
 Τι συμβαίνει όταν το φίλτρο και το χρώμα του φωτός έχουν παρόμοια χρώματα; Είναι το φως φιλτραρισμένο εντελώς, ή περνάει ένα μέρος από το φως; _____

Χρώμα φίλτρου	Χρώμα φωτός	Χρώμα που παρατηρούμε	Χρώματα που απορροφήθηκαν
			
			
			
			
			
			
			

Συμπέρασμα: το κόκκινο φίλτρο επιτρέπει να περάσει _____
 Και απορροφά _____
 Τα φίλτρα λειτουργούν με βάση το _____ σύστημα γιατί αφαιρούν (απορροφούν) από το φως ένα μέρος του και το άλλο το αφήνουν να περάσει από μέσα τους.

Αν ένα σώμα είναι διαφανές όπως το νερό το γυαλί, τα διάφορα φίλτρα, μπορεί να επιτρέψει να περάσουν κάποιες ακτινοβολίες και να έρθουν στα μάτια μας. Ένα κομμάτι πράσινο γυαλί φαίνεται πράσινο γιατί απορροφά όλες τις άλλες ακτινοβολίες και επιτρέπει να περάσει από μέσα του μόνο η πράσινη. Αυτό συμβαίνει επειδή υπάρχει μέσα του κάποια χρωστική ουσία που απορροφά όλες τις υπόλοιπες ακτινοβολίες και αφήνει να περάσει μόνο η «πράσινη». Τα τζάμια είναι άχρωμα γιατί αφήνουν να περάσει όλο το φως από μέσα τους.

Φύλλο εργασίας

Το χρώμα των σωμάτων κάτω από έγχρωμο φως

- Είδαμε προηγουμένως ότι το χρώμα των αντικειμένων το βλέπουμε όσο υπάρχει φως και εξαφανίζεται όταν δεν υπάρχει!
- Βλέπουμε ακριβώς την ίδια απόχρωση αν δούμε ένα αντικείμενο στο φως του Ήλιου και σε τεχνητό φως ή αλλάζει κάπως; Τι έχεις παρατηρήσει; _____
- Αν φωτίσω με ένα έγχρωμο φως αντικείμενα, αυτά θα έχουν τα ίδια χρώματα με αυτά που έχουν όταν είναι φωτισμένα με το φως του Ήλιου; Τι υποθέτεις; _____
- Δες το και στην πράξη! Σκοτείνισε την αίθουσα (το αποτέλεσμα να είναι πραγματικό αν δεν μπαίνει καθόλου φως).

Αντικείμενο που φαίνεται σε λευκό φως	Αν το φωτίσω με κόκκινο φως, χρώμα που υποθέτω ότι θα φανεί	Χρώμα που φαίνεται πραγματικά	Αν το φωτίσω με πράσινο φως χρώμα που υποθέτω ότι θα φανεί	Χρώμα που φαίνεται πραγματικά
Κόκκινο				
Μπλε				

Γράψε το συμπέρασμα σου και το λόγο που νομίζεις ότι συμβαίνει αυτό:

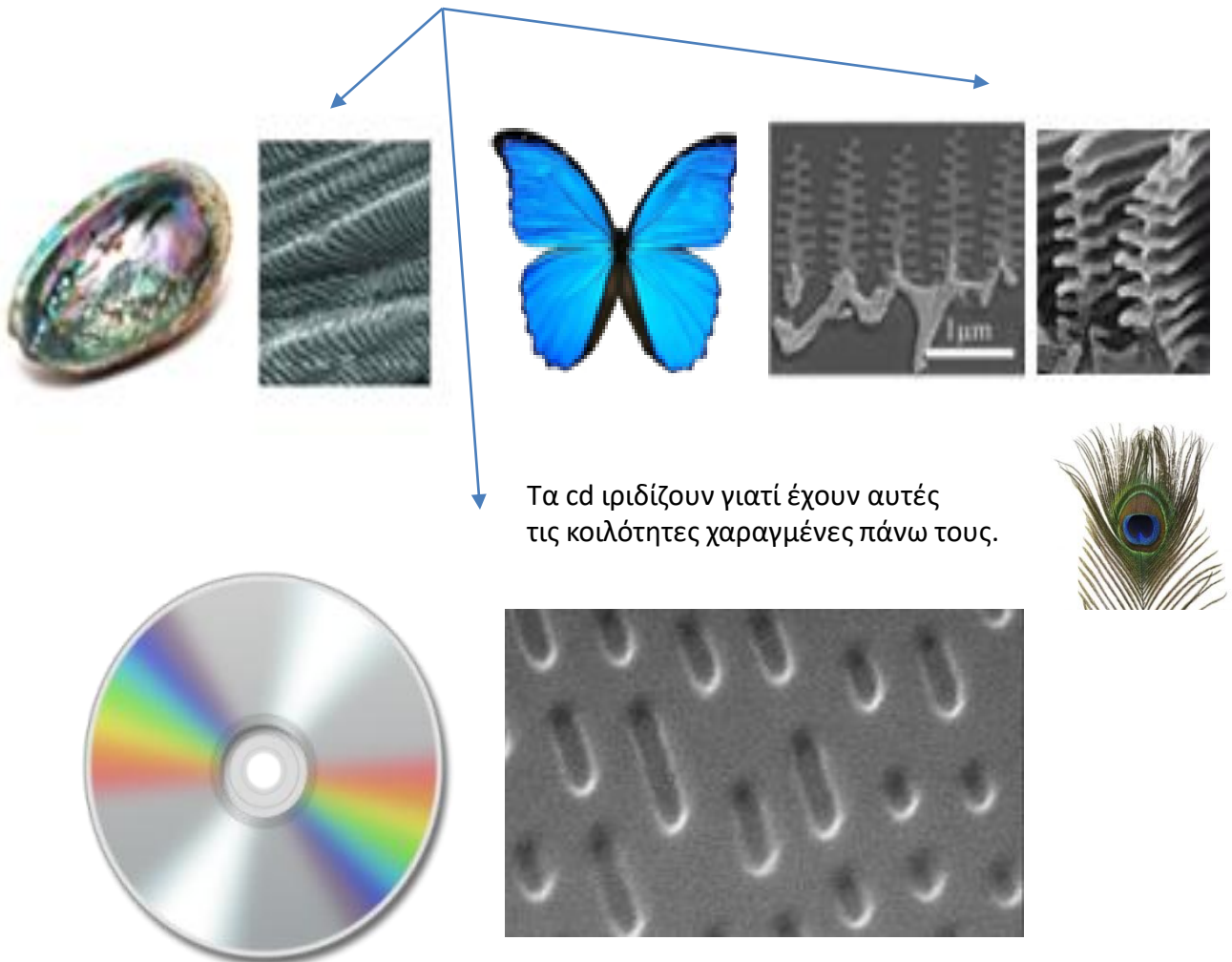
Τσέκαρε την απάντησή σου: τα αντικείμενα μπορούν να ανακλάσουν μόνο ακτινοβολίες που υπάρχουν στο φως που τα φωτίζει. Αν το φως που τα φωτίζει δεν περιέχει κάποιες ακτινοβολίες καταλαβαίνεις ότι αυτές δεν μπορούν και να ανακλαστούν! Ένα μπλε αντικείμενο φαίνεται μπλε γιατί απορροφά όλες τις άλλες ακτινοβολίες (άρα και την «κόκκινη») και ανακλά την μπλε. Έτσι αν φωτίσουμε με κόκκινο φως ένα μπλε αντικείμενο αυτό θα φανεί μαύρο, γιατί θα απορροφήσει την «κόκκινη» ακτινοβολία και δεν θα ανακλάσει καμία. Αν φανεί ότι έχει κάποιο χρώμα αυτό σημαίνει ότι το μπλε του αντικειμένου δεν ήταν καθαρό μπλε αλλά ότι περιείχε και άλλες ακτινοβολίες. Άλλωστε «τα χρώματα που βλέπουμε» στα αντικείμενα προέρχονται συνήθως από ανάμιξη διάφορων ακτινοβολιών και σπάνια οφείλονται σε μία μόνο ακτινοβολία.

Δομικό χρώμα

Μερικές φορές το χρώμα των αντικειμένων και γενικά των πραγμάτων γύρω μας δεν είναι χημικό χρώμα, δεν οφείλεται δηλαδή στις χρωστικές που περιέχουν ή στις χρωστικές της βαφής με την οποία είναι βαμμένα αλλά οφείλεται στην αλληλεπίδραση του φωτός με πολύ πολύ μικρές δομές που υπάρχουν σε αυτά τα σώματα. Το χρώμα τότε λέγεται δομικό χρώμα γιατί οφείλεται στη δομή, δηλαδή στην κατασκευή του αντικειμένου. Τα χρώματα αυτά είναι λαμπερά, ιριδίζονται και μπορούμε να τα δούμε στη φύση σε φυτά, ζώα και σε κρυστάλλους.

Συχνά το χρώμα ενός σώματος μπορεί να οφείλεται και στις χρωστικές αλλά και στη δομή του.

Το χρώμα των φτερών του παγωνιού είναι δομικό χρώμα, όπως και το χρώμα του κοχυλιού και των φτερών της πεταλούδας που βλέπουμε παρακάτω. Το φως πέφτει πάνω σε αυτές τις μικροσκοπικές δομές των σωμάτων αυτών και μέσα από σχετικά πολύπλοκες διαδικασίες προκαλεί εντυπωσιακούς ιριδισμούς!





Μιμούμενοι τη φύση οι άνθρωποι έχουν φτιάξει υλικά με τέτοιες μικροσκοπικές δομές που όταν πέσει πάνω τους φως ιριδίζουν.



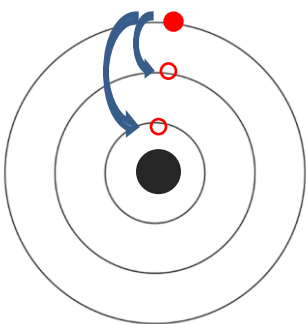
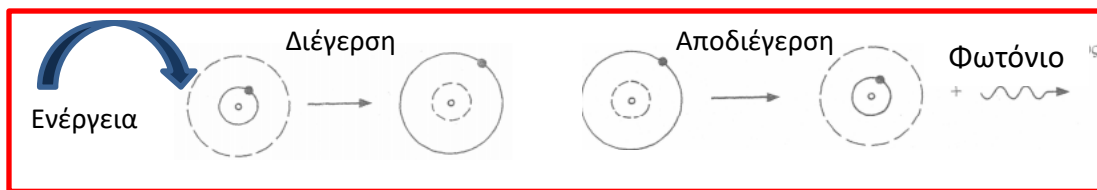
Πώς παράγεται το φως

Τα υλικά γίνονται φωτεινές πηγές και παράγουν (εκπέμπουν)φως όταν επιταχύνονται, όταν αλλάζουν θέση τα ηλεκτρόνια μέσα στα άτομα ή ακόμα και όταν μετακομίζουν σε γειτονικά άτομα.

Θα χρειαστεί να θυμηθείς τη δομή του ατόμου! Για λόγους ευκολίας θα θεωρούμε ότι κάθε άτομο μοιάζει με το ηλιακό μας σύστημα. Κάθε άτομο έχει πυρήνα στον οποίο βρίσκονται τα πρωτόνια και τα νετρόνια και γύρω από τον πυρήνα σε κυκλικές τροχιές γυρίζουν τα ηλεκτρόνια. Οι τροχιές (οι θέσεις) που μπορεί να βρεθεί το ηλεκτρόνιο λέγονται και ενεργειακές στάθμες και είναι συγκεκριμένες. Δηλαδή τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να βρεθούν οπουδήποτε, παρά μόνο σε αυτές τις θέσεις. Ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται ένα ηλεκτρόνιο κατέχει και ένα ορισμένο ποσό ενέργειας. Όσο πιο κοντά βρίσκεται στον πυρήνα τόσο λιγότερη ενέργεια κατέχει γιατί τόσο του επιτρέπει η θέση του! Αν βρεθεί σε πιο μακρινές θέσεις από τον πυρήνα κατέχει περισσότερη ενέργεια.

Και πώς μπορεί να βρεθεί σε πιο μακρινή θέση; Μπορεί να βρεθεί παίρνοντας ενέργεια!

Αν κάποιο άτομο πάρει ενέργεια είτε θερμότητα είτε φωτεινή ενέργεια είτε κινητική ενέργεια επειδή συγκρούστηκε με κάποιο σωματίδιο, τότε κάποιο ή κάποια ηλεκτρόνιά του την παίρνουν αυτή την ενέργεια και αναγκάζονται να αλλάξουν θέση μέσα στο άτομο. Τότε μετακινούνται πιο μακριά από τον πυρήνα σε μία θέση-ενεργειακή στάθμη στην οποία επιτρέπεται να έχουν αυτήν την παραπάνω ενέργεια. Αυτή η κατάσταση λέγεται διέγερση και επειδή δεν είναι φυσιολογική για το άτομο, μετά από λίγο το ηλεκτρόνιο ή τα ηλεκτρόνια που απομακρύνθηκαν από τη θέση τους επιστρέφουν στην αρχική και την παραπάνω ενέργεια την διώχνουν έξω από το άτομο σαν φως (φωτόνιο), ακτινοβολία δηλαδή.



Το τι συχνότητας ακτινοβολία («χρώμα») (τι είδους φωτόνιο δηλαδή) θα εκπέμψει εξαρτάται από την τελική θέση του ηλεκτρονίου, το πόσο μεγάλο άλμα δηλαδή θα κάνει το ηλεκτρόνιο! Και αυτό με τη σειρά του εξαρτάται από το πόσα ηλεκτρόνια έχει ένα άτομο, πόση ενέργεια θα πάρει κλπ.

Τα χρώματα που έχουν οι φλόγες οφείλονται στην παραπάνω διαδικασία. Στη διέγερση και την αποδιέγερση δηλαδή των ατόμων των στερεών και των αερίων που αποτελούν τη φλόγα!

Το ίδιο και το έγχρωμο φως που εκπέμπουν τα πυρακτωμένα υλικά, τα πυροτεχνήματα, οι λάμπες νέον, το σέλας και ο κεραυνός.

Γιατί βλέπουμε έγχρωμα;

Έχεις σκεφτεί άραγε για πιο λόγο βλέπουμε έγχρωμα; Σε τι λες να μας βοηθάει το χρώμα; Γράψε τις σκέψεις σου στις παρακάτω σειρές.

Θα συμπληρώσω κάποια πράγματα τα οποία ίσως έχεις γράψει παραπάνω! Το χρώμα μας βοηθάει στο να διακρίνουμε μεταξύ τους τα αντικείμενα. Είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας στη διάκριση των αντικειμένων. Βοηθούσε τους πρωτόγονους προγόνους μας αλλά και πολλά είδη ζώων, να διακρίνουν τους ώριμους καρπούς μέσα στην πράσινη βλάστηση αλλά και τα τρυφερά νέα φύλλα. Έτσι βοηθούσε στην επιβίωση!

Βοηθούσε ακόμη στη διάκριση του κόκκινου χρώματος στο δέρμα πράγμα που σήμαινε θυμό ή επιθυμία για ζευγάρωμα.

Έτσι όσοι ήταν σε θέση να διακρίνουν το χρώμα είχαν ένα πλεονέκτημα σε σχέση με αυτούς που δεν είχαν αυτό το χαρακτηριστικό. Επιβίωναν ευκολότερα, έδιναν απογόνους οι οποίοι κληρονομούσαν αυτό το χαρακτηριστικό από τους γονείς τους. Έτσι καταλήξαμε μέσα από τη διαδικασία της φυσικής επιλογής- έτσι λέγεται αυτή η διαδικασία-να βλέπουμε έγχρωμα!

Στην πορεία το χρώμα εκτός από τα παραπάνω άρχισε να αποκτάει ένα επιπλέον νόημα για μας επειδή συνδέθηκε με τα βιώματα που είχαμε μέσα στη φύση. Τα βαθιά μπλε της νύχτας συνδέθηκαν με την ηρεμία και την χαλάρωση γιατί αναγκαστικά τη νύχτα κάθε δραστηριότητα λάμβανε τέλος.

Τα κίτρινα χρώματα του μεσημεριού συνδέθηκαν με την δραστηριότητα και την ένταση επειδή ακριβώς εκείνη την ώρα οι πρωτόγονοι πρόγονοί μας ήταν σε πλήρη δράση!

Το γαλάζιο του ουρανού σχετίστηκε με έννοιες όπως η απεραντοσύνη, η ελευθερία, η ηρεμία, η χαρά και άλλες.

Τα χρώματα έχουν ένα νόημα για μας, είναι μια γλώσσα της ψυχής μας, έτσι τον φόβο τον αποδίδουμε με μαύρο, τη ζωή, την αγάπη και το πάθος με κόκκινο, την ηρεμία με μπλε και την δραστηριότητα με πορτοκαλιά και κίτρινα.

Το χρώμα σίγουρα ομορφαίνει τη ζωή μας και την κάνει πιο πλούσια και ενδιαφέρουσα!

Η εργασία αυτή έγινε στο πλαίσιο της συνεργασίας μου με το 1^ο και 2^ο ΕΚΦΕ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ