



Το διαδίκτυο ως ένα ερευνητικό πεδίο
διερεύνησης των δυνατοτήτων και των
ορίων των οπτικών αναπαραστάσεων
των επιστημονικών εννοιών:
Η περίπτωση του ηλεκτρομαγνητικού
φάσματος

Κ. Χαλκιά, Α. Τσαγκογέωργα
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Γιατί το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα;

- Οι μαθητές δεν έχουν **άμεσες εμπειρίες** και, επομένως δεν μπορούν εύκολα να κατασκευάσουν τη σχετική γνώση.
- Οι διάφορες μορφές αναπαράστασης του H/M φάσματος **συμπυκνώνουν και οργανώνουν μια πληθώρα πληροφοριών**.
- Πολλές από τις αναπαραστάσεις του H/M φάσματος διαχέονται σε **σχολικά εγχειρίδια** ή άλλο εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί στη σχολική πράξη.

Απεικονίσεις Η/Μ φάσματος

- Οι **εικόνες** περιλαμβάνουν πληροφορία που βοηθά στην **κατασκευή νοήματος**.
- Η πληροφορία και τα μηνύματα που μεταφέρονται από τις εικόνες δεν προσλαμβάνονται παθητικά από τους δέκτες, αλλά μεταφράζονται, **επανακατασκευάζονται** και μετασχηματίζονται από αυτούς.
- Η απεικόνιση ενός επιστημονικού κειμένου αποτελεί βασικό μέσο **οργάνωσης και μεταφοράς** πληροφορίας.
- Χαρακτηριστική περίπτωση το **ηλεκτρομαγνητικό φάσμα**.
- Οι απεικονίσεις του Η/Μ φάσματος αποτελούν συχνά τις προτάσεις γνωστών **ερευνητικών κέντρων**.

Απεικονίσεις Η/Μ φάσματος

- Η «έννοια» του Η/Μ φάσματος ανήκει στα **σημειωτικά «υβρίδια»**.
- Για να κατανοηθεί απαιτεί την ταυτόχρονη χρήση **γραπτών, μαθηματικών και οπτικο-γραφικών** συνιστωσών.
- Το Η/Μ φάσμα συνδυάζει τις περισσότερες **τροπικότητες** που χρησιμοποιούνται στην επιστήμη: αριθμητικές τιμές, γραφήματα, γραπτό κείμενο εικόνες, κ.λπ.
- Έτσι προκύπτει ένας **πολλαπλασιασμός νοημάτων** που μεταφέρει κάθε σημειωτική τροπικότητα.

Μεθοδολογία έρευνας

Σκοπός: Η αναζήτηση και καταγραφή των οπτικών αναπαραστάσεων του H/M φάσματος στο διαδίκτυο.

Ερευνητικό ερώτημα: Πώς η επιστημονική πληροφορία δομείται σε μία οπτική αναπαράσταση;

Πηγές έρευνας: Διαδικτυακοί τόποι από: α) **ερευνητικά κέντρα** (κυρίως όσα ειδικεύονταν στην Αστροφυσική, π.χ. NASA, Hubble Space Telescope , κ.λπ.), β) **Πανεπιστήμια** (π.χ. Harvard, Berkeley, κ.λπ.), γ) **εκπαιδευτικοί οργανισμοί**, δ) **MME** (π.χ. BBC, Times, National Geographic, κ.λπ.)

Μεθοδολογία μελέτης των οπτικών αναπαραστάσεων του Η/Μ φάσματος

Κάθε οπτική αναπαράσταση αναλύθηκε (αποδομήθηκε) στα βασικά **δομικά στοιχεία** της, δηλαδή τη «γλώσσα» ή τους κώδικες που χρησιμοποιήθηκαν για να οργανώσουν την πληροφορία.

Αποτελέσματα: 100 σχετικοί διαδικτυακοί τόποι από όλον τον κόσμο και **74 διαφορετικές αναπαραστάσεις του Η/Μ φάσματος εντοπίστηκαν.**

Το πλαίσιο ανάλυσης

Η οπτική πληροφορία οργανώνεται σε 3 βασικές οπτικές ζώνες:

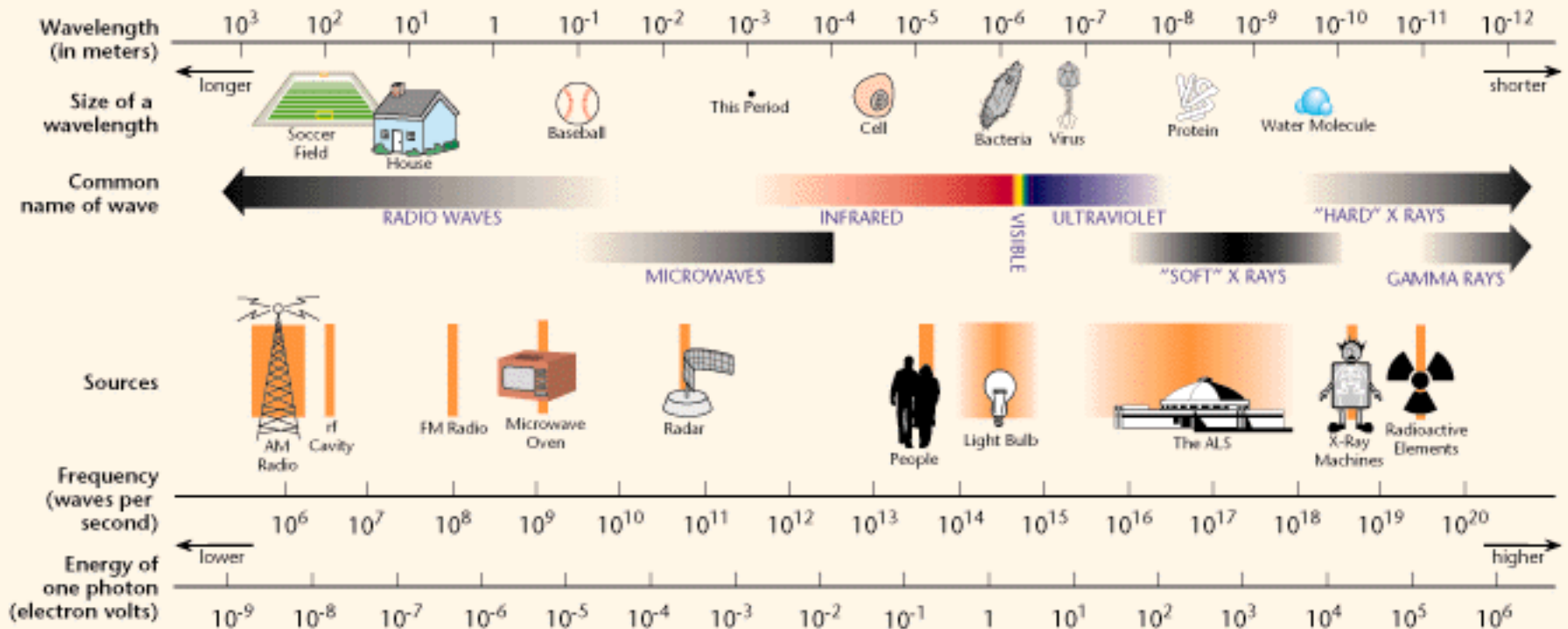
1^η ζώνη: Όροι και ονομασίες των διαφόρων περιοχών του Η/Μ φάσματος.

2^η ζώνη: Πληροφορίες για το μήκος κύματος (λ) και/ή τη συχνότητα (ν) και/ή την ενέργεια (E).

3^η ζώνη: Πληροφορίες για τις τεχνολογικές εφαρμογές και για τις επιδράσεις τους στη δημόσια υγεία

Το πλαίσιο ανάλυσης

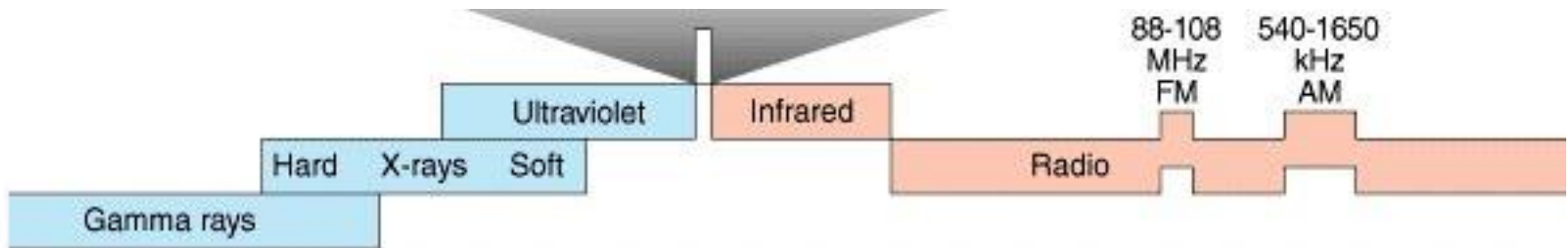
THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

1^η ζώνη: Η ζώνη αναφοράς

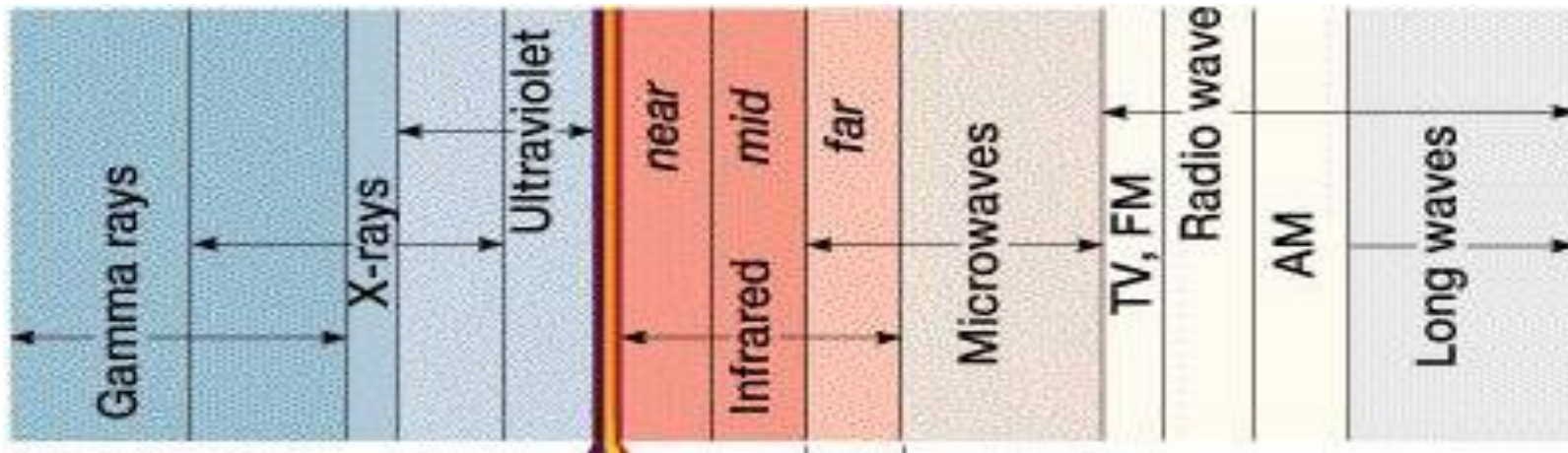
α. Η ζώνη διαιρείται σε διαφορετικές περιοχές (γ ακτίνες, χ ακτίνες, υπεριώδες, οπτικό, υπέρυθρο, μικροκύματα, ραδιοκύματα) **98,6%**



Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

1^η ζώνη: **Η ζώνη αναφοράς**

β. Η χρήση συμβόλων (βέλη, χρώμα) για τη σηματοδότηση των διαφόρων περιοχών **(71,6%)**

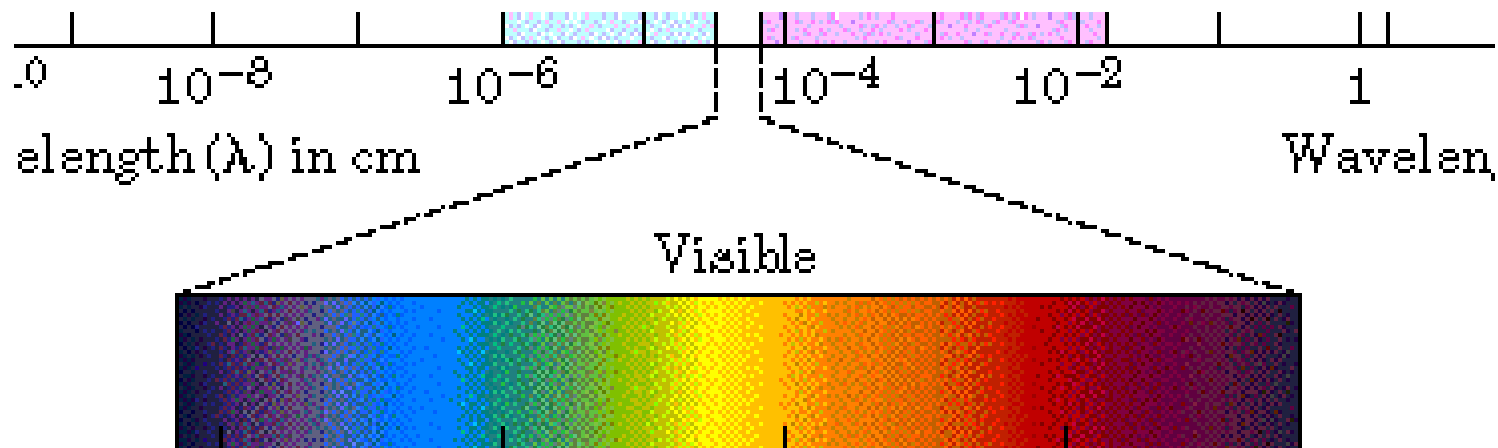


Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

1^η ζώνη: Η ζώνη αναφοράς

γ. Ανάλυση της ορατής περιοχής στα χρώματα του ουράνιου τόξου. Βασικά στοιχεία:

i) Τα χρώματα (71,6%)



Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

1^η ζώνη: Η ζώνη αναφοράς

γ. Ανάλυση της ορατής περιοχής στα χρώματα του ουράνιου τόξου. Βασικά στοιχεία:

ii) Ο **Ήλιος** ως πηγή εκπομπής του ορατού φωτός (**9,4%**)

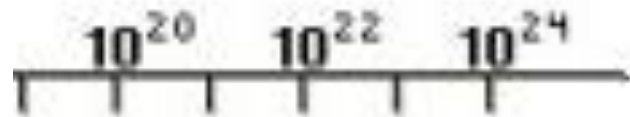


Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

1^η ζώνη: Η ζώνη αναφοράς

γ. Ανάλυση της ορατής περιοχής στα χρώματα του ουράνιου τόξου. Βασικά στοιχεία:

iii) Οποιαδήποτε **άλλη πηγή** εκπομπής του ορατού φωτός (**4,1%**)



Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

1^η ζώνη: Η ζώνη αναφοράς

δ. Κείμενο με σχετική πληροφορία (50%)

Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

2^η ζώνη: **Η ζώνη της επιστήμης** (πληροφορίες για λ [89,2%], ν [50%], E [13,5%])

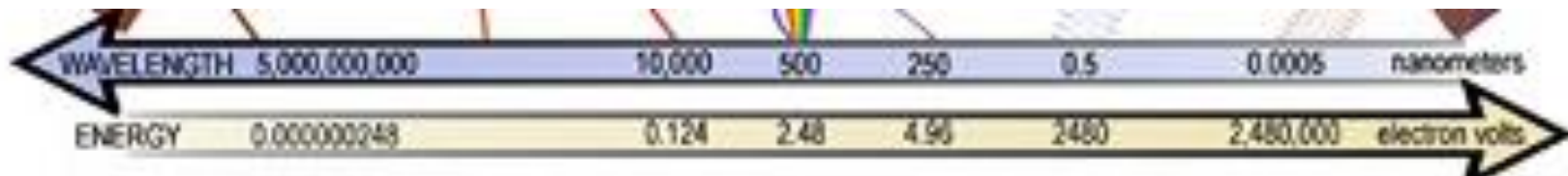
α. Αναφορά σε **αριθμητικές πηγές** (83,6%)



Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

2^η ζώνη: **Η ζώνη της επιστήμης** (πληροφορίες για λ [89,2%], ν [50%], E [13,5%])

β. Χρήση **συμβόλων** που δείχνουν κατεύθυνση αύξησης λ (40,5%)

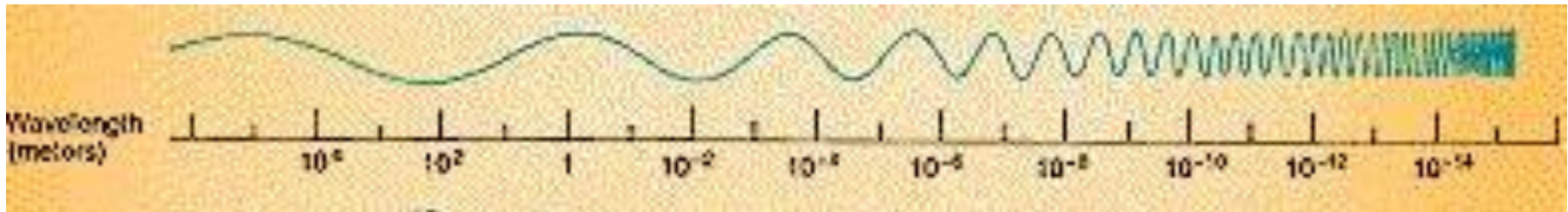


Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

2^η ζώνη: **Η ζώνη της επιστήμης** (πληροφορίες για λ [89,2%], ν [50%], E [13,5%])

γ. Γραφήματα του λ

i) Μία **συνεχής γραμμή** που απεικονίζει τη **συνεχή αλλαγή** του λ (23%)

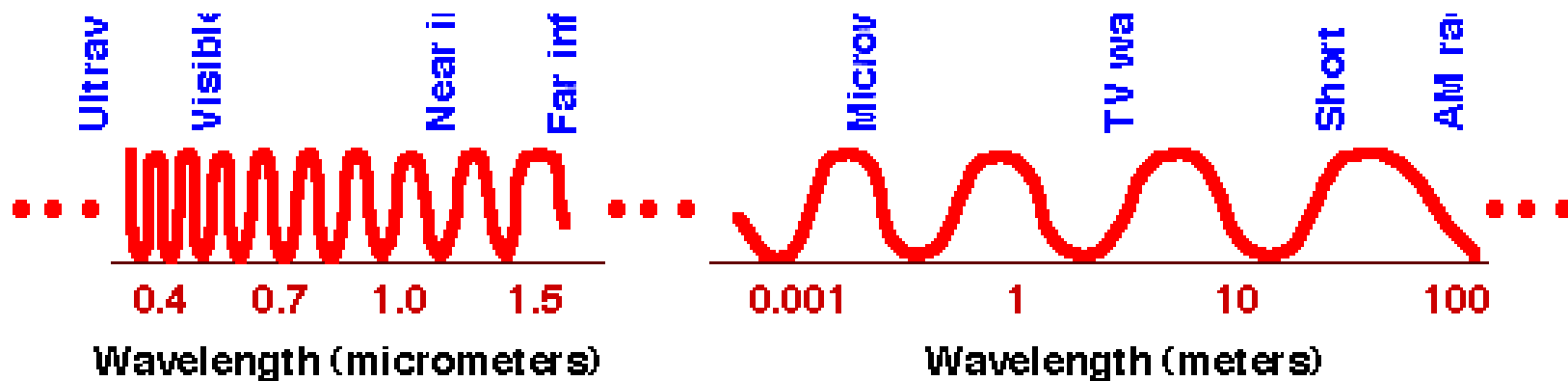


Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

2^η ζώνη: Η ζώνη της επιστήμης

γ. Γραφήματα του λ

ii) Μία **ασυνεχής γραμμή (σπασμένη)** που απεικονίζει τη **συνεχή αλλαγή** του λ σε συγκεκριμένες περιοχές του φάσματος (1%)

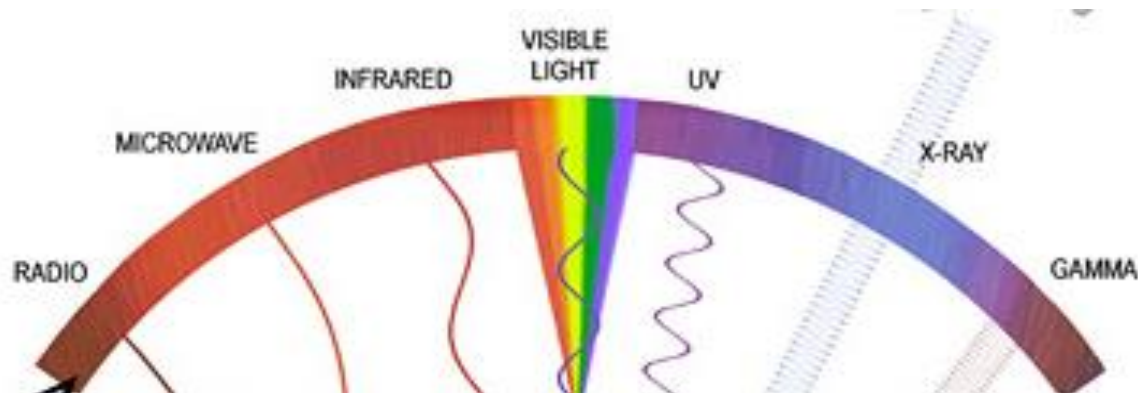


Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

2^η ζώνη: Η ζώνη της επιστήμης

γ. Γραφήματα του λ

iii) **Ξεχωριστές γραμμές** αλλαγής του λ που σχετίζονται με συγκεκριμένες περιοχές του Η/Μ/ φάσματος (5,4%)

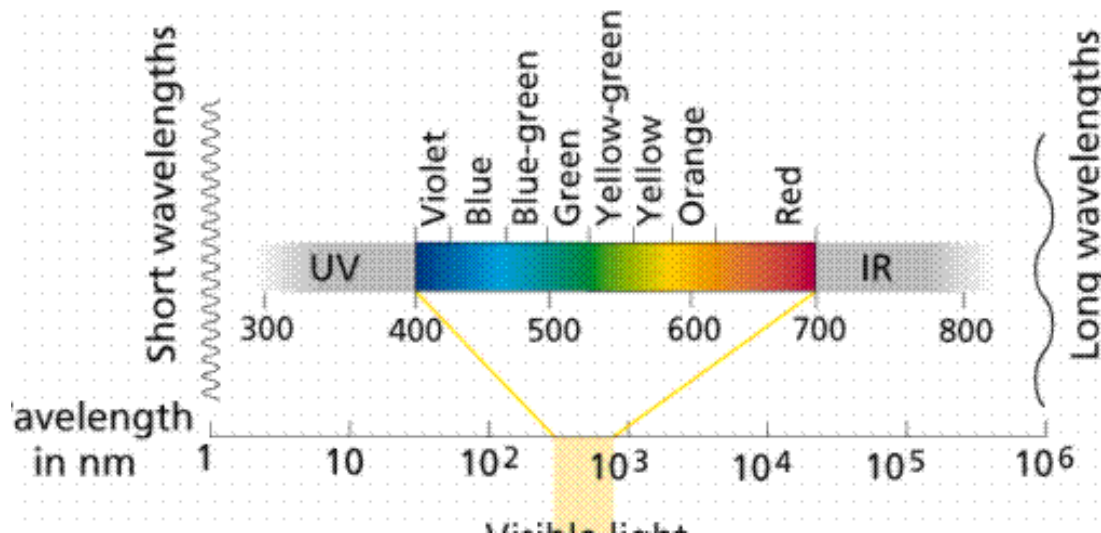


Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

2^η ζώνη: Η ζώνη της επιστήμης

γ. Γραφήματα του λ

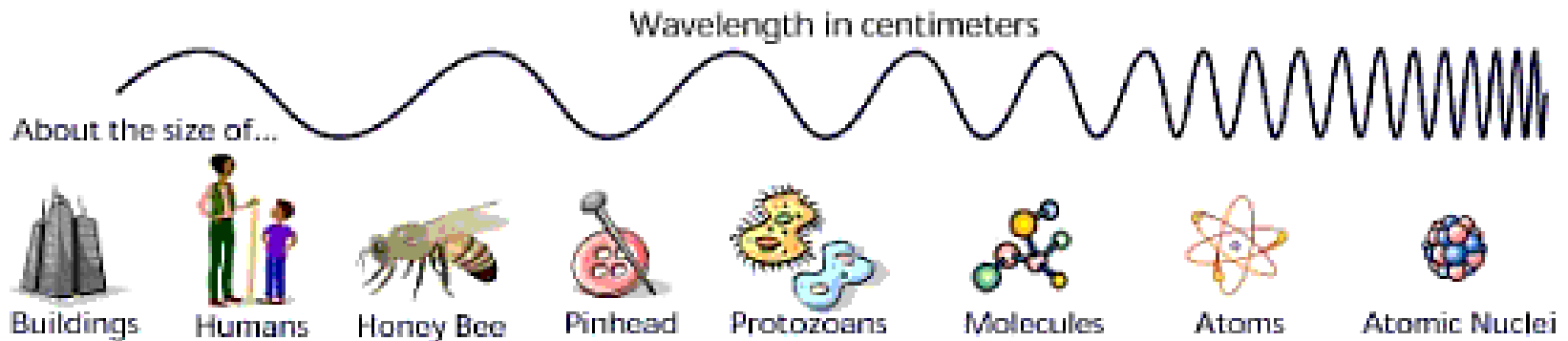
iv) **Ξεχωριστές γραμμές** του λ που σχεδιάζονται μόνον στις 2 άκρες του Η/Μ/ φάσματος (1%)



Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

2^η ζώνη: Η ζώνη της επιστήμης

δ. Μικρές συμβολικές εικόνες που σχετίζονται με το μέγεθος του λ σε κάθε περιοχή του Η/Μ φάσματος (9,5%)



Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

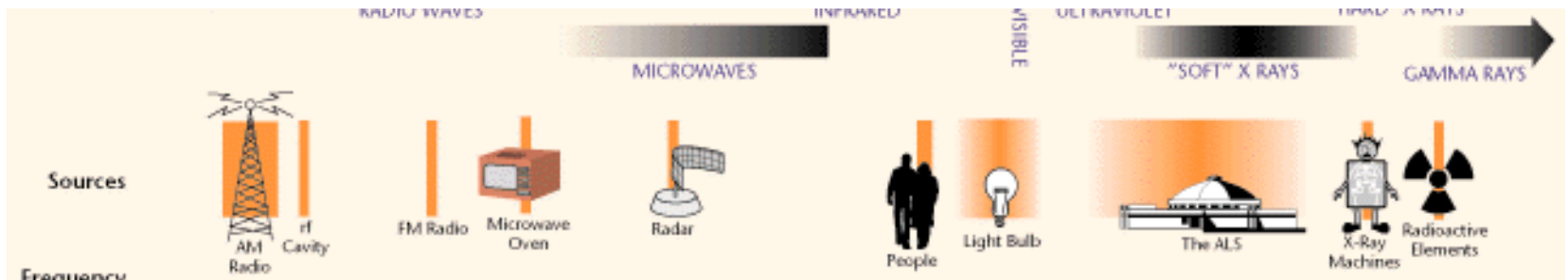
2^η ζώνη: **Η ζώνη της επιστήμης**

ε. **Κείμενο** που σχετίζεται κυρίως με το λ
(31,1%)

Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

3^η ζώνη: Η ζώνη της καθημερινής ζωής

α. Μικρές **συμβολικές εικόνες** που απεικονίζουν τεχνολογικές εφαρμογές, επιδράσεις στην υγεία ή εκπομπές Η/Μ ακτινοβολίας (25,7%)



Οι τρόποι οπτικής αναπαράστασης στις διάφορες ζώνες του Η/μ φάσματος στο διαδίκτυο

3^η ζώνη: **Η ζώνη της καθημερινής ζωής**

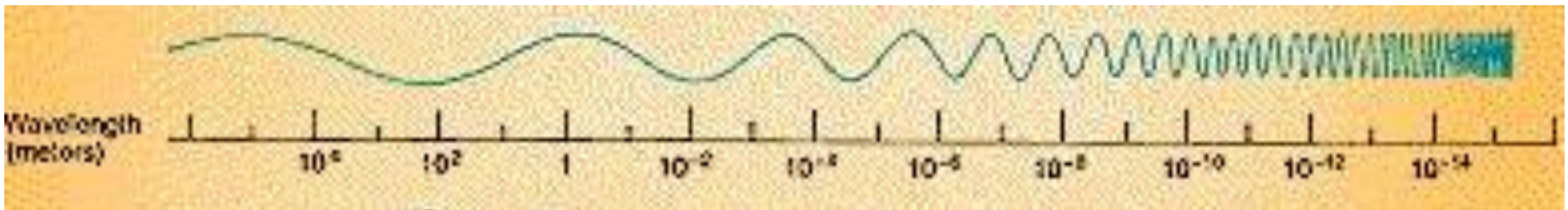
β. **Κείμενο** που παρουσιάζει πληροφορίες για τις τεχνολογικές εφαρμογές (23%)

γ) **Απλές λέξεις** που αναφέρονται σε χαρακτηριστικές τεχνολογικές εφαρμογές για κάθε περιοχή του Η/Μ φάσματος (4,1%)

Προβλήματα που εντοπίζονται στις οπτικές αναπαραστάσεις του Η/Μ φάσματος στο διαδίκτυο

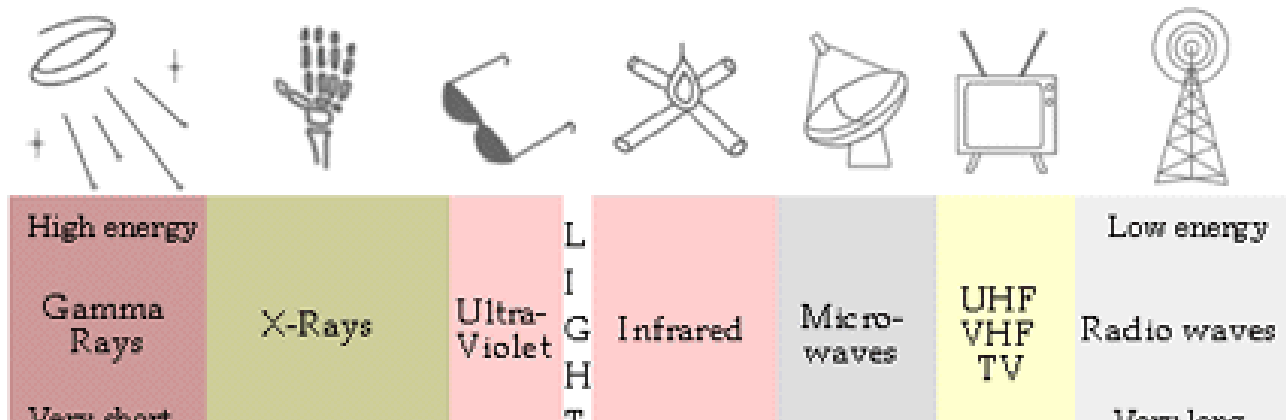
1. Γραφήματα που αναπαριστούν ότι το λ συνεχώς αυξάνει κατά μήκος της ζώνης του φάσματος, χωρίς ένδειξη για τη συμβολική χρήση του γραφήματος (77%).

Μπορεί να δημιουργήσουν εναλλακτικές ιδέες στους μαθητές ότι υπάρχει **μόνον ένα λ** για όλη τη ζώνη με συνεχώς μεταβαλλόμενη συχνότητα.



Προβλήματα που εντοπίζονται στις οπτικές αναπαραστάσεις του Η/Μ φάσματος στο διαδίκτυο

2. Συχνά οι μικρές συμβολικές εικόνες που παρουσιάζονται στην ίδια εικόνα **δεν** αναφέρονται σε **παρόμοιες εφαρμογές** του Η/Μ φάσματος (άλλοτε εμφανίζουν μια πομπούς, άλλοτε δέκτες, άλλοτε επιδράσεις στην υγεία) και **δεν** ακολουθούν σωστή και ενιαία κλίμακα (42%).



Προβλήματα που εντοπίζονται στις οπτικές αναπαραστάσεις του Η/Μ φάσματος στο διαδίκτυο

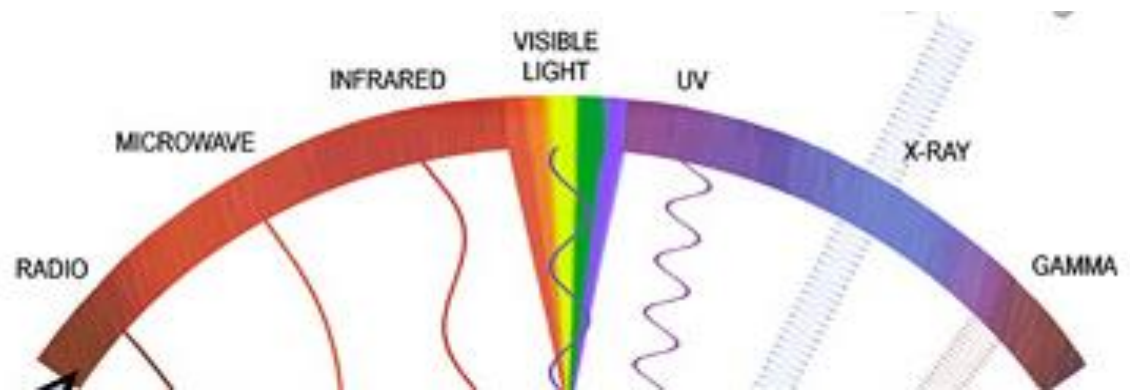
3. Σε πολλές εικόνες ο Ήλιος εμφανίζεται ως η μόνη πηγή εκπομπής ακτινοβολίας στην ορατή περιοχή του φάσματος.

Επιπλέον ο Ήλιος εμφανίζεται να εκπέμπει μόνον στην ορατή περιοχή και όχι στις άλλες περιοχές του Η/Μ φάσματος (70%).



Προβλήματα που εντοπίζονται στις οπτικές αναπαραστάσεις του Η/Μ φάσματος στο διαδίκτυο

3. Η σημειωτική χρήση των **χρωμάτων** για το λ στην ορατή περιοχή του φάσματος συχνά επεκτείνεται και **καλύπτει τα λ σε περιοχές εκτός της ορατής περιοχής**. Έτσι, οι μαθητές μπορεί να νομίζουν ότι ακτινοβολίες ορατού φωτός μπορεί να εκπέμπονται και σε άλλες περιοχές του φάσματος (21%)



Προβλήματα που εντοπίζονται στις οπτικές αναπαραστάσεις του Η/Μ φάσματος στο διαδίκτυο

4. Οι διάφορες περιοχές του Η/Μ φάσματος συχνά ξεχωρίζουν με **απότομες γραμμές (όρια)** και δεν υπάρχουν αλληλεπικαλυπτόμενες περιοχές μεταξύ γειτονικών περιοχών (31%).

Συμπεράσματα

Οι αναπαραστάσεις του Η/Μ φάσματος:

- αποτελούνται από **5 βασικές δομικές μονάδες**.
- χρησιμοποιούν διάφορους **τρόπους** για να παρουσιάσουν την σχετική πληροφορία και να επικοινωνήσουν με το κοινό.
- περιέχουν διάφορα **επίπεδα πληροφορίας** στην ίδια εικόνα που απευθύνονται σε διαφορετικό κοινό.

Συμπεράσματα

Οι **ερευνητές** επικοινωνούν μέσω **οπτικών δεδομένων** που χρησιμοποιούν έναν αυστηρό και αφαιρετικό κώδικα,

ενώ

οι εκπαιδευτικοί επικοινωνούν μέσω ενός πιο χαλαρού και **συναισθηματικού κώδικα** με πολλά **αφηγηματικά** και εκλαϊκευτικά στοιχεία.

Συμπεράσματα

Ακόμη και ένα θέμα αυστηρά προσδιορισμένο, όπως το H/M φάσμα, που έχει μελετηθεί αρκετό καιρό από την ερευνητική κοινότητα, παρουσιάζει **αρκετά προβλήματα** στις οπτικές αναπαραστάσεις του.

Οι κατασκευαστές αυτών των αναπαραστάσεων φαίνεται να μην αντιλαμβάνονται αυτά τα προβλήματα.

Συμπεράσματα

Μερικές αναπαραστάσεις του H/M που προέρχονται από **υψηλού κύρους ερευνητικά κέντρα** απεικονίζουν μερικές περιοχές του, που άπτονται των ερευνητικών ενδιαφερόντων τους (π.χ. στις αναπαραστάσεις που προέρχονται από αστροφυσικούς δεν υπάρχει αναφορά στα μικροκύματα).

Το ανυποψίαστο κοινό μπορεί να θεωρήσει ότι προσφέρουν την πιο αξιόπιστη απόδοση του H/M φάσματος.

Συμπεράσματα

Η «**ανάγνωση**» των αναπαραστάσεων επιστημονικών εννοιών απαιτεί **οπτικά εγγράμματος πολίτες**.

Απαραίτητο γιατί

πολλοί εκπαιδευτικοί επισκέπτονται διάφορους διαδικτυακούς τόπους για να επιλέξουν εικόνες που θα χρησιμοποιήσουν στα μαθήματά τους των φυσικών επιστημών.

Συμπεράσματα

Οι προσπάθειες **εκλαΐκευσης και μετασχηματισμού** της επιστημονικής γνώσης σε σχολική γνώση: μπορεί να οδηγήσει σε οπτικές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούν ένα φιλικό και ελκυστικό κώδικα, που πολύ συχνά περιλαμβάνει **«λάθη»** και μπορεί να δημιουργήσει **εναλλακτικές ιδέες** στους μαθητές.

Αυτά τα «λάθη» συχνά **αντιγράφονται** από τη μία πηγή στην άλλη, χωρίς κανέναν να τα αμφισβητήσει.