

physics news

Ε.Ε.Φ.

ΤΡΙΜΗΝΗ ΕΚΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

ΤΕΥΧΟΣ 02 - ΜΑΡΤΙΟΣ 2012 - ΤΙΜΗ 6€

Δρ Μάνος Δανέζης

ΣΚΕΨΕΙΣ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Παρουσίαση

Το Καθιερωμένο
Πρότυπο

Νέα

Ανακάλυψη
Νέου Σωματιδίου
στον LHC



Εξωπλανήτης
γεμάτος με νερό

Μανδύας Αορατότητας
Ο Χάρι Πότερ συναντά τη Φυσική

Κρύσταλλοι Χρόνου

Νανοτεχνολογία
και εφαρμογές

EDITORIAL LETTER

Αγαπητέ Αναγνώστη,

το δεύτερο τεύχος της φιλόδοξης έκδοσης μας βρίσκεται στα χέρια σου. Η αγωνία μας ήταν μεγάλη πως θα υποδεχθεί το αναγνωστικό μας κοινό αυτή την καινοτόμο έκδοση.

Τα μηνύματα από όλη την Ελλάδα είναι θετικά και όλοι λένε ένα καλό λόγο και για τα περιεχόμενα του 1ου τεύχους και για την προσπάθειά μας.

Με την ίδια φροντίδα έχουμε επιλέξει μια σειρά σημαντικών άρθρων και σ' αυτό το τεύχος, το Νο2.

Η επιστημονική κοινότητα απεδέχθη να συμβάλει στο περιεχόμενο και στην αξιοπιστία του περιοδικού μας και με άρθρα που έχουν καταχωρηθεί στο τεύχος αυτό αναδεικνύουμε τα μεγάλα και κορυφαία επιστημονικά επιτεύγματα του χώρου των Φυσικών Επιστημών.

Το αναγνωστικό μας κοινό θεωρούμε ότι θα υποδεχθεί και αυτό, με τον πιο θετικό τρόπο και το 2ο τεύχος του περιοδικού μας.

Εμείς θα θέλαμε και τη δικιά σου συμβολή στη διάδοση του περιοδικού μας, σε κάθε ευαισθητοποιημένο συνάδελφο που αναζητά την πληροφορία και θέλει να ενημερώνεται για κάθε επιστημονικό νέο στο χώρο των Φυσικών Επιστημών.

Με το μεγάλο αριθμό εκδηλώσεων της Ε.Ε.Φ., δόθηκε ευκαιρία το περιοδικό μας να φτάσει σε χιλιάδες πολίτες και να το γνωρίσουν.

Εκτιμούμε ότι με τη συμβολή όλων σας, είναι δυνατή η οικονομική στήριξη του περιοδικού μας.

Τέλος, θα θέλαμε και τη δική σας άποψη για τη δομή του περιοδικού μας, και είναι δεκτές ιδέες και προτάσεις για βελτίωση του περιεχομένου του.

Αναγνώστη μας, Συνάδελφε μας, Φίλε μας, θεωρήσε ότι το περιοδικό αυτό είναι το δικό σου περιοδικό. Στήριξε το με τον τρόπο σου.

Για την εκδοτική ομάδα

Φιλντίσης Παναγιώτης
Α' Αντιπρόεδρος της Ε.Ε.Φ.

physics news

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΜΑΡΤΙΟΣ 2012 ΤΕΥΧΟΣ 02
ISSN: 2241-1127

www.physicsnews.gr

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ:
ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ,
Γριβαίων 6, 10680 Αθήνα
τηλ: 210 3635701 - Fax: 210 3610690
web: www.eef.gr
email: eef@otenet.gr

ΥΠΕΥΘΥΝΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΝΟΜΟ:
Θεοδοσίου Στράτος, Πρόεδρος ΕΕΦ
Τσαφαλάς Κωνσταντίνος, Γεν. Γραμμ. ΕΕΦ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Βαβουγιός Διονύσης

Αν. Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας

Δανέλης Μάνος

Αν. Καθηγητής ΕΚΠΑ

Σεργός Χρήστος

Αν. Καθηγητής ΕΚΠΑ

Θεοδοσίου Στράτος

Αν. Καθηγητής ΕΚΠΑ

Μακρόπουλος Κωνσταντίνος

Καθηγητής ΕΚΠΑ

Μουσάς Ξενοφώντας

Καθηγητής ΕΚΠΑ

Παπαδόπουλος Γεώργιος

Ομ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Αθηνών

Σκορδαύλης Κωνσταντίνος

Καθηγητής ΕΚΠΑ

Τσιπομενάς Στέφανος

Δρ. Φυσικός, Ηλεκτρονικός & Ραδιοηλεκτρονικός

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΥΛΗΣ:

Καρβόλας Βασίλης

Λέκτορας, university of Indianapolis (Athens Campus)

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Αγγελόπουλος Άγγελος

Αλεξάκης Νίκος

Καρβόλας Βασίλης

Κοκκινάκης Σωτήρης

Κολέτσας Γεώργιος

Λιουδάκης Εμμανουήλ

Οβαδίας Σάββας

Πάλλας Δήμος

Παπασιώρου Παναγιώτης

Παυλικάκης Γιώργος

Χατζηκυριάκου Νίκη

Ψαλίδας Αργύρης

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΣΥΝΤΑΞΗΣ:

Θεοδωροπούλου Αθην.

Ταχ. Διεύθυνση: Γριβαίων 6, 10680 Αθήνα

Τηλ: 210 3635701 - Fax: 210 3010693

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ ΕΝΤΥΠΟΥ

Αλεξοπούλου Αικατερίνη

Τηλ: 210 3606826 - Fax: 210 3606780

email: info@diinekes.gr

ΕΚΤΥΠΩΣΗ

Media press - Κορωπί

Τηλ: 210 6620476

Τιμή τεύχους (εξωτερικού): 8€

Τιμή συνδρομής (εξωτερικού): 22€



48

Προσομοίωση φαινομένων μεταφοράς
εκτός θερμοδυναμικής ισορροπίας

54 Η Φυσική στην Ιατρική



56

Μανδύας Αορατότητας
Ο Χάρι Πότερ συναντά τη Φυσική

58 Βιογραφία: Αμπέρ Αντρέ Μαρί

59 Βραβεία Νόμπελ Φυσικής

60 Βιβλιοπαρουσιάσεις

62 Αστροφωτογραφίες από Έλληνες
Ερασιτέχνες Αστρονόμους



**Δημιουργία χρονικού μανδύα
απόκρυψης**

Μία ομάδα επιστημόνων παρουσιάζει μία μέθοδο με την οποία υποστηρίζουν ότι σταματούν τον χρόνο ή μας δίνουν την εντύπωση ότι το κάνουν.



**Συμπεριφερόταν το αρχέγονο κενό
σαν μεταλλικό;**

Αν και δεν γνωρίζουμε αρκετά για τα μαγνητικά πεδία στις πρώτες στιγμές του Σύμπαντος, υποθέτουμε ότι μπορεί να ήταν αρκετά δυνατά ώστε να εμφανισθούν υπεραγώγιμες καταστάσεις

4 Νέες απόψεις για την ταχύτητα των νετρονίων

6 Μαύρες τρύπες

8 Νέα της Φυσικής



10

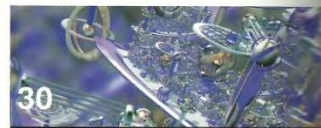
Μάνος Δανέζης
Σκέψεις πάνω στην
Ειδική Θεωρία της
Σχετικότητας



18

**Το Καθιερωμένο
Πρότυπο**

26 Ενδείξεις ύπαρξης μιας ξεχωριστής κατεύθυνσης στο Σύμπαν



30

**Νανοτεχνολογία
και οι εφαρμογές της**

38 Η Φυσική στην τέχνη

40 Τα άστρα τα οποία περιέχουν Σκοτεινή ύλη θα πρέπει να φαίνονται διαφορετικά από τα κοινά άστρα

42 Τα νετρόνια αναβιώνουν τις πρώτες ιδέες του Heisenberg για την αρχή της απροσδιοριστίας

46 Παρατήρηση της έναρξης της ηλεκτρικής αντίστασης

47 Ενδείξεις για την ύπαρξη των majorana φερμιονίων



Κρύσταλλοι στο Χρόνο

Μια ιδέα η οποία μάλλον θα απορριπτόταν ακόμα και από τον πιο ευφάνταστο συγγραφέα επιστημονική φαντασίας φαίνεται ότι θα συζητηθεί ιδιαίτερα τον επόμενο καιρό.



Εξωπλανήτης γεμάτος νερό

Από τα δεδομένα που συλλέγουν οι δορυφόροι μας και το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble ανακαλύφθηκε μια νέα κατηγορία εξωπλανητών, οι Υπερ-Γαίες.

ΝΕΕΣ ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ OPERA ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΝΕΤΡΟΝΙΩΝ

Πριν από μερικούς μήνες ανακοινώθηκε από μια ομάδα ερευνητών στην Ιταλία (PhysicsNews -1) ο ισχυρισμός τους, ότι τα νετρίνα μπορούν να ταξιδεύουν γρηγορότερα από την ταχύτητα του φωτός. Όμως ένας μεγάλος αριθμός ερευνητών ακόμα και από την ίδια την επιστημονική ομάδα που πραγματοποίησε το πείραμα διαφωνεί. Οι επιστήμονες αυτοί θεωρούν ότι απαιτούνται επιπλέον έλεγχοι της όλης διαδικασίας πριν να υποβληθούν τα αποτελέσματά τους σε ένα επιστημονικό περιοδικό. Η ανακοίνωση της 23ης Σεπτεμβρίου 2011 ότι παρατηρήθηκαν νετρίνα τα οποία ταξίδεψαν γρηγορότερα από το φως, ξεκινώντας από το CERN στη Γενεύη και καταλήγοντας σε ανιχνευτές στο υπόγειο εργαστήριο στο Gran Sasso στην κεντρική Ιταλία έγινε πρωτοσέλιδο σε όλο τον κόσμο, καθώς φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας του Einstein. Στην ερευνητική ομάδα της OPERA συμμετέχουν πάνω από 160 επιστήμονες με περίπου 30 επικεφαλής ομάδων. Στην πραγματοποίηση της ανακοίνωσης αυτής δεν συμφωνούσαν όλοι οι συμμετέχοντες. Πολλοί μάλιστα σήμερα είναι ιδιαίτερα ανήσυχoi ως προς την εργασία που υποβλήθηκε σε ένα επιστημονικό περιοδικό. Η απόφαση για τη δημοσίευση των αποτελεσμάτων λήφθηκε με πλειοψηφία στις αρχές Σεπτεμβρίου, όμως ήταν αρκετοί αυτοί που διαφώνησαν και στη συνέχεια δεν υπέγραψαν την εργασία. Ήδη μέλη της ομάδας διαρρέουν ότι υπάρχει ένταση ανάμεσα στους ερευνητές και ότι περίπου οι μισοί από αυτούς διαφωνούν με την άμεση υποβολή της εργασίας. Τα νετρίνα που συζητάμε παράγονται με τη σύγκρουση δεσμών μεγάλης ενέργειας


πρωτονίων, τα οποία επιταχύνθηκαν στον επιταχυντή Super Proton Synchrotron του CERN με φύλλα γραφίτη παράγοντας μεσόνια, τα οποία στη συνέχεια διασπώνται παράγοντας νετρίνα. Ο μάζας 1300-τόνων ανιχνευτής της OPERA, που λειτουργεί από τον Ιούλιο του 2008, μετράει τις ιδιότητες των νετρίνων μιονίου καθώς ταξιδεύουν 730 χιλιόμετρα μέσα από το φλοιό της Γης, από το CERN στο Gran Sasso. Το πείραμα σχεδιάστηκε αρχικά για να μελετήσει την ταλάντωση των νετρίνων μιονίου σε ταυ νετρίνα, αλλά το αμφισβητούμενο αποτέλεσμα του πειράματος MINOS στις ΗΠΑ του 2007, που ισχυρίστηκε ότι ίσως τα νετρίνα να ταξιδεύουν ταχύτερα από το φως, έδωσε την ιδέα στους ερευνητές να πραγματοποιήσουν παρόμοιες μετρήσεις με τον εξοπλισμό της OPERA. Οι ερευνητές εγκατέστησαν ατομικά ρολόγια και στα δύο άκρα της διαδρομής των νετρίνων, με σκοπό τη μεγάλη ακρίβεια γνώση της στιγμής της δημιουργίας και ανίχνευσής τους. Επίσης, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν GPS για την ακριβή μέτρηση του μήκους της διαδρομής των νετρίνων. Η ταχύτητα που προκύπτει από τη διαίρεση του μήκους της διαδρομής με τον χρόνο πτήσης είναι η ταχύτητα που ανακοινώθηκε. Οι ερευνητές, συλλέγοντας πάνω από 16.000 γεγονότα μεταξύ του 2009 και του 2011, κατέληξαν ότι τα νετρίνα μιονίου φθάνουν στους ανιχνευτές κατά μέσο όρο 60,7 ns νωρίτερα από ό,τι θα έκαναν αν είχαν ταξιδέψει με την ταχύτητα του φωτός. Η διαφορά αυτή αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό αύξησης της ταχύτητάς τους σε σχέση με την ταχύτητα του φωτός της τάξης των 25 μερών σε ένα εκατομμύριο. Πολλοί όμως ερευνητές ανησυχούν για κρυμμένα συστη-

ματικά σφάλματα στις μετρήσεις. Ζητούν λοιπόν μια σειρά από επιπλέον ελέγχους, πριν καταστούν τα αποτελέσματα δημοσιεύσιμα. Οι έλεγχοι αυτοί όμως απαιτούν αρκετούς μήνες. Ένας από τους ελέγχους αυτούς επικεντρώνεται στη στιγμή της άφιξης των νετρίνων στους ανιχνευτές, όχι πια μελετώντας το φως που παράγεται καθώς τα σωματίδια περνούν μέσα από τους ανιχνευτές αλλά το φορτίο. Η ανάλυση αυτή βασίζεται σε μια πολύ συγκεκριμένη και πολύ προσεκτική μέτρηση του μήκους των καλωδίων που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των δεδομένων και σκοπό έχει να απομονώσει τυχόν συστηματικά σφάλματα που μπορεί να υπεισέρχονται στα ηλεκτρονικά συστήματα ή σε άλλα συστήματα της μέτρησης. Ένας άλλος ανεξάρτητος έλεγχος περιλαμβάνει τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται από την OPERA. Οι ερευνητές δεν είναι σε θέση να παρακολουθούν, και συνεπώς να χρονομετρούν, το κάθε ένα νετρίνο (μόνο του) καθώς αυτό ταξιδεύει από τη Γενεύη στο Gran Sasso, αλλά αντίθετα μετρούν τη χρονική κατανομή των πρωτονίων μέσα στην κάθε δέσμη λίγο πριν αυτή χτυπήσει τον στόχο από γραφίτη και στη συνέχεια τη συγκρίνουν με την κατανομή των αντίστοιχων νετρίνων όπως αυτά ανιχνεύονται στην OPERA. Ορισμένα μέλη της ερευνητικής υποστηρίξουν ότι αυτή η διαδικασία συμφητισμού πρέπει να πραγματοποιείται ανεξάρτητα ώστε να είναι σίγουροι για τα αποτελέσματα της μέτρησής τους. Επιπλέον θα πρέπει και το CERN να πραγματοποιήσει κάποιους ελέγχους, όπως την τοποθέτηση ανιχνευτών μετά το στόχο του γραφίτη, ώστε να δώσει καλύτερη εικόνα της αναχώρησης των

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

ΤΟ ΚΑΘΙΕΡΩΜΕΝΟ ΠΡΟΤΥΠΟ

Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ ΚΑΙ
ΟΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ



Από την αρχή της φιλοσοφίας, αλλά και της επιστήμης, ιδιαίτερα την "Ιωνική επανάσταση", που έλαβε χώρα στις ελληνικές πόλεις στα παράλια της Μικράς Ασίας, τέθηκε το ερώτημα της δομής και σύστασης του κόσμου, έτσι όπως τον αντιλαμβανόμαστε με τις αισθήσεις μας, αλλά και μέσα από φιλοσοφική και λογική ανάλυση. Το Καθιερωμένο Πρότυπο προσφέρει μία τέτοια θέαση και ανάλυση του σύμπαντος, αφού περιγράφει τις ιδιότητες των τριών θεμελιωδών αλληλεπιδράσεων, της ηλεκτρομαγνητικής, της ασθενούς αλληλεπιδράσης, και της ισχυρής πυρηνικής αλληλεπιδράσης, αλλά και τα στοιχειώδη σωματρία που δομούν την ύλη γύρω μας. Ο όρος "στοιχειώδες σωματριο" υποδεικνύει μία φυσική οντότητα, η οποία δεν μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω σε άλλες, και που παράγει όλες τις γνωστές δομές της ύλης, στο θεμελιώδες φυσικό επίπεδο. Αυτή η σύλληψη ήδη απαντάται στους ατομικούς φιλοσόφους, με κυρίαρχες μορφές τον Λεύκιππο και τον Δημόκριτο, που ονόμασαν αυτές τις βασικές φυσικές οντότητες "άτομα", και εξήγησαν όλες τις φυσικές ιδιότητες των σωματίων με βάση την θέση και την κίνησή τους στον χώρο, αλλά και του τρόπου αλληλεπιδράσης τους, δηλαδή των διατάξεων σύμφωνα με τις οποίες μπορούσαν να συναρμολογηθούν το ένα με το άλλο. Ένας σημαντικός λόγος που μας οδηγεί στην εισαγωγή αυτών των σωματίων είναι η πεποίθησή μας πως η φύση είναι απλή σε θεμελιώδες επίπεδο. Αυτή η πεποίθηση που είναι συνάμα και ισχυρό μεθοδολογικό εργαλείο για τους θεωρητικούς φυσικούς, γίνεται εμφανής στη γένεση, αλλά και την δομή, του Καθιερωμένου προτύπου. Σε αυτό διαδραματίζουν τους ρόλους τους κάποια λίγα σε αριθμό στοιχειώδη σωματρία, τόσο για να οικοδομήσουν την ύλη, όσο και για να επιτρέψουν τις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των σωματιδίων.

Η πεποίθηση αυτή, μία ισχυρή επιστημολογική αρχή, είναι γνωστή και ως το "Ξυράφι του Οκκαμ" ("Occam's razor"), και απαιτεί την πλέον οικονομική περιγραφή της φύσης, με βάση τα δεδομένα που διαθέτουμε κάθε μία εποχή. Σύμφωνα με αυτή, για την εξήγηση ενός φαινομένου οφείλουμε να μην πολλαπλασιάζουμε αναίτια τις φυσικές οντότητες και μεγέθη που εισάγονται για την περιγραφή και αιτιολόγησή του.

Παναγιώτης Παπασπύρου

Υποψήφιος διδάκτορας στο τμήμα αστροφυσικής, αστρονομίας και μηχανικής του τμ. Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών



Βασίλης Καράβολας

Θεωρητικός Φυσικός
Λέκτορας university of Indianapolis (Athens Campus)

Θέματα
Σύγχρονης
Φυσικής
για Μαθητές

Μανδύας Αορατότητας

Ο Χάρι Πότερ συναντά τη Φυσική

Οι μανδύες αορατότητας είναι αντικείμενα που εμφανίζονται σχετικά συχνά στις ιστορίες φαντασίας. Οι πρώτες εμφανίσεις τους ανήκουν όμως στη μυθολογία. Ο Άδης, για παράδειγμα, στην ελληνική μυθολογία είχε στην κατοχή του ένα κράνος που όταν το φορούσε γινόταν αόρατος. Ένα παρόμοιο κράνος, εμφανίζεται και στη νορβηγική μυθολογία ενώ ένας μανδύας αορατότητας εμφανίζεται και στην ουαλλική μυθολογία. Στον 20ό αιώνα ο συγγραφέας Edgar Rice Burroughs, ο δημιουργός του πολύ γνωστού μας Ταρζάν, χρησιμοποιεί την ιδέα ενός μανδύα αορατότητας το 1931 στο μυθιστόρημά του "Ένας άνθρωπος-πολεμιστής στον Άρη". Η πιο γνωστή όμως σήμερα εμφάνιση του μανδύα αορατότητας είναι αυτή στη σειρά μυθιστορημάτων με ήρωα τον μαθητευόμενο μάγο Χάρι Πότερ της JK K. Ρόουλινγκ. Ο Χάρι Πότερ χρησιμοποιεί το μανδύα για να γλιστρήσει σε απαγορευμένες περιοχές του σχολείου. Αλλά και στις σειρές επιστημονικής φαντασίας όπως ο «Πόλεμος των Αστρων» (Star Wars) αλλά και το «Τα-

Ξείδι στα άστρα» (Star Trek) χρησιμοποιούνται συσκευές απόκρυψης. Σε αυτές τις σειρές οι συσκευές απόκρυψης έχουν πια ξεφύγει από τον μαγικό κόσμο στον οποίο ανήκουν στα μυθιστορήματα φαντασίας και περιγράφονται σαν επιστημονικές ανακαλύψεις. Επειδή δεν πρέπει λοιπόν να ξεχνάμε ότι η μαγεία τού σήμερα μπορεί να είναι η επιστήμη τού αύριο (σκεφτείτε τι θα νόμιζε ότι συνέβαινε αν ένας μεσαιωνικός ιππότης βρισκόταν μπροστά σε μια ανοικτή τηλεόραση) σε αυτό το άρθρο θα κάνουμε μια γρήγορη ανασκόπηση στο πού ακριβώς βρίσκεται η επιστήμη σήμερα σε σχέση με την κατασκευή συσκευών απόκρυψης.

Απόκρυψη σημαίνει ότι ενώ υπάρχει ένα αντικείμενο σε ένα σημείο του χώρου, εμείς δεν το βλέπουμε αλλά αντίθετα βλέπουμε τα αντικείμενα που βρίσκονται πίσω του. Για να καταλάβουμε την απόκρυψη, θα πρέπει πρώτα να καταλάβουμε πώς ο εγκέφαλός μας αντιλαμβάνεται ένα αντικείμενο. Αρχικά θα πρέπει το αντικείμενο αυτό να εκπέμπει ή να ανακλά τις κατάλληλες

ηλεκτρομαγνητικές συχνότητες που αντιλαμβάνεται το μάτι μας. Είναι προφανές ότι αν ένα αντικείμενο δεν ανακλά ή δεν εκπέμπει τέτοιες συχνότητες, τότε στην περιοχή που βρίσκεται ο εγκέφαλός μας θα αντιληφθεί ότι υπάρχει μια μαύρη περιοχή. Δεν θα βλέπει το αντικείμενο, αλλά δεν θα βλέπει και το υπόβαθρο, επομένως θα γνωρίζει ότι κάτι υπάρχει σε εκείνο το σημείο. Για μια σωστή απόκρυψη λοιπόν δεν αρκεί μόνο να μη βλέπουμε το αντικείμενο, αλλά θα πρέπει να βλέπουμε και ό,τι υπάρχει πίσω του ώστε να μην υπάρχουν μαύρες περιοχές. Επίσης, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ο εγκέφαλός μας τοποθετεί ένα αντικείμενο στο χώρο βασισμένος στην κατεύθυνση του φωτός που φτάνει από το αντικείμενο στο μάτι μας. Αν για κάποιο λόγο το φως έχει αλλάξει κατεύθυνση όσο κινείται, τότε η θέση που ο εγκέφαλός μας τοποθετεί το αντικείμενο δεν είναι η πραγματική θέση του αντικειμένου. Αυτό το φαινόμενο το παρατηρούμε όταν καθώς βλέπουμε ένα κουτάλι που βρίσκεται μισοβυθισμένο μέσα στο νερό σε ένα ποτήρι νομίζουμε ότι το κουτάλι είναι σπασμένο. Το φαινόμενο αυτό είναι η γνωστή μας διάθλαση. Για μια πετυχημένη απόκρυψη λοιπόν θα πρέπει οι φωτεινές ακτίνες που φτάνουν στο μάτι μας να ακολουθούν μια τροχιά ημικυκλίου γύρω από το αντικείμενο και στο τέλος να ξαναβρεθούν στην αρχική τους κατεύθυνση, δίνοντάς μας την εντύπωση πως το αντικείμενο δεν βρίσκεται σε εκείνο το σημείο και πως σε όλο το χώρο υπάρχει μόνο αέρας. Δηλαδή, δεν θα πρέπει καμία φωτεινή ακτίνα από το αντικείμενο αυτό να βγαίνει από τη συγκεκριμένη περιοχή που έχει αποκοπεί φωτεινά από το περιβάλλον της,

