

Συναντήσεις ανθρώπων και συγκρούσεις σωματιδίων στον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο

Ο πιο γνωστός επιταχυντής σωματιδίων είναι ο μεγάλος επιταχυντής αδρονίων που βρίσκεται στο CERN στη Γενεύη. Ωστόσο, οι απαρχές αυτών των τεχνουργημάτων εντοπίζονται στη Γερμανία της δεκαετίας του 1940. Μια κομβική συνάντηση μεταξύ δύο επιστημόνων θα έθετε τα θεμέλια μιας νέας εποχής. Η τύχη έφερε τους Bruno Touschek και Rolf Wideroe να συναντηθούν το 1943 στο Βερολίνο.

►► 8

Επιστήμη και τεχνολογία στη δημόσια σφαίρα

Την Τρίτη 19 Μαρτίου πραγματοποιήθηκε η εκδήλωση «Επιστήμη και τεχνολογία στη δημόσια σφαίρα», την οποία συνδιοργάνωσαν το «Πρίσμα», η SciFY και το INNOVATHENS στην Τεχνόπολη, στο Γκάζι. Στην εκδήλωση συζητήθηκαν ο ρόλος της επιστημονικής δημοσιογραφίας, η σημασία της επιστημονικής εκπαίδευσης και συμμετοχής των πολιτών καθώς και η σχέση επιστήμης και δημοκρατίας.

►► 4-5



ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ

Athens Science Festival 2019 στην Τεχνόπολη του Δήμου Αθηναίων

Για έκτη συνεχή χρονιά διοργανώνεται στην Τεχνόπολη του Δήμου Αθηναίων το Athens Science Festival με πολλές δράσεις για το κοινό. Στις 6 και 7 Απριλίου, το κοινό θα έχει την ευκαιρία να παρακολουθήσει ενδιαφέρουσες ομιλίες, διαδραστικές εκθέσεις, εργαστήρια αλλά και δρώμενα για μικρούς και μεγάλους.

►► 6

ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Εφαρμοσμένη φαρμακογνω- σία στα νησιά της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου. Σταθμός πε- ριφερειακής οικονομικής ανάπτυξης

Το Αιγαίο Πέλαγος αριθμεί έναν μεγάλο αριθμό νησιών και νησίδων, με πολύ μεγάλη τοπογραφική, ιστορική, γεωλογική και περιβαλλοντική ετερογένεια. Είναι ένα υπέροχο φυσικό εργαστήριο έρευνας που εδώ και αιώνες διαμορφώνεται με βάση τη δυναμική ισορροπία μεταξύ πολιτισμών και οικοσυστημάτων.

►► 7

Ταχείες εκλάμψεις ραδιοκυμάτων: τα μυστηριώδη σήματα του Σύμπαντος



Μόλις μερικές δεκάδες ταχείες εκλάμψεις ραδιοκυμάτων έχουν ανιχνευθεί τα τελευταία δέκα χρόνια και, μέχρι στιγμής, οι θεωρίες που φιλοδοξούν να τις εξηγήσουν είναι περισσότερες από τα ίδια τα γεγονότα. Πρόσφατες μελέτες όμως παρουσιάζουν λεπτομερείς υπολογισμούς και προτείνουν παρατηρήσεις που θα μπορούσαν να οδηγήσουν τους επιστήμονες στη λύση του μυστηρίου.

►► 2-3

Η «ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ» είναι μια λέξη συνδεδεμένη με τους μύθους και τα έπη. Τα μήλα των Εσπερίδων, το χρυσόμαλλο δέρας, η Ιθάκη, η Γη της Επαγγελίας αποτέλεσαν αντικείμενα αναζήτησης, γύρω από τα οποία πλέχτηκαν οι ιστορίες που καθόρισαν τον δυτικό πολιτισμό. Για να μη μιλήσουμε για την αναζήτηση των μυστικών, των ελξίριων ή της σωτηρίας που κληροδότησαν σ' αυτόν τον ίδιο πολιτισμό το πάθος του για την αναζήτηση της αλήθειας. Η ιδέα της αναζήτησης ιστορικά είναι συνδεδεμένη με ένα στοιχείο ηρωισμού, αφιέρωσης και αυταπάρνησης. Δεν μετέχει της αναζήτησης οποιοσδήποτε. Μόνο οι εκλεκτοί και οι φωτισμένοι ή, έστω, κάποιοι άτυχοι ήρωες που τους καταράστηκαν οι θεοί. Επίσης, η αναζήτηση είναι συνδεδεμένη με μια έννοια समात्मικής ενεργητικότητας. Οι ήρωες ταξιδεύουν, χάνονται, πολεμούν, αγωνίζονται για να μπορέσουν να βρουν το ποθητό αντικείμενο.

Η απομάγευση του κόσμου έφερε και την απομάγευση της αναζήτησης. Ό,τι είναι να βρεθεί βρίσκεται εντός αυτού εδώ του κόσμου. Είναι σαν σε κάποια μυστική στροφοή της ιστορίας, τα αντικείμενα όλων των αναζητήσεων να συμπυκνώθηκαν σε ένα: την αλήθεια για τον κόσμο. Η αναζήτηση, όμως, δεν έχασε τον ηρωικό της χαρακτήρα: Ο δόκτωρ Φάουστους αποτελεί την αρχετυπική μορφή που, προκειμένου να φέρει εις πέρας την αναζήτηση της γνώσης, είναι διατεθειμένος (όχι χωρίς κάποια κρυφή ηδονή, είναι αλήθεια) να πληρώσει το τίμημα της προσωπικής απώλειας. Είναι η ίδια πολιτισμική πρακτική που βρίσκεται πίσω από τις φιλοδοξίες της σύγχρονης επιστήμης, αλλά και από τα ηθικά διλήμματα που τις συνοδεύουν.

Τι δηλώνει η λέξη αναζήτηση σήμερα; Φαίνεται ότι σε άλλη μια κρυφή στροφοή της ιστορίας, η λέξη άλλαξε και πάλι νόημα. Στο πολιτισμικό πλαίσιο που διαμορφώνεται από τη μετάβαση στην ψηφιακότητα, η αναζήτηση παραπέμπει πρωτίτως σε ένα στατικό σώμα, τοποθετημένο μπροστά σε μια διεπαφή, η οποία του προσφέρει πρόσβαση στην ψηφιακή επικράτεια. Η αναζήτηση δεν είναι πλέον αναζήτηση ενός προσώπου, ενός μαγικού αντικείμενου, ενός τόπου, ενός ιδεώδους. Είναι πρωτίστως αναζήτηση πληροφορίας. Το ηρωικό στοιχείο παραχωρεί τη θέση του σε μια διαμοιραζόμενη πολιτισμική πρακτική, η οποία δεν αναγνωρίζει προνόμια και διακρίσεις. Η αναζήτηση αποσυνδέεται από φιλόδοξα προσωπικά εγχειρήματα και μετατρέπεται σε καθημερινή άσκηση, μέσω της οποίας οι άνθρωποι βρίσκουν τον δρόμο τους σε έναν κόσμο που συγκροτείται από σημεία.

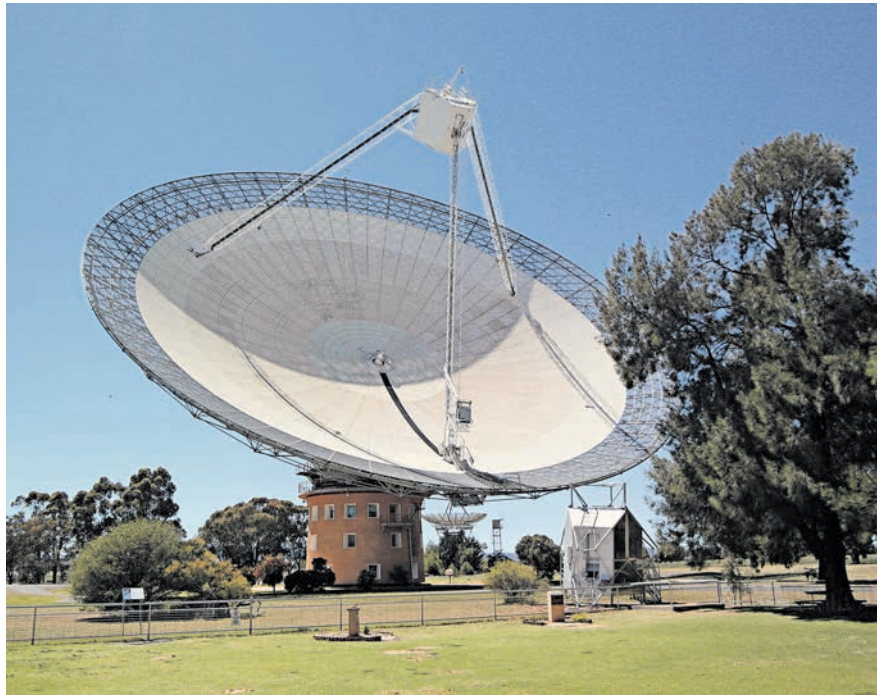
«Τι αξία έχει ένα όνομα;», αναρωτιέται η Ιουλιέτα. «Αυτό που αποκαλούμε τριαντάφυλλο θα μυρίζει το ίδιο γλυκά όποιο άλλο όνομα κι αν του δώσουμε». Παρόλα αυτά, επιμένουμε να του δίνουμε το ίδιο όνομα. Ορισμένες λέξεις είναι νήματα που ξετυλίγονται στον χρόνο. Οχι από αδράνεια ή από συνήθεια. Αλλά επειδή διατηρούν την ανάνηψη της προσπάθειας που απαιτήθηκε για να μεταβούμε από το βασίλειο του μύθου στον κόσμο των ανθρώπων και να μετατραπούμε από ήρωες σε πρόσωπα.

Μ. Π.

Ταχείες εκλάμψεις ραδιοκυμάτων: τα μυστηριώδη σήματα του Σύμπαντος

Οι ταχείες εκλάμψεις ραδιοκυμάτων ή ραδιοεκλάμψεις (FRB, Fast Radio Bursts) είναι πολύ σύντομες και πολύ ισχυρές εκπομπές ραδιοκυμάτων αστρονομικής προέλευσης. Η πρώτη καταγραφή ενός τέτοιου φαινομένου έγινε το 2007 από ερευνητές από τις ΗΠΑ και την Αυστραλία. Η ομάδα μελετούσε παρατηρήσεις επισκόπησης που είχαν ληφθεί το 2001 από το ραδιοηλεσκόπιο του Parkes Observatory, στην Αυστραλία, οι οποίες είχαν ως στόχο την καταγραφή πάλσαρ (αστέρων νετρονίων που εκπέμπουν στα ραδιοκύματα). Το πρώτο αυτό γεγονός φέρει το όνομα «Lorimer Burst» (δηλαδή έκλαμψη του Lorimer, από το όνομα του επιστήμονα που ηγήθηκε της μελέτης), είχε διάρκεια μικρότερη από πέντε χιλιοστά του δευτερολέπτου και ένταση μερικές χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από την τυπική εκπομπή ραδιοκυμάτων από έναν γαλαξία. Το γεγονός δεν επαναλήφθηκε μέσα στις περίπου ενενήντα ώρες παρατηρήσεων που ακολούθησαν, οδηγώντας τους επιστήμονες στο συμπέρασμα ότι επρόκειτο για ένα πολύ δραματικό γεγονός, όπως μια έκρηξη υπερκαινοφανούς ή μια συγχώνευση πολύ μαζικών αντικειμένων (π.χ. αστέρων νετρονίων ή μελανών οπών). Επιπλέον, τα χαρακτηριστικά της έκλαμψης υποδείκνυναν ότι η πηγή της ακτινοβολίας βρισκόταν έξω από τον γαλαξία μας ή το κοντινό μικρό νέφος του Μαγγελάνου, πιθανόν σε κάποιον άλλο μακρινό γαλαξία. Η μελέτη δημοσιεύτηκε το 2007 στο περιοδικό «Science» και από τότε ξεκίνησε η ανακάλυψη και άλλων τέτοιων γεγονότων σε παρατηρήσεις αρχείου.

Από το 2007 έχουν ανακαλυφθεί μερικές δεκάδες τέτοια γεγονότα και πολλά από τα χαρακτηριστικά τους έχουν μελετηθεί, ωστόσο η επιστημονική κοινότητα δεν έχει ακόμα καταλήξει σε μια κοινή αποδεκτή θεωρία για τον μηχανισμό που τα προκαλεί. Αρχικά, τα πιθανά σενάρια που είχαν προταθεί ήταν περισσότερα α-



Το ραδιοηλεσκόπιο Parkes στην Αυστραλία, οι παρατηρήσεις του οποίου οδήγησαν στην πρώτη ανίχνευση ραδιοεκλάμψεων

πό τον αριθμό των γεγονότων που είχαν ανιχνευθεί. Ωστόσο, σιγά - σιγά οι ομάδες των επιστημόνων βάζουν τα σενάρια αυτά σε μια τάξη.

Μεγάλο ρόλο σε αυτή τη διαδικασία παίζει η συσσώρευση νέων παρατηρήσεων, οι οποίες αποκαλύπτουν νέα χαρακτηριστικά των ταχέων ραδιοεκλάμψεων. Η μικρή τους διάρκεια υποδεικνύει ότι οι πηγές τους έχουν μέγεθος όχι μεγαλύτερο από μερικά χιλιόμετρα, ενώ το γεγονός ότι πιθανότατα βρίσκονται σε τεράστιες αποστάσεις σημαίνει ότι οι διαδικασίες που παράγουν τις ραδιοεκλάμψεις είναι πολύ δραματικές και κατά τη διάρκεια τους εκπέμπονται τεράστια ποσά ενέργειας. Ωστόσο, πολλά από τα νέα στοιχεία που αποκαλύπτονται δεν χαρακτηρίζουν όλα τα γεγονότα. Κάποια από τα σήματα των ραδιοεκλάμψεων παρουσιάζουν πολύ γρήγορες διακυμάνσεις, της τάξης του δεκάκις χιλιοστού του δευτερολέπτου. Σε κάποια από αυτά η ακτινοβολία είναι πολωμένη, αποκαλύπτοντας ότι το μαγνητικό πεδίο της πηγής

παίζει σημαντικό ρόλο. Σχεδόν όλα τα γεγονότα που έχουν ανακαλυφθεί είναι μεμονωμένα, πλην δύο, τα οποία επαναλαμβάνονταν χωρίς όμως κάποια συγκεκριμένη περιοδικότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν οι ταχείες ραδιοεκλάμψεις που έχουμε ανακαλύψει μέχρι τώρα, δεν αποκλείεται να υπάρχουν τουλάχιστον δύο υποκατηγορίες αυτών των φαινομένων.

Πάντως, παρά τη συσσώρευση παρατηρήσεων και τη συστηματική επεξεργασία τους, το φαινόμενο των ταχέων ραδιοεκλάμψεων παραμένει ακόμα ένα μυστήριο. Πολλοί από τους εμπλεκόμενους επιστήμονες πιστεύουν ότι η εξήγηση του φαινομένου δεν θα βελτιώσει απλώς τη γνώση μας για τις ιδιαίτερα ενεργητικές διεργασίες που συμβαίνουν στο Σύμπαν, αλλά θα μας εφοδιάσει με ακόμα ένα εργαλείο μελέτης του ίδιου του Σύμπαντος μέσω του οποίου θα μπορούμε να μετράμε αποστάσεις, μαγνητικά πεδία, την κατανομή της σκοτεινής ύλης κλπ.

Πιθανά σενάρια για την ερμηνεία των ταχέων ραδιοεκλάμψεων

Σε ένα πρόσφατο άρθρο επισκόπησης, μια ομάδα επιστημόνων από τη Νότια Αφρική και τον Καναδά επιχειρούν να κατηγοριοποιήσουν τα πιο πιθανά σενάρια και να υποδείξουν το είδος των παρατηρήσεων που θα μπορούσε να επιβεβαιώσει ή να απορρίψει το καθένα από αυτά. Η επισκόπηση αυτή γίνεται με αφορμή και την κατασκευή και λειτουργία νέων εγκαταστάσεων παρατήρησης των εκπομπών ραδιοφωνικών κυμάτων αστρονομικής προέλευσης.

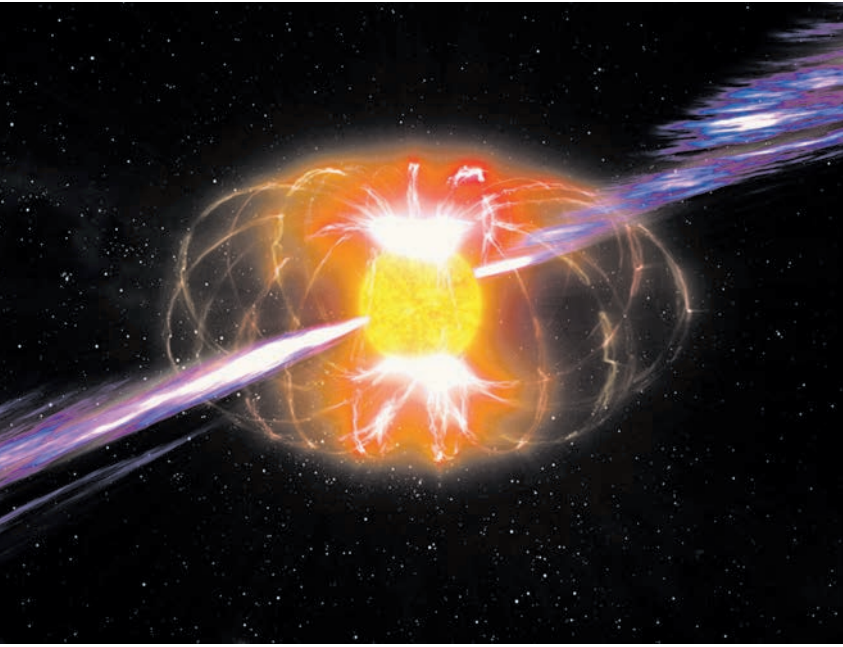
Μία από τις πιθανές εξηγήσεις των ταχέων ραδιοεκλάμψεων είναι ότι αυτές παράγονται στο εσωτερικό των ενεργών γαλαξιακών πυρήνων. Εκεί, το υλικό που περιστρέφεται γύρω από τις τεράστιες μελανές οπές που βρίσκονται στο κέντρο των γαλαξίων μπορεί να επιταχυνθεί και να εκτοξευτεί ως ένας τεράστιος πίδακας πριν πέσει στο εσωτερικό της μαύρης τρύπας. Κατά τη διαδικασία αυτή, λόγω της τεράστιας θερμότητας που αναπτύσσεται, μπορεί να παραχθεί εκπομπή ραδιοκυμάτων υπό τη μορφή σύντομων εκλάμψεων. Αντιστοίχως, το υλικό που βρίσκεται γύρω από ταχύτατα περιστρεφόμενους πάλσαρ μπορεί να επιταχυνθεί από το ισχυρό μαγνητικό τους πεδίο και να εκπέμψει ραδιοφωνική ακτινοβολία. Συχνά, τα αντικείμενα αυτά βρίσκονται μέσα σε νέφη και λόγω της ταχείας περιστροφής τους σχηματίζουν φυσαλίδες οι οποίες ταξιδεύουν προς τα έξω και αλληλεπιδρούν με το υλικό του νέφους.

Η συγχώνευση πολύ μαζικών αστρικών αντικειμένων, όπως μελανών οπών, αστέρων νετρονίων ή λευκών

νάνων μπορεί επίσης να προκαλέσει την εκπομπή ραδιοκυμάτων με κάποια από τα χαρακτηριστικά των ταχέων ραδιοεκλάμψεων. Το ίδιο μπορεί να συμβεί και κατά τη διάρκεια της κατάρρευσης αυτών των αντικειμένων, όταν, για παράδειγμα, ένας αστέρας νετρονίων συμπιέζεται περαιτέρω με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας μελανής οπής. Ένα πιο παράξενο σενάριο προβλέπει ότι η αλληλεπίδραση των μαζικών αυτών αντικειμένων με τη σκοτεινή ύλη μπορεί να οδηγήσει σε ταχείες ραδιοεκλάμψεις, κάτι που θα μπορούσε να δώσει τη δυνατότητα να μελετηθούν έμμεσα οι ιδιότητες της μυστηριώδους αυτής μορφής ύλης μέσω της μελέτης των ραδιοεκλάμψεων. Κάποια από αυτά τα σενάρια συμπεριλαμβάνουν επίσης υποθετικά σωματίδια ή αντικείμενα, όπως τα αξιόνια (υποθετικά υποατομικά σωματίδια που μπορεί να αποτελούν τη σκοτεινή ενέργεια), χορδές ή ακόμα υποθετικά αντικείμενα, όπως οι λευκές οπές, δηλαδή τα αντίθετα των μελανών οπών, οι οποίες φυσικά δεν έχουν ανακαλυφθεί.

Προκειμένου να έχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα και να είναι σε θέση να ταξινομήσουν και να αξιολογήσουν τα πιθανά σενάρια, θεωρητικοί επιστήμονες και παρατηρητές τα έχουν συγκεντρώσει σε μια ιστοσελίδα (frbtheorycat.org). Εκεί μπορεί να βρει κανείς λεπτομέρειες για τους πιθανούς μηχανισμούς, τα αστρονομικά αντικείμενα που εμπλέκονται, τις παρατηρήσεις που αναμένει κανείς με βάση τους μηχανισμούς και τη βιβλιογραφία στην οποία στηρίζονται. Μια τέτοια συστηματική εργασία μπορεί να κατευθύνει μελλοντικές παρατηρήσεις και να οδηγήσει στην εξήγηση των φαινομένων και αποτελεί ένα εξαιρετικό παράδειγμα συνεργασίας μεταξύ θεω-

Καλλιτεχνική απεικόνιση της διαδικασίας συγχώνευσης δύο αστέρων νετρονίων, η οποία μπορεί να οδηγήσει στην εκπομπή ισχυρής ραδιοφωνικής ακτινοβολίας



Καλλιτεχνική απεικόνιση ενός μάγναστρου (magnetar)

ρητικής και παρατηρησιακής Αστροφυσικής.

Επανάληψη μήτηρ μαθήσεως

Η πιο πρόσφατη και λεπτομερής μελέτη ενός πιθανού σεναρίου παραγωγής ταχέων ραδιοεκλάμψεων βασίζεται στα γεγονότα που επαναλαμβάνονται. Το πρώτο από αυτά τα γεγονότα ανακαλύφθηκε το 2016 από μια ομάδα ερευνητών του Ινστιτούτου Ραδιοαστρονομίας Max Planck στη Βόνη της Γερμανίας. Η επαναληψιμότητα του γεγονότος έδωσε τη δυνατότητα στους ερευνητές να εντοπίσουν την πηγή της εκπομπής και να την ταυτίσουν με μια περιοχή που βρισκόταν σε έναν νάνο γαλαξία, όπου πυκνό πλάσμα περιβαλλόταν από ισχυρά μαγνητικά πεδία. Περαιτέρω μελέτη του σήματος αποκάλυψε την ύπαρξη μικρότερης κλίμακας εκλάμψεων κατά τη διάρκεια του γεγονότος, στις οποίες παρατηρείται και μια μείωση της συχνότητας εκπομπής. Μόλις τον Ιανουάριο του 2019 δημοσιεύτηκαν αποτελέσματα παρατηρήσεων από το ραδιοηλεσκόπιο CHIMES, στις οποίες περιέχονταν άλλο ένα επαναλαμβανόμενο γεγονός, το οποίο παρουσίαζε παρόμοια χαρακτηριστικά.

Το σενάριο αυτό εξηγεί με επιτυχία τη μη περιοδική επαναληψιμότητα των σημάτων και θέτει κάποιες επιπλέον προδιαγραφές για μελλοντικές παρατηρήσεις. Κατά τη διαδικασία που περιγράφηκε είναι πιθανή η εκπομπή και άλλων ειδών ακτινοβολίας, όπως π.χ. ακτίνων Χ, επομένως συνδυασμένες παρατηρήσεις με άλλα όργανα μπορούν να βοηθήσουν στην περαιτέρω μελέτη αυτών των φαινομένων. Επίσης, δεδομένου ότι πάλσαρ όπως τα μάγναστρα δημιουργούνται από την κατάρρευση μεγάλων σε μάζα αστέρων με μικρή ηλικία, πιθανοί στόχοι για περισσότερες ανιχνεύσεις τέτοιων γεγονότων καθίστανται γαλαξίες με πολλούς νεαρούς αστέρες.

Πολλοί ερευνητές θεωρούν ότι το σενάριο αυτό είναι αρκετά ελπιδοφόρο και, το κυριότερο, προτείνει συγκεκριμένες παρατηρήσεις με βάση τις οποίες μπορεί να ελεγχθεί η ορθότητά του. Θα πρέπει να σημειωθεί πάντως ότι το έργο των χαρακτηριστικών των ταχέων ραδιοεκλάμψεων και το γεγονός ότι οι επιστήμονες έχουν στη διάθεσή τους πολύ λίγες καταγραφές τέτοιων φαινομένων καθιστούν και άλλα σενάρια εξίσου πιθανά.

Γ.Κ.

Συνδεθείτε με το «Πρίσμα» στο Facebook:
www.facebook.com/PRISMASCIENCEMAGAZINE/

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Λήδα Αρνέλλου, Διδάκτωρ Επικοινωνίας της Επιστήμης
Γιάννης Κοντογιάννης, Διδάκτωρ Αστροφυσικής
Μανώλης Πατηνιώτης, Καθηγητής Ιστορίας των Επιστημών ΕΚΠΑ
Δημήτρης Πετάκος, Διδάκτωρ Ιστορίας των Επιστημών

Επιστήμη και τεχνολογία στη δημόσια σφαίρα

Την Τρίτη 19 Μαρτίου πραγματοποιήθηκε η εκδήλωση «Επιστήμη και τεχνολογία στη δημόσια σφαίρα», την οποία συνδιοργάνωσαν το «Πρίσμα», η SciFY και το INNOVATHENS στην Τεχνόπολη, στο Γκάζι. Στην εκδήλωση παρευρίσκονταν ο αναπληρωτής υπουργός Έρευνας και Καινοτομίας Κώστας Φωτάκης, ο διευθυντής του Ινστιτούτου Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» Βαγγέλης Καρκαλέτοης, ο πρόεδρος και διευθυντής του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών Μανώλης Γλιώνης, η πρόεδρος της Εθνικής Επιτροπής Βιοηθικής Ελένη Ρεθυμιωτάκη και η πρόεδρος του Δ.Σ. του Ερευνητικού Ινστιτούτου Παστέρ Φωτεινή Στυλιανοπούλου. Ο καθηγητής Ιστορίας των Επιστημών (ΕΚΠΑ) και μέλος της συντακτικής ομάδας του «Πρίσματος» Μανώλης Πατηνιώτης άνοιξε την εκδήλωση με έναν απολογισμό των δυόμιαι ετών του περιοδικού, ακολούθησε στρογγυλό τραπέζι με τους καλεσμένους, που συντόνισαν η Λήδα Αρνέλλου και ο Δημήτρης Πετάκος, και η εκδήλωση ολοκληρώθηκε με ερωτήσεις του κοινού προς τους καλεσμένους. Η συζήτηση είχε εξαιρετικό ενδιαφέρον και οι τοποθετήσεις των καλεσμένων είχαν ως αποτέλεσμα έναν γόνιμο διάλογο.

Επιστημονική δημοσιογραφία και δημόσια εικόνα της επιστήμης

Ένα από τα θέματα που συζητήθηκαν ήταν η ταυτότητα και η ποιότητα της επιστημονικής δημοσιογραφίας στην Ελλάδα. Επιστημάνθηκε ότι η επιστημονική δημοσιογραφία βρίσκεται σε εμβρυακή κατάσταση. Ένας από τους λόγους αυτού του φαινομένου φαίνεται να είναι η έλλειψη επιστημονικής κατάρτισης και εκπαίδευσης των δημοσιογράφων. Ως αποτέλεσμα, αρκετές φορές δημοσιεύονται άρθρα με ανακριβείς, στερεοτυπικές ή παρωχημένες αντιλήψεις και νοητικά άλματα. Επίσης, όπως σημείωσε ο Μ. Γλιώνης, εμφανίζονται αρκετά άρθρα με επιστημονοφανή επιχειρήματα τα οποία υπερασπίζονται ψευδοεπιστημονικές θέσεις. Η παραπληροφόρηση είναι σημαντικό πρόβλημα και είναι τροχονπέδη στη δημοκρατία. Δεν είναι τυχαίο ότι πίσω από την παραπληροφόρηση και την ψευδοεπιστήμη κρύβονται πολιτικές ιδέες από συγκεκριμένους χώρους με μειωμένο δημοκρατικό αίσθημα. Στο πάνελ συζητήθηκε ότι απέχουμε πολύ από το να συζητάμε για την πολιτική ή τη φιλοσοφική προσέγγιση των διαφορετικών σχολών επιστημονικής δημοσιογραφίας.

Επίσης, ένα από τα σημαντικά προβλήματα είναι ότι υπάρχουν επιστήμονες που αρθρώνουν έναν δημόσιο λόγο ο οποίος δεν έχει καμία σχέση με τις επιστήμες. Πρόκειται για περιπτώσεις επαγγελματιών που προωθούν ιδιωτικές ατζέντες με οικονομικά και ιδεολογικά κίνητρα. Είναι κρίσιμο, επομένως, να συγκροτηθεί ένα πλαίσιο όπου ο πολίτης θα έχει σωστή ενημέρωση. Όταν οι πολίτες έχουν έγκυρη ενημέρωση, δεν μπορούν να χειραγωγηθούν. Η ευθύνη των δημοσιογράφων δεν περιορίζεται στην αναπαραγωγή ειδήσεων, αλλά στην ανάδειξη της επιστημονικής μεθόδου, στην ουσιαστική κριτική αποτίμηση



των επιστημονικών εξελίξεων, στη διασταύρωση πηγών και στον πλουραλισμό θέσεων και απόψεων όταν διαπραγματεύονται αμφιλεγόμενα επιστημονικά ζητήματα ή επιστημονικές διαμάχες.

Η επιστήμη στην εκπαίδευση και την κοινωνία

Η ανάγκη για επιστημονική εκπαίδευση είναι απαραίτητη στις σύγχρονες κοινωνίες για πολικούς και διαφορετικούς λόγους. Οι ομιλήτριες και ομιλητές επισήμαναν αυτή την ανάγκη μέσα από αρκετά παραδείγματα. Το κρίσιμο είναι το θεσμικό πλαίσιο που καθιστά εφικτό και διαρκή τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Ο Β. Καρκαλέτοης επισήμανε ότι η επιστημονική εκπαίδευση αποτελεί μία από τις δικλίδες ασφαλείας απέναντι σε τεχνοφοβικά και τεchnοφιλικά παραλή-



ρήματα. Οι πολίτες ενημερώνονται και εκπαιδεύονται με τέτοιον τρόπο ώστε να είναι σε θέση να αξιολογούν με μεγαλύτερη ωριμότητα και ψυχραιμία τις τεχνοεπιστημονικές εξελίξεις και το πώς αυτές επηρεάζουν την καθημερινότητά τους. Προφανώς, ακόμη και στην άτυπη εκπαίδευση, η ύπαρξη δομών και η δυνατότητα αξιοποίησης οικονομικών και ανθρώπινων πόρων είναι εκ των ων ουκ άνευ. Επίσης, η άτυπη επιστημονική εκπαίδευση πρέπει να απευθύνεται και σε ευαίσθητες κοινωνικές ομάδες, όπως τα προσφυγόπουλα και τα σωφρονιστικά ιδρύματα, όπου το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το Ερευνητικό Ινστιτούτο Παστέρ και το ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» πρωτοστατούν με εξαιρετικές εκπαιδευτικές δράσεις από εξειδικευμένο προσωπικό.

Επίσης, σημειώθηκε ότι τα τελευταία χρόνια έχουν υπάρξει σημαντικές πρωτοβουλίες της Πολιτείας μέσα από τον συντονισμό δυνάμεων, την αύξηση δαπανών για την έρευνα και τη βέλτιστη αξιοποίηση ανθρωπινων πόρων και υποδομών στα ερευνητικά κέντρα για ζητήματα εκπαίδευσης. Ο αναπληρωτής υπουργός Κ. Φωτάκης αναφέρθηκε στις εμβληματικές δράσεις που έχουν ως στόχο να υπάρξει ορατό και άμεσο κοινωνικό αποτύπωμα. Για παράδειγμα, εμβληματικές δράσεις που αφορούν τη συγκρότηση εθνικών δικτύων Ιατρικής Ακρίβειας στην Ογκολογία, την Καρδιολογία και στην πρόληψη του νεανικού αιφνίδιου θανάτου αποτελούν ένα ουσιαστικό βήμα για άμεσο κοινωνικό αποτύπωμα της επιστήμης στην κοινωνία.

Επιστήμη, κοινωνία και δημοκρατία

Η σχέση δημοκρατίας και επιστήμης-τεχνολογίας ήταν και το θέμα που απασχόλησε περισσότερο την εκδήλωση. Ένας από τους άξονες της

συζήτησης αφορούσε την έννοια της συμπαραγωγής. Οι θεωρίες συμπαραγωγής αναγνωρίζουν τον ενεργητικό ρόλο των πολιτών στη δημιουργία νέων τεχνουργημάτων και την παραγωγή νέας γνώσης. Η σχέση κοινωνίας και επιστήμης υπήρχε πάντα είπε η Φ. Στυλιανοπούλου. Αναφέρθηκε σε χαρακτηριστικά παραδείγματα όπου οι πολίτες είχαν και έχουν ενεργητικό ρόλο στη μελέτη της φύσης. Στη σύγχρονη εποχή, η ενασχόληση με την επιστήμη και την τεχνολογία είναι οικεία σε όλους και όλες. Το κομμάτι της συμμετοχής των μη επιστημόνων υπάρχει, έρχεται από κάτω, από την κοινωνία, και έχει μια δική του δυναμική. Η επιστημονική κοινότητα αρκετές φορές αντιλαμβάνεται αυτές τις εξελίξεις εκ των υστέρων. Σε σχέση με τη συμμετοχή των πολιτών στην έρευνα αναφέρθηκαν πολλά παραδείγματα όπου οι πολίτες συνδιαμορφώνουν το τεχνοεπιστημονικό πλαίσιο. Για παράδειγμα, ερασιτέχνες αστρονόμοι βοηθούν σημαντικά στην αναζήτηση νέων σουπερνόβα (υπερκαινοφανών αστέρων). Επίσης, στις επιστήμες της Πληροφορικής, αρκετοί πολίτες συμβάλουν στη συλλογή δεδομένων και πληροφορίας, τα οποία μπορούν να συγκεντρώσουν οι επιστήμονες και να εξάγουν σημαντικά συμπεράσματα ή και να προτείνουν λύσεις σε συγκεκριμένα προβλήματα της καθημερινότητας. Για παράδειγμα, το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Your Data Stories, στο οποίο συμμετείχε και ο «Δημόκριτος», είχε ως στόχο την αξιοποίηση ανοιχτών κυβερνητικών δεδομένων από πολίτες.

Προφανώς, η συμμετοχή και η ενημέρωση ενός πολίτη τον κάνουν πιο ενεργητικό δημοκρατικό. Ωστόσο, δεν μπορεί να έχεις παντού ένα τέτοιο πλαίσιο συμμετοχής. Για παράδειγμα, δεν θα εμπιστευόταν ποτέ κάποιος έναν ερασιτέχνη χειρουργό. Είναι κρίσιμο, επομένως, να αναγνωρίζουμε τα όρια της συμμετοχής και συνδιαμορφωσης. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα όρια καταλύονται και διάφοροι υποστηρίζουν ότι η Θεωρία της Σχετικότητας δεν ισχύει, ότι η Γη είναι επίπεδη, ότι δεν πρέπει να κάνουμε εμβόλια κ.τ.λ. Επομένως, είναι απαραίτητο κάποιος να έχει τη σωστή επιστημονική εκπαίδευση ώστε να αναγνωρίζει τα όρια του Citizen Science (Επιστήμη των Πολιτών). Ο πολίτης που είναι γνώστης είναι δύσκολο να αφεθεί να τον ηγεμονεύσει η επιστήμη. Επιστημάνθηκε ο αρνητικός ρόλος των ΜΜΕ επειδή επιτρέπεται η διαφήμιση ιδιωτικών χώρων παροχής ιατρικών υπηρεσιών. Η διαφήμιση δημιουργεί μια εσφαλμένη εντύπωση επιστημονικής ανωτερότητας ακριβώς επειδή ο στόχος είναι οικονομικός.



Ωστόσο, δεν σημειώθηκε μόνο η εμπλοκή του πολίτη στην επιστήμη αλλά και το ανάποδο. Οι επιστήμονες, δηλαδή, πρέπει να συνειδητοποιήσουν τον ρόλο τους ως υπεύθυνοι πολίτες, που οφείλουν να «μοιράζονται» τη δουλειά τους με την κοινωνία και να τη θέτουν στην υπηρεσία της. Συχνά, η επιστήμη δεν ασχολείται με τα πραγματικά ζητήματα της κοινωνίας, γεγονός που την απομακρύνει από αυτή. Το ζητούμενο, όπως σημείωσε η Ε. Ρεθυμιωτάκη, είναι να απομυθοποιηθεί η σχέση μας με την επιστήμη. Αρκετές φορές, οι επιστήμονες συμπεριφέρονται σαν να εξαιρούν τον εαυτό τους από την έρευνά τους, σαν να στέκονται πάνω από την κοινωνία. Για παράδειγμα, ακόμη κι όταν παρεμβαίνουμε στο γονιδίωμα, νομίζουμε ότι δεν έχει καμία επίπτωση σε εμάς. Αυτή η στάση είναι ενδεικτική του τεχνοκρατικού πλαισίου εντός του οποίου καλλιεργείται μέρος της επιστημονικής έρευνας και συνιστά παραμόρφωση της δημοκρατίας.

Όπως επισήμανε ο Μ. Γλιώνης, κάθε κοινωνία έχει τις δικές της ιστορικές συγκυρίες και η έρευνα μπορεί να κατευθυνθεί μόνο μέσα από αυτές. Η επιστήμη δεν είναι ουδέτερη. Αυτή τη φράση χρησιμοποίησε ο αναπληρωτής υπουργός Έρευνας και Καινοτομίας Κ. Φωτάκης στην τοποθέτησή του για τη σχέση δημοκρατίας και επιστήμης. Πρόκειται για μια τοποθέτηση που εκφράζει και συμπυκνώνει την ουσία της επιστημονικής έρευνας, η οποία αναπόφευκτα αποτυπώνει συγκεκριμένες ανάγκες, επιλογές και ευθύνες που έχουν πολιτικό πρόσημο. Σε ένα αυστηρό τεχνοκρατικό και καπιταλιστικό πλαίσιο υπάρχει η πεποίθηση ότι η αγορά και η εργασία αυτορρυθμίζονται. Αυτή η πεποίθηση αντιλαμβάνεται, εσφαλμένα, ακόμη και την αεργία ως κάτι που θα αντιμετωπιστεί από κάποιες αόρατες δυνάμεις της αγοράς. Ωστόσο, όπως σημειώθηκε στο πάνελ, τα πράγματα δεν είναι έτσι. Η δημοκρατία δεν μπορεί να τεθεί σε τεχνοκρατικό πλαίσιο. Πώς διαμορφώνεται το επιστημονικό περιβάλλον και πώς γίνονται οι χρηματοδοτήσεις είναι ένα πολιτικό ζήτημα. Μόνο αν τα κριτήρια είναι πολιτικά η γνώση μπορεί να έχει δημοκρατικό πρόσημο. Το κρίσιμο είναι να δημιουργηθούν αναπτυξιακές συνθήκες με έναν προσανατολισμό μείωσης των ανισοτήτων και καλύτερης ποιότητας ζωής για όλες και όλους. Η απάντηση, επομένως, είναι ποια πολιτική επικρατεί.

Δ.Π.



Πρόταση Blod

Η επιστήμη στην υπηρεσία της κοινωνίας

Ακούγεται στερεοτυπικό, αλλά η επιστήμη και η τεχνολογία οφείλουν να τίθενται στην υπηρεσία της κοινωνίας. Το ερώτημα είναι αν υπάρχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που αποτελούν κατευθυντήριες γραμμές για την έρευνα, ώστε αυτή να τεθεί στην υπηρεσία της κοινωνίας. Τι εννοούμε όταν λέμε υπηρεσία και τι εννοούμε όταν λέμε κοινωνία; Υπάρχουν πολλά ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία, προκειμένου να αποτυ-

πωθούν, πρέπει να ξεκαθαριστεί ποιους αφορούν και ποια αιτήματα ικανοποιούν. Το να είναι η επιστήμη και η τεχνολογία ωφέλιμες δεν μπορεί να αποτελεί το κεντρικό κριτήριο, καθώς η ωφελιμότητα από μόνη της μπορεί να έχει πολλές, ακόμη και αρνητικές, συμπαρεδηλώσεις. Μέρος της συζήτησης, επομένως, πρέπει να είναι η πολιτική και η ηθική διάσταση της έρευνας. Ποια είναι τα πολιτικά και ηθικά κριτήρια σύμφωνα με τα οποία

τα παράγωγα των επιστημών και της τεχνολογίας φτάνουν σε όλους και όλες; Στην εκδήλωση «Επιστήμη και τεχνολογία στη δημόσια σφαίρα», την οποία συνδιοργάνωσαν το «Πρίσμα», η SciFY και το INNOVATHENS

στην Τεχνόπολη, στο Γκάζι, τέθηκαν ενδελεχώς ζητήματα πολιτικής και ηθικής διάστασης. Αναπόφευκτα, το ηθικό και πολιτικό πρόσημο αποτελούν τις κατευθυντήριες γραμμές της έρευνας και οι επιστήμονες οφείλουν να συμμετέχουν σε έναν ευρύτερο διάλογο με την κοινωνία χωρίς να εξαντλούν την εργασία τους στο «αποστειρωμένο» περιβάλλον του εργαστηρίου. Δεν είναι τυχαίο ότι τις τελευταίες δεκαετίες οι επιστήμονες των λεγόμενων «σκληρών επιστημών» συνεργάζονται στενά με ειδικούς από τις Κοινωνικές και Ανθρωπιστικές Επιστήμες. Καλό είναι να θυμόμαστε, ωστόσο, ότι πρέπει να ισχύει και το αντίστροφο, δηλαδή να είναι επιστημονικά καταρτισμένοι και οι άνθρωποι που παίρνουν πολιτικές αποφάσεις για την έρευνα. Αυτό είναι και το βασικό επιχείρημα του παρακάτω βίντεο.

<https://www.youtube.com/watch?v=k14V6jyIPYM>



Athens Science Festival 2019

στην Τεχνόπολη του Δήμου Αθηναίων

Για έκκτη συνεχή χρονιά διοργανώνεται στην Τεχνόπολη του Δήμου Αθηναίων το Athens Science Festival με πολλές δράσεις για το κοινό. Τις δύο τελευταίες ημέρες της διοργάνωσης Athens Re-Science Festival, όπως ονομάζεται φέτος, στις 6 και 7 Απριλίου, το κοινό θα έχει την ευκαιρία να παρακολουθήσει ενδιαφέρουσες ομιλίες, διαδραστικές εκθέσεις, εργαστήρια αλλά και δρώμενα για μικρούς και μεγάλους. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικές από τις δράσεις:

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΟΥΣ

Σάββατο 6 Απριλίου, 12 μ.

Τίτλος δράσης:
Φτιάχνοντας μαζί έναν πύργο

Ο συγγραφικός καταγωγής δρ Kristof Fenyvesi, ιδρυτής του Experience Workshop International STEAM Movement (Hungary-Finland), μας καλεί να συμμετέχουμε σε ένα workshop με κοινωνικό χαρακτήρα. Με έμπνευση από το Warka Water Tower που σχεδιάστηκε από τον Ιταλό αρχιτέκτονα Arturo Vittori για να βοηθήσει τον πληθυσμό της Αιθιοπίας στην προσπάθεια εύρεσης πόσιμου νερού, μαζί με τον Fenyvesi θα συνδέσουμε την ψηφιακή μοντελοποίηση με την πρακτική άσκηση και τη συλλογική εργασία. Έτσι, καθένας από εμάς θα γίνει πηγή συλλογικής προσπάθειας για την επίλυση σημαντικών κοινωνικών προβλημάτων συνεργασίας, με στόχο την ανάπτυξη της δημιουργικότητας και -φυσικά- της ενίσχυσης της φαντασίας! Το εργαστήριο θα πραγματοποιηθεί με την υποστήριξη της προεβείας της Ουγγαρίας και του Business Grove.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΙΑ ΕΝΗΛΙΚΕΣ

Σάββατο 6 Απριλίου, 3 μ.μ.

Τίτλος δράσης:
Φτιάξε ένα 3D horror game

Ποια είναι τα στάδια δημιουργίας ενός... ανατριχιαστικά ενδιαφέροντος 3D παιχνιδιού τρόμου; Πώς χτίζουμε σενάριο και πλοκή; Τι ιδιότητες δίνουμε στους χαρακτήρες; Αυτά και άλλα πολλά θα μάθουμε με τη βοήθεια της Unity, της πιο διαδεδομένης πλατφόρμας δημιουργίας παιχνιδιών στον κόσμο.

Διοργάνωση: SAE Creative Media Education

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σάββατο 6 Απριλίου, 7-7.50 μ.μ.

Τίτλος δράσης: Τα όρια της επιστήμης

Τι φαντασμαγορία κι αυτή! Το πανηγύρι της επιστήμης φαίνεται να συνεχίζεται χωρίς όρια: από τη μεγάλη έκρηξη και τα μακρινά κβάρκας μέχρι τα μοναδικά νανούλικα και το θαυμαστό DNA, τα κοινωνικά φαινόμενα και τη νόσηση, η επιστήμη φαίνεται να είναι μια συναρπαστική γλώσσα που

μιλάει με μεθοδικότητα, βεβαιότητα και -γιατί όχι- αυθεντία για όλα. Είναι όμως έτσι; Χωράνε όλους ο κόσμος μας και η ζωή μας στην επιστήμη; Αν όχι, ποια είναι τα όριά της και πώς αυτά αλληλεπιδρούν με την κοινωνία, δηλαδή με όλους εμάς; Αν αυτά τα ερωτήματα είναι και δικά σας, ελάτε να τα συζητήσουμε από κοντά.

Συμμετέχοντες: Βασίλης Κωνσταντούδης, ερευνητής, φυσικός, Γιώργος Γιαννακόπουλος, ερευνητής Πληροφορικής, Γιάννης Αλμυράντης, ερευνητής, χημικός, Μανώλης Πατινιώτης καθηγητής Πανεπιστημίου, ιστορικός Επιστήμης, μέλος της συντακτικής ομάδας του «Πρίσματος».

Διοργάνωση: ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» με την υποστήριξη της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας.

ΟΜΙΛΙΕΣ

Σάββατο 6 Απριλίου, 8.30 μ.μ.

Τίτλος ομιλίας: Προκαταλήψεις στα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης

Μπορούν τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης να γίνουν όργανα φυλετικών ή βίαισμένων στο φύλο προκαταλήψεων; Να ανησυχούμε ή υπάρχουν αποτελεσματικοί τρόποι να εξασφαλίσουμε τις αρχές της ισονομίας; Ο Alexander Fefegha μας προσκαλεί να μιλήσουμε για θέματα που μας απασχολούν όλους.

Η ομιλία θα πραγματοποιηθεί με την υποστήριξη του British Council.

Κυριακή 7 Απριλίου, 8 μ.μ.

Τίτλος ομιλίας:
Για την ομορφιά της Γης

Ο αστροναύτης της NASA Clayton C. Anderson είχε την ευτυχία να περάσει 167 ημέρες αιωρούμενος πάνω από τον γαλάζιο πλανήτη, να κατανοήσει την ευθραυστότητά του και να θαυμάσει την ομορφιά της Γης. Έρχεται, λοιπόν, να μας παρασύρει σε ένα συναρπαστικό ταξίδι πέρα από τα όρια του πλανήτη μας, με φωτογραφίες από την αποστολή του στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό (ISS), διηγήσεις για τη ζωή πάνω σε ένα από τα πιο περίπλοκα τεχνολογικά επιτεύγματα των Ηνωμένων Πολιτειών, αλλά κι ένα τηλεπαχνίδι γνώσεων για την παγκόσμια γεωγραφία.

Η ομιλία θα πραγματοποιηθεί με την υποστήριξη της προεβείας των ΗΠΑ στην Αθήνα.

ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΗ ΈΚΘΕΣΗ

Σάββατο 6 και Κυριακή 7 Απριλίου, 11 π.μ.-7 μ.μ.

Τίτλος δράσης: Czech Innovation Expo ή αλλιώς... Invisible exhibition (Αόρατη Έκθεση)

Μια έκθεση που συνδυάζει τη διαδραστική οπτικοακουστική τέχνη με την εικονική πραγματικότητα (V.R.) και φιλοδοξεί να μας ταξιδέψει σε εκατό χρόνια επιτευγμάτων της Τσέχικης Δημοκρατίας στους τομείς της έρευνας και της επιστήμης. Η έκθεση αποτελείται από αφηρημένα μαύρα σύμβολα σε λευκό φόντο τοίχου και σε κιβώτια εξαγωγής που θυμίζουν «ιερογλυφικά». Με εφαρμογές



σε smartphones ή tablets οι εικόνες μπροστά στα μάτια του επισκέπτη κινούνται και ο ίδιος γίνεται μέρος του συναρπαστικού επιστημονικού κόσμου.

Με την υποστήριξη του Τσέχικου Κέντρου στην Αθήνα.

Σάββατο 6 και Κυριακή 7 Απριλίου, 11 π.μ.-7 μ.μ.

Τίτλος δράσης: Του καιρού τα μυστικά

Για ένα «Θελλώδες» και γεμάτο συνκηήσεις ταξίδι στην επιστήμη της μετεωρολογίας πρέπει να ετοιμάζονται οι επισκέπτες του Athens Science Festival, καθώς οι επιστημονικοί συνεργάτες του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και της ομάδας Εκπαιδευτικής Μετεωρολογίας του meteo.gr θα μας γνωρίσουν τις πιο ενδιαφέρουσες πτυχές της που αφορούν το κλίμα και τα καιρικά φαινόμενα. Πώς δημιουργούνται οι κεραυνοί; Πώς μπορούμε να κάνουμε πρόβλεψη του καιρού βλέποντας μόνο τα σύννεφα; Πόσο πιθανό είναι να δούμε τυφώνα στην Ελλάδα; Τι σημαίνει κλίμα και τι ισχύει τελικά για την κλιματική αλλαγή;

Συμμετέχοντες: δρ Ιωάννης Κωλέτσος, δρ Ελισαβέτ Γαλανάκη, φυσικοί - μετεωρολόγοι, επιστημονικοί συνεργάτες του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών / meteo.gr, επιμελητές της έκθεσης.

Διοργάνωση: Α.Ε. Τοιμέντων TITAN, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών / Επιστημονική Ομάδα Εκπαιδευτικής Μετεωρολογίας «Περί Ανέμων και Υδάτων» του meteo.gr.

ΕΚΘΕΣΗ ΤΕΧΝΗΣ

Σάββατο 6 και Κυριακή 7 Απριλίου, 11 π.μ. – 8 μ.μ.

Τίτλος δράσης: Relax and Release

Μια διαδραστική ψηφιακή έκθεση που ενθαρρύνει τη κίνηση και την ελευθερία και παρασύρει το κοινό σε ένα ταξίδι απόλυτης δημιουργικής ελευθερίας. Σας υπόσχεται μια συμμετοχική εμπειρία γεμάτη συνείδηση και μυστήριο με ό,τι μπορούν να προκαλέσουν το ανθρώπινο μυαλό και το σώμα. Οι κινήσεις και ο ρυθμός του κάθε συμμετέχοντα δημιουργούν εικόνες και ήχους παράγοντας ένα εικαστικό και ηχητικό αποτέλεσμα μοναδικό για τον καθέναν. Όσο περισσότερο συμμετέχει το κοινό, τόσο μεγαλύτερη η επιβράβευση του. Το «Relax and Release» πρόκειται σε συνεργασία με το Tate Museum και έχει εκτεθεί στο Οxo Tower στο Λονδίνο και το Lightwaves Festival στο Manchester.

Συμμετέχοντες: Maria Almena (Kimatica Studio), Nestor Rubio (Kimatica Studio), Augustine Leudar (Magik Door).

Διοργάνωση: Kimatica Studio με την υποστήριξη του British Council και της βρετανικής προεβείας στην Αθήνα. Στο πλαίσιο του εορτασμού των ογδόντα χρόνων του British Council στην Ελλάδα.

Περισσότερες πληροφορίες:

<http://www.athens-science-festival.gr>

Λ.Α.

Εφαρμοσμένη Φαρμακογνωσία στα νησιά της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου

Σταθμός περιφερειακής οικονομικής ανάπτυξης

ΤΟΥ ΒΑΓΓΕΛΗ ΑΣΙΩΤΗ

Το Αιγαίο πέλαγος αριθμεί έναν μεγάλο αριθμό νησιών και νησιδών με πολύ μεγάλη τοπογραφική, ιστορική, γεωλογική και περιβαλλοντική ετερογένεια. Είναι ένα υπέροχο φυσικό εργαστήριο έρευνας που εδώ και αι-

ώνες διαμορφώνεται με βάση τη δυναμική ισορροπία μεταξύ πολιτισμών και οικοσυστημάτων.

Μοναδικές κλιματικές και τοπογραφικές συγκυρίες δημιούργησαν τη λεγόμενη μεσογειακή βλάστηση και χλωρίδα. Μια χλωρίδα απίστευτης ποικιλίας στη μεσογειακή λεκάνη, όριο μετάβασης από την τροπική στην εύκρατη ζώνη. Η συστηματική βοτανική έθεσε τα «όρια» εξαπλώσεως των φυτών με βάση γεωλογικά φαινόμενα και βιοκλιματικές συνθήκες, με αποτέλεσμα στον ελληνικό χώρο να έχουμε δεκατρείς διαφορετικές χλωριδικές περιοχές, από τις οποίες το Αιγαίο να καταλαμβάνει τις πέντε.

Η έρευνά μου επικεντρώνεται στα νησιά της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου: Λήμνο, Λέσβο, Χίος, Σάμο και Ικάρια, αλλά και τα μικρότερα, όπως ο Αγιος Ευστράτιος, τα Ψαρά, οι Οινούσσες και οι Φούρνοι. Θα αναρωτηθεί κανείς γιατί δεν συμπεριλαμβάνονται και τα άλλα νησιά των φυτογεωγραφικών περιοχών του Βορείου και Ανατολικού Αιγαίου. Είναι καθαρά θέμα διοικητικό και οργανωτικό. Τα νησιά που προσάνεφερα ανήκουν διοικητικά στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου, με περιφερειάρχη τη Χριστιάνα Καλογήρου, η οποία ένθερμα αγκάλιασε από την πρώτη στιγμή τις ερευνητικές μου προτάσεις.

Μετά από ακριβώς τρία χρόνια στο Εργαστήριο Φαρμακογνωσίας και Χημείας Φυσικών Προϊόντων του καθηγητή Αλέξιου Λεάνδρου Σκαλτσούνη στη Φαρμακευτική Σχολή του ΕΚΠΑ (στον οποίο χρωστώ ένα μεγάλο ευχαριστώ για την εμπιστοσύνη του), διαχειρίζομαι τρεις προγραμματικές συμβάσεις με την Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου, με αποκορύφωμα τη χρηματοδότηση δημιουργίας ερευνητικού κέντρου στη Λέσβο με στόχο να συνεχιστεί η δυναμική προσπάθεια με επίκεντρο τα νησιά μας. Θα δημιουργηθούν θέσεις εργασίας και θα δοθεί το δικαίωμα σε επιστήμονες να εξειδικευτούν με μεταπτυχιακές σπουδές στον τόπο τους από τη Φαρμακευτική Σχολή Αθηνών. Συνολικά οι χρηματοδοτήσεις ανέρχονται στα 816.000 ευρώ.

Η Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου είναι νησιωτική, με συνολική έκταση 3.836 τ.χλμ. Η πλειονότητα των νησιών βρίσκεται κατά μήκος των ακτών της Μικράς Ασίας, ανατολικό σύνορο της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης με την Τουρκία. Σε συνδυασμό με το κριτήριο του πληθυσμιακού μεγέθους, τα δύο από τα μεγαλύτερα νησιά, η Λέσβος και η Χίος, συγκαταλέγονται μεταξύ των είκοσι ένα σημαντικών νησιών του ευρωπαϊκού χώρου. Η έλλειψη δυνατότητας διασύνδεσης της χώρας με τους κύριους άξονες ανάπτυξης αποτελεί βασικό

στοιχείο απομόνωσης της όσον αφορά τη λειτουργία των παραγωγικών τομέων και ιδιαίτερα του πρωτογενή.

Συνδυασμός λοιπόν επιστημονικής γνώσης και τεχνολογίας στο πρωτογενή τομέα θα συμβάλει στην περιφερειακή οικονομία διατηρώντας ζωντανό τον κοινωνικό και οικονομικό ιστό της, ο οποίος έχει δεχθεί μεγάλα πλήγματα (μεταναστευτικό, πυρκαγιές, σεισμούς). Η ιδέα είναι απλή αλλά και υπερβολικά σύνθετη στην υλοποίησή της, καθώς έχουμε να ξεπεράσουμε τη δυσκίνητη ελληνική γραφειοκρατία, τα αυξημένα κόστη μεταφοράς και τη γεωγραφική απομόνωση. Αναφερόμαστε σε μια νησιωτική διοικητική μονάδα με κεντρικές κοινές ανάγκες, αλλά παράλληλα με εσωτερικές ανάγκες για κάθε νησί ανεξάρτητα που πρέπει να μελετήσουμε με ιδιαίτερη προσοχή ώστε η βοήθειά μας να είναι αποτελεσματική.

Εδώ έρχεται να βοηθήσει και η έρευνα της Εθνοφαρμακολογίας των νησιών της Περιφέρειας. Με τον όρο Εθνοφαρμακολογία περιγράφεται η ειδικότητα της Φαρμακευτικής, και ιδιαίτερα της Φαρμακογνωσίας που ασχολείται με την καταγραφή, μελέτη, ανάπτυξη και διάδοση των παραδοσιακών τρόπων χρήσης των φαρμακευτικών φυτών των νησιών. Στη διεθνή βιβλιογραφία δεν είχε ξαναγίνει συστηματική καταγραφή της εθνοφαρμακολογικής χρήσης των φυτών από τα νησιά της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου, ενώ οι γείτονές μας από τη Μικρά Ασία προχωρούν με απίστευτη ταχύτητα στην εθνοφαρμακολογική καταγραφή όλων των περιοχών της Τουρκίας. Αποτελούσε υποχρέωσή μου να κατοχυρώσω στη διεθνή βιβλιογραφία την εθνοφαρμακολογική χρήση των φυτών των ελληνικών νησιών του Αιγαίου. Η ερ-



Παιωνία (Paeonia maseula subsp. maseula), Λέσβος
Φώτογραφία από «Φυτά της Ελλάδας. Η έρευνα στην Λέσβο», Μάκης Αζώτης / Βαγγέλης Αζώτης

γασία δημοσιεύτηκε στο περιοδικό «Frontiers in Pharmacology» τον Μάιο του 2018 με τίτλο «An Ethnobotanical Study of Medicinal Plants in the Greek Islands of North Aegean Region». Αυτή η καταγραφή αποτελεί τώρα πλέον πυξίδα για τα περάματα σε εργαστηριακό επίπεδο, στηριζόμενα σε αναφορές της λαϊκής Ιατρικής. Είναι η λεγόμενη «αντίστροφη Φαρμακολογία». Δηλαδή γνωρίζουμε το αποτέλεσμα «θεραπείας» ή τη χρήση ενός φυτού σε συγκεκριμένες παθήσεις και προσπαθούμε με την εξειδικευμένη γνώση της Φαρμακολογίας και φαρμακογνωστικών τεχνικών να απομονώσουμε, να τακτοποιήσουμε τον δευτερογενή μεταβολίτη (δραστική ουσία) ή μείγματα αυτών με φαρμακολογική δράση. Αυτό προσδίδει άμεσα προστιθέμενη αξία στο προϊόν, με ό,τι συνεπάγεται στην αγροδιατροφική οικονομία. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα προϊόντων, χωρίς να μπω σε λεπτομέρειες, όπως αυτά της ελιάς, της μαστίχας, του σιδηρίτη (ταόι του βουνού) και τώρα τελευταία έρχεται στο προσκήνιο και η λαδανιά με τα εκχυλίσματά της.

Οι φαρμακευτικές βιομηχανίες και οι βιομηχανίες δερμοκαλλυντικών στρέφονται όλο και περισσότερο σε φυσικά προϊόντα μοναδικής ποιότητας και υπεροχής. Τα νησιά μας έχουν να προσφέρουν μια τεράστια λίστα από αυτά. Είναι ανάγκη όμως να παρέμβει το κράτος έτσι ώστε να οργανώσει ορθά συστηματικές καλλιέργειες με βάση τη ζήτηση, στηριζόμενη στα ερευνητικά μας αποτελέσματα. Αναδεικνύοντας την ποιότητα κάποιων προϊόντων, ευαισθητοποιούνται οι νησιώτες, καλλιεργούν τα φυτά και δεν οδηγούνται στην αλόγιστη κοπή και στο παράνομο εμπόριο. Παράδειγμα αποτελεί ο ενδημικός σιδηρίτης (*Sideritis siphyra*) των νησιών του Βορείου Αιγαίου (Λέσβος, Χίος και Σάμος). Δεν έχει να «ζηλέψει» τίποτα στα φυτοχημικά του χαρακτηριστικά και στη βιολογική δράση από το πολυδιαφημιζόμενο *Sideritis scardica* (του Ολύμπου). Πραγματοποιήσαμε ενημερωτική ημερίδα στη Λέσβο που οδήγησε σε ευαισθητοποίηση του κόσμου, συλλογή σπόρου και προσπάθεια εντατικής καλλιέργειας. Έτσι θα προστατευτεί και θα προσφέρει ένα μοναδικό προϊόν εξαγωγής από τα νησιά μας. Κάτι ανάλογο προσπαθούμε τώρα με τις παιωνίες και τις τουλίπες. Εθνοφαρμακολογικές αναφορές, φυτοχημική ανάλυση, βιολογική δράση, ημερίδες και ανακοινώσεις σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια έτσι ώστε να επιστήσουμε την προσοχή της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας και της Πολιτείας σε κόκκινες γραμμές που αφορούν τη φυτική βιοποικιλότητα των νησιών της Περιφέρειας.

Το εργαστήριό μας έχει τον εξοπλισμό και την εμπειρία να στηρίξει επιστημονικά ενέργειες και δράσεις από μεγάλες εταιρίες έως και τον απλό αγρότη. Με τη δημιουργία του ερευνητικού κέντρου στη Λέσβο αυτή η τεχνολογία θα φτάσει στην Περιφέρεια και θα έχει άμεση εφαρμογή στο πεδίο. Η προσπάθεια είναι μεγάλη και διαφαίνεται επίπονη και ανηφορική, αλλά θεωρώ ότι η θέληση υπάρχει τόσο από τη μεριά της ακαδημαϊκής κοινότητας όσο και από την Πολιτεία. Ελπίζω σε έναν χρόνο από τώρα να μιλάμε πλέον για ερευνητικά αποτελέσματα που θα έχουν βγει από τον μοναδικό εξοπλισμό που θα εγκατασταθεί στο ερευνητικό κέντρο της Λέσβου.

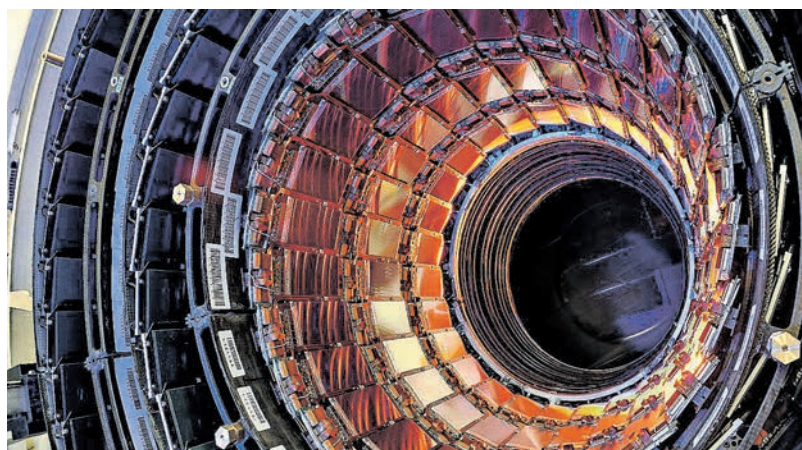
Συναντήσεις ανθρώπων και συγκρούσεις σωματιδίων στον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο

Ο πιο γνωστός επιταχυντής σωματιδίων είναι ο μεγάλος επιταχυντής αδρονίων που βρίσκεται στο CERN στη Γενεύη. Ωστόσο, οι απαρχές αυτών των τεχνουργημάτων εντοπίζονται στη Γερμανία της δεκαετίας του 1940. Μια κομβική συνάντηση μεταξύ δύο επιστημόνων θα έθετε τα θεμέλια μιας νέας εποχής. Η τύχη έφερε τους Bruno Touschek και Rolf Wideroe να συναντηθούν το 1943 στο Βερολίνο.

Βιέννη, Μάιος του 1940. Ο δεκαεννιάχρονος Bruno Touschek, επειδή είναι κατά το ήμισυ εβραϊκής καταγωγής, έχει εκδιωχθεί από το πανεπιστήμιο σύμφωνα με τους νόμους της Νυρεμβέργης. Το όνειρό του, όμως, είναι να γίνει θεωρητικός φυσικός. Μελετούσε στο σπίτι με βιβλία που είχε δανειστεί από τη βιβλιοθήκη του πανεπιστημίου αλλά όσο ο πόλεμος μαινόταν, η ζωή γινόταν πιο δύσκολη και επικίνδυνη. Στις αρχές του 1942, ο Bruno μετακομίζει κρυφά στη Γερμανία, όπου έλπιζε να συνεχίσει τις σπουδές του. Πήγαινε σε διαλέξεις Φυσικής στα Πανεπιστήμια του Αμβούργου και του Βερολίνου. Επειδή, όμως, έπρεπε να βιοπορίζεται, δούλευε για τη Loewe-Orta, εταιρεία που προμήθευε με ηλεκτρονικό εξοπλισμό τον στρατό του Ράιχ, συμπεριλαμβανομένης της Αεροπορίας (RLM). Η εταιρεία διοικούταν από τον Karl A. Egerer, ο οποίος ήταν αρχισυντάκτης του επιστημονικού περιοδικού «Arkiv fur Elektrotechnik». Κάπως έτσι, μια μέρα του Φεβρουαρίου του 1943, ο Bruno γνωρίστηκε με τον Rolf Wideroe, ο οποίος είχε υποβάλει μερικούς μήνες πριν ένα άρθρο στο περιοδικό προς δημοσίευση.

Ο Wideroe παρακινήθηκε να γράψει αυτό το άρθρο όταν είχε διαβάσει στο Τρόντχαϊμ της Νορβηγίας, πριν γίνει η κατάληψή της από τους Γερμανούς το 1941, ένα από τα τελευταία τεύχη του περιοδικού «Physical Review». Σ' αυτό το τεύχος υπήρχε ένα άρθρο του Donald Kerst, ο οποίος αναφερόταν στη λειτουργία ενός επιταχυντή ηλεκτρονίων, που αργότερα ονομάστηκε betatron. Σε αυτό το άρθρο ο Kerst αναφέρθηκε στην πρωτότυπη ιδέα του Wideroe για έναν αντίστοιχο επιταχυντή, ο οποίος ήταν το θέμα της διατριβής του. Αρκετούς μήνες μετά, στο Όσλο, ο γνωστός Νορβηγός φυσικός Roald Tangen ανέφερε τον άγνωστο Wideroe σε μια ομιλία του για τις τελευταίες εξελίξεις στους επιταχυντές σωματιδίων. Συμπτωματικά, ο Wideroe, ο οποίος είχε παρατήσει την ακαδημαϊκή έρευνα μετά το τέλος της διατριβής του, ήταν στο ακροατήριο. Η διάλεξη παρακίνησε τον Wideroe να ασχοληθεί εκ νέου με το μεγάλο του όνειρο, να σχεδιάσει και να κατασκευάσει έναν επιταχυντή σωματιδίων. Σύντομα, σχεδίασε έναν πιο ισχυρό επιταχυντή από εκείνον που είχε προτείνει ο Kerst και τον περιέγραψε σε ένα άρθρο που υπέβαλε στο «Arkiv» τον Σεπτέμβριο του 1942. Αρκετοί μήνες πέρασαν και ο Wideroe δεν είχε νέα από τον Egerer, τον αρχισυντάκτη του περιοδικού, αλλά την άνοιξη του 1943 τον προσέγγισαν στο Όσλο αξιωματικοί της Luftwaffe (Πολεμική Αεροπορία της Γερμανίας), οι οποίοι του ζήτησαν να πάει μαζί τους στο Βερολίνο για να συζητήσουν την ενδεχόμενη κατασκευή ενός επιταχυντή.

Αυτό που παρακίνησε τους Γερμανούς στρα-



τιωτικούς να προσεγγίσουν τον Wideroe για να κατασκευάσει έναν επιταχυντή παρέμενε έως πρόσφατα μια άγνωστη πτυχή της Ιστορίας. Σε μερικά γράμματα, όμως, που έστειλε ο Touschek στην οικογένειά του αποκαλύπτει τους πραγματικούς λόγους αυτής της πρόσκλησης. Η ανάμειξη του Wideroe στα προγράμματα κατασκευής των betatron αποδεικνύεται από δύο γράμματα που έστειλε ο Touschek στην οικογένειά του στις 15 Φεβρουαρίου και 17 Ιουνίου του 1943. Στο πρώτο αναφέρει ότι, όταν σωματίδια επιταχύνονται σε υψηλές ενέργειες, πρέπει να ληφθούν υπόψη σχετικιστικές παράμετροι. Σημειώνει, μάλιστα, ότι διάβασε ένα άρθρο που δεν έδινε σημασία σε τέτοιου είδους παραμέτρους. Παρ' όλο που δεν αναφέρει ρητά το όνομα του Wideroe, αρκετά στοιχεία συνηγορούν ότι αυτόν εννοούσε. Στο ίδιο γράμμα, αναφέρει τον ενθουσιασμό του Egerer σχετικά με την πιθανότητα να ενδιαφέρεται η Βέρμαχτ να χρηματοδοτήσει την κατασκευή ενός τέτοιου επιταχυντή, καθώς και το ενδιαφέρον του Βέρνερ Χάιζενμπεργκ, του μεγαλύτερου φυσικού στη ναζιστική Γερμανία. Οι συγκυρίες οδήγησαν ώστε να γίνει γνωστή η δουλειά του Wideroe στον Χάιζενμπεργκ, κάτι που αποδεικνύεται και από την επίσκεψη των αξιωματικών της Luftwaffe στο Όσλο προκειμένου να πείσουν τον Wideroe να μεταβεί στο Βερολίνο.

Ο γερμανικός στρατός έκρινε ότι η κατασκευή των betatron θα αποτελούσε ένα σημαντικό όπλο για τον πόλεμο, την περίφημη ακτίνα θανάτου. Η ισχυρή δέσμη ακτινοβολίας X που εξέπεμπαν οι επιταχυντές σωματιδίων θα μπορούσε να κατευθυνθεί στα αεροπλάνα του εχθρού με σκοπό να απενεργοποιήσει τις μηχανές τους. Ο Wideroe, από την άλλη, έλπιζε ότι η συμβολή του σε ένα τέτοιο πρόγραμμα θα έκανε καλύτερες τις συνθήκες διαβίωσης του αδερφού του Viggo, ο οποίος ήταν μέλος της νορβηγικής αντίστασης και ήταν κρατούμενος των ναζί. Αποδέχτηκε, επομένως, την πρόσκληση των Γερμανών αξιωματικών, θεωρώντας ταυτόχρονα ότι το όνειρό του να κατασκευαστεί ένας επιταχυντής σωματιδίων ήταν εφικτό. Στους επόμενους μήνες, ο Wideroe



Ξεκίνησε να συνομιλεί με τον Touschek, ο οποίος αναφέρει τον Wideroe στο δεύτερο γράμμα της 17ης Ιουνίου λέγοντας χαρακτηριστικά: «Νίκησα τους Νορβηγούς σε κάθε επίπεδο». Εννοούσε, προφανώς, τον τρόπο χειρισμού των σχετικιστικών παραμέτρων στη δημιουργία ενός επιταχυντή. Ενδεχομένως αυτό το γράμμα να στάλθηκε μετά από μια συνάντηση όπου εγκρίθηκε το σχέδιο του Wideroe και ταξινομήθηκε ως απόρρητο. Το γεγονός αυτό εξηγεί για ποιον λόγο δεν δημοσιεύτηκε ποτέ το άρθρο του Wideroe.

Μετά τον Ιούνιο, ο Touschek ενσωματώθηκε σε μια ομάδα που δούλευε στο Αμβούργο. Ο Wideroe επέστρεψε στη Νορβηγία για καλοκαίρι και μετά πήγε στη Γερμανία με μια νέα ιδέα για την κατασκευή του επιταχυντή. Σ' αυτόν τον επιταχυντή υποστήριζε ότι θετικά και αρνητικά φορτισμένα σωματίδια θα μπορούσαν να επιταχυνθούν σε αντίθετες κατευθύνσεις ώστε να συναντηθούν και, από τη σύγκρουση, να απελευθερώσουν τις ενέργειές τους. Η ιδέα αυτή είχε σημαντικές επιπτώσεις στην κατασκευή επιταχυντών στο δεύτερο μισό του 20ού αιώνα. Μοιράστηκε την ιδέα του με τον Touschek και στις 8 Σεπτεμβρίου ο Wideroe κατέθεσε μια πατέντα για την κατασκευή του. Στους επόμενους μήνες ξεκίνησε να δουλεύει. Τον Νοέμβριο και τον Δεκέμβριο ακολούθησαν βομβαρδισμοί στο Βερολίνο. Οι περιγραφές του Touschek είναι αποκαλυπτικές του κλίματος της εποχής, καθώς περιγράφει πώς περιδιαβαίνει ανάμεσα στα ερείπια της πόλης. Τον Σεπτέμβριο του 1944, το betatron ξεκίνησε να δουλεύει, αλλά το 1945 ο πόλεμος έφτανε στο τέλος του. Τον Μάρτιο δόθηκαν εντολές να μην πέσει ο επιταχυντής στα χέρια των Συμμάχων. Όντως, ο Touschek βοήθησε τον Wideroe να μεταφέρουν τον επιταχυντή στην επαρχία. Κατά την επιστροφή του στο Αμβούργο, ο Touschek συνελήφθη από την Γκεστάπο και φυλακίστηκε στο στρατόπεδο συγκέντρωσης Fuhlsbüttel. Γλίτωσε τον θάνατο και απελευθερώθηκε μετά το τέλος του πολέμου.

Διαφορετική μοίρα περίμενε τους δύο φίλους μετά τον πόλεμο. Ο Wideroe επέστρεψε στη Νορβηγία και λίγες μέρες μετά τον συνέλαβαν με την κατηγορία της συνεργασίας με τους ναζί. Τελικά αθωώθηκε με βαρύ πρόστιμο. Το ενδιαφέρον του παρέμεινε στους επιταχυντές, μόνο που στόχος του ήταν να αξιοποιηθούν στην Ιατρική. Τελικά, μετέβη στην Ελβετία. Όσο για τον Touschek, ολοκλήρωσε τις σπουδές του στο Γκέτινγκεν και πήρε το διδακτορικό του στη Γλασκώβη. Εργάστηκε στην κατασκευή ενός συγχροτρονίου υπό τις οδηγίες του Philip Dee. Το βόρειο κλίμα, όμως, δεν του ταίριαζε. Το 1952 πήγε στη Ρώμη. Τον Φεβρουάριο του 1960 πρότεινε την κατασκευή του πρώτου επιταχυντή ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων, ο οποίος κατασκευάστηκε στα Εθνικά Εργαστήρια Frascati, κοντά στη Ρώμη. Ο επιταχυντής μεταφέρθηκε αργότερα στη Laboratoire de l' Accélérateur Linéaire, κοντά στο Παρίσι, και εκεί, το 1963, αποδείχτηκε ότι είχε επιτευχθεί μετωπική σύγκρουση σωματιδίων και αντισωματιδίων. Μέσα από τέτοιες συγκυριακές διασταυρώσεις και διαφορετικές προθέσεις άνοιξε ο δρόμος για τη σύγχρονη Σωματιδιακή Φυσική.