



Ευτύχης Μπιτσάκης

Frédéric Joliot-Curie:

Ο επιστήμονας και ο αγωνιστής

Συμπληρώθηκαν φέτος 90 χρόνια από τη γέννηση του μεγάλου φυσικού και κομμουνιστή Φρειδερίκου Ζολιό-Κιουρί (19.3.1900). Αξίζει να θυμίσουμε αυτή την επέτειο, για δυο βασικούς λόγους: Για τη συμβολή του Ζολιό και της συζύγου του Ειρήνης στην πυρηνική φυσική, καθώς και για τη συμβολή του Ζολιό στο παγκόσμιο κίνημα ειρήνης και στο κομμουνιστικό κίνημα.

Ο Ζολιό είχε την τύχη να ανδρωθεί σε μια περίοδο που οι ερευνητές πίστευαν ακόμα στην *ανθρωπιστική* αξία της επιστήμης, και επίσης σε μια περίοδο ανόδου του κομμουνιστικού κινήματος. Σε μια εποχή όπου ειδικά στο Κομμουνιστικό Κόμμα της Γαλλίας είχαν προσχωρήσει πολλοί από τους σημαντικότερους επιστήμονες και καλλιτέχνες αυτής της χώρας (Πωλ Λανζεβέν, Μαρσέλ Πρενάν, Ζολιό-Κιουρί, Ανρί Βαλόν, Ανρί Μπαρμπίς, Πωλ Ελύάρ, Λουί Αραγκόν, Πάμπλο Πικάσο, κλπ., κλπ.).

Ο Ζολιό σπούδασε στην Ανωτάτη Σχολή Φυσικής και Χημείας του Παρισιού, στην περίοδο που Διευθυντής Σπουδών ήταν ο μεγάλος φυσικός Πωλ Λανζεβέν. Το 1925 διορίστηκε παρασκευαστής της Μαρίας Κιουρί στο Ινστιτούτο Ραδίου, με πρόταση του Πωλ Λανζεβέν. Το 1926 παντρεύτηκε με την κόρη της Μαρίας Κιουρί, την Ειρήνη Κιουρί, βοηθό τότε στο Ινστιτούτο Ραδίου. Έκτοτε οι δυο θα συνδέσουν άρρηκτα την επιστημονική τους σταδιοδρομία, και θα πραγματοποιήσουν μαζί τις μεγάλες ανακαλύψεις που συνδέθηκαν με το όνομά τους. Τέσσερα χρόνια μετά —το 1930— ο Ζολιό θα υποστηρίξει τη διδακτορική του διατριβή με θέμα την ηλεκτροχημεία του πολώνιου, ενός από τα δύο πρώτα ραδιενεργά στοιχεία που είχαν ανακαλύψει ο Πέτρος και η Μαρία Κιουρί.

Ο Ζολιό και η Ειρήνη Ζολιό-Κιουρί άρχισαν το ερευνητικό τους έργο σε μια προνομιούχα χώρα και σε μια εξίσου προνομιούχα εποχή. Στις αρχές της δεκαετίας είχε ήδη διαμορφωθεί, με τις εργασίες των Planck, Einstein, Bohr, de Broglie, Schrödinger, Heisenberg, Dirac, Born, κ.λπ., η κβαντική μηχανική, δηλαδή το γενικό θεωρητικό πλαίσιο περιγραφής και ερμηνείας του μικρόκοσμου. Αντίθετα, οι γνώσεις για τον πυρήνα του ατόμου ήταν ακόμα ατελείς. Η συμβολή των Ζολιό - Κιουρί στις μελέτες της δομής του πυρήνα ήταν αποφασιστική. Και αυτό δεν ήταν τυχαίο. Με την ανακάλυψη της ραδιενέργειας από τον Becquerel και των δυο πρώτων ραδιενεργών στοιχείων από το ζεύγος Κιουρί, η Γαλλία βρισκόταν στην πρώτη γραμμή των ερευνών που αφορούσαν τη ραδιενεργό διάσπαση και τη δομή του πυρήνα. Αλλά, αν η φυσική ραδιενέργεια ανακαλύφθηκε «τι-

χαία» από τον Becquerel, και αν οι Κιουρί χρειάστηκε να επεξεργαστούν με πρωτόγονα μέσα, σε μια παράγκα της Σχολής Φυσικής και Χημείας του Παρισιού, τεράστιες ποσότητες πिसουρανίτη για να ανακαλύψουν το ράδιο και το πολώνιο, η δημιουργία τεχνητά ραδιενεργών στοιχείων απαιτούσε αναπτυγμένες τεχνικές παραγωγής σωματιδίων, παρατήρησης και ανίχνευσης. Το Ινστιτούτο Ραδίου διέθετε «υψηλή τεχνολογία» —με τα μέτρα εκείνης της εποχής— και οι Ζολιό-Κιουρί ήταν προικισμένοι πειραματιστές και κατασκευαστές συσκευών σε εργαστηριακή κλίμακα.

Έτσι άρχισε, με τους καλύτερους όρους, η συνεργασία του ζεύγους Ζολιό-Κιουρί στην περιοχή που πρώτοι είχαν ανοίξει την έρευνα ο Πέτρος και η Μαρία Κιουρί. Το 1932, μελετώντας τη λεγόμενη ακτινοβολία Bothe και Bethe, οι Ζολιό-Κιουρί διαπίστωσαν την ύπαρξη ενός άγνωστου σωματίου, που δεν ήταν άλλο από το νετρόνιο. Επρόκειτο για μια ιστορική, αλλά ανολοκλήρωτη ανακάλυψη, που θα αποκάλυπτε τη δομή του ατομικού πυρήνα. (Ένα μήνα μετά, και ανεξάρτητα απ' αυτούς, ο Τσαντουίκ θα ερμήνευε σωστά το φαινόμενο). Τον επόμενο χρόνο διαπιστώνουν για πρώτη φορά, αυτός και η Ειρήνη, το μετασχηματισμό των ακτίνων γ σε θετικό και αρνητικό ηλεκτρόνιο (τη λεγόμενη «υλοποίηση» της ενέργειας). Την ίδια περίοδο ανακάλυπταν την αντίστροφη διαδικασία (τη λεγόμενη «αφυλοποίηση» του ζεύγους ηλεκτρονίου - ποζιτρονίου). Τέλος, το 1934 ανακαλύπτουν την τεχνητή ραδιενέργεια, δηλαδή προκαλούν τεχνητές μεταστοιχειώσεις στο εργαστήριο —μετασχηματίζουν το αλουμίνιο σε φωσφόρο, ο οποίος με τη σειρά του μετασχηματίζεται σε πυρίτιο και προβλέπουν παρόμοιες μεταστοιχειώσεις και για άλλα στοιχεία (βόριο και μαγνήσιο). Έτσι οι Ζολιό-Κιουρί πραγματοποίησαν για πρώτη φορά στην ιστορία το παλαιό όνειρο των αλχημιστών —μόνο που οι νέοι «αλχημιστές» δεν ενδιαφέρθηκαν για χρυσάφι, αλλά για τη γνώση των δομών και των μετασχηματισμών της ύλης.

Τον επόμενο χρόνο (1935) ο Ζολιό και η γυναίκα του τιμήθηκαν με το Βραβείο Νόμπελ. Αλλά φυσικά, δεν αναπαύθηκαν στις δάφνες τους. Ήδη στην ομιλία του κατά την τελετή της απόδοσης του βραβείου, ο Ζολιό πρόβλεψε τη δυνατότητα αλυσωτών πυρηνικών αντιδράσεων για μαζική παραγωγή ενέργειας. Το 1937 ο Ζολιό εκλέχθηκε καθηγητής στο Κολέγιο της Γαλλίας. Στην περίοδο αυτή δημιούργησε το Εργαστήριο Πυρηνικής Χημείας και μετείχε στην κατασκευή του πρώτου ευρωπαϊκού κυκλοτρονίου στη Γαλλία. Το 1939 ερμήνευσε το φαινόμενο σχάσης. Από το 1940 κάνει μυστικές έρευνες και την κατοχή συμβάλλει στη μεταφορά του γαλλικού βαρέος ύδατος στη Νορβηγία. Το 1943 γίνεται μέλος της Ακαδημίας Επιστημών της Γαλλίας και της Ιατρικής Ακαδημίας. Με την απελευθέρωση γίνεται Διευθυντής του Εθνικού Κέντρου Ερευνών της Γαλλίας και συμβάλλει με αποφασιστικότητα στην οργάνωση της μεταπολεμικής έρευνας. Το 1946 δημιουργείται η Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας της οποίας γίνεται πρόεδρος. (Το 1950 θα απολυθεί από αυτή τη θέση εξαιτίας των αγώνων του εναντίον της χρήσης της ατομικής ενέργειας για πολεμικούς σκοπούς. Πρόσχημα: η παρέμβασή του στο XII Συνέδριο του Γαλλικού Κ.Κ.) Το 1949 ανα-

λαμβάνει τη δημιουργία του μεγάλου πυρηνικού κέντρου του Saclay. Το 1956, μετά το θάνατο της Ειρήνης από λευχαιμία, τη διαδέχεται στην Έδρα Πυρηνικής Φυσικής και Ραδιενέργειας στη Σορβόνη. Το 1957 διευθύνει τη δημιουργία του μεγάλου κέντρου πυρηνικών ερευνών του Orsay. Τον Ιούνιο του 1958 είχε ήδη ολοκληρωθεί η κατασκευή του συγχροκυκλοτρόνιου αυτού του Κέντρου.

Στις 14 Αυγούστου 1958 ο Ζολιό πεθαίνει στο νοσοκομείο του Saint-Antoine στο Παρίσι.

Ως εδώ σημείωσα τους κυριότερους σταθμούς του έργου του μεγάλου φυσικού. Αλλά ο Ζολιό δεν ήταν μόνο μεγάλος φυσικός. Ήταν, από νέος, ενεργός πολίτης, ορθολογιστής και δημοκράτης. Αργότερα έγινε κομμουνιστής. Ήταν ο πολίτης-επιστήμονας που αγωνίστηκε για την ειρηνική χρήση της επιστημονικής γνώσης, για μια κοινωνία όπου η επιστήμη θα υπηρετούσε το κοινωνικό σύνολο.

Πράγματι, το 1934 ο Ζολιό έγινε μέλος του Σοσιαλιστικού Κόμματος. Με την κατοχή μετέχει στην Αντίσταση. Συλλαμβάνεται από τους Γερμανούς το 1944. Μετέχει στην ίδρυση του Εθνικού Μετώπου των Πανεπιστημιακών. Γίνεται πρόεδρος του Εθνικού Μετώπου Πάλης για την Απελευθέρωση και την Ανεξαρτησία της Γαλλίας. Το 1942 γίνεται μέλος του Γαλλικού Κομμουνιστικού Κόμματος. Το 1944 οργανώνει τη δραπέτευση, από τη Γαλλία, του Πωλ Λανζεβέν, ο οποίος είχε τεθεί σε κατ' οίκον περιορισμό. Περνάει στη συνέχεια στην παρανομία και συνεχίζει την αντιστασιακή του δράση μέχρι την απελευθέρωση.

Το 1946 ο Ζολιό εκλέχθηκε πρόεδρος της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Επιστημόνων, της γνωστής διεθνούς οργάνωσης που αγωνίστηκε στα επόμενα χρόνια εναντίον του πολέμου, της υποανάπτυξης, της πείνας, της αποικιοκρατίας —για μια επιστήμη στην υπηρεσία της ανθρωπότητας. Το 1949 ο Ζολιό εκλέχτηκε πρόεδρος του Παγκόσμιου Συμβουλίου Ειρήνης και τον επόμενο χρόνο συνέταξε την Έκκληση της Στοκχόλμης εναντίον της ατομικής βόμβας. Το 1951 τιμήθηκε με το Βραβείο Λένιν για την Ειρήνη.

Ο Ζολιό έζησε σε μια μεγάλη περίοδο αντιφασιστικών αγώνων και αγώνων για την ειρήνη. Σε μια εποχή μεγάλης ηθικής λάμψης του παγκόσμιου κομμουνιστικού κινήματος και ιδιαίτερα του Γαλλικού Κομμουνιστικού Κόμματος. Από δημοκράτης - ορθολογιστής, έγινε συνεπής υλιστής και κομμουνιστής. Με επίγνωση και συνέπεια αντιμετώπισε ενιαία το επιστημονικό του έργο και τις επιπτώσεις του στην κοινωνία. Γι' αυτό θα μπορούσε να χαρακτηριστεί υπόδειγμα επιστήμονα - πολίτη, μορφή διαμετρικά αντίθετη με τον ατομιστή επιστήμονα που ενδιαφέρεται μόνο για τη γνώση (;) αδιαφορώντας για τις ανθρώπινες συνέπειές της.

Το όνομα και το έργο του Ζολιό συνδέθηκε με την παράδοση των μεγάλων επιστημόνων - κομμουνιστών της Γαλλίας: Οι ορθολογιστές και ουμανιστές Πέτρος και Μαρία Κιουρί ανακάλυψαν τα πρώτα φυσικά ραδιενεργά στοιχεία. Ο Ζολιό και η γυναίκα του, κόρη των Κιουρί, ανακάλυψαν την τεχνητή ραδιενέργεια. Ο Ζολιό υπήρξε μαθητής του μεγάλου Πωλ Λανζεβέν, που σε προχωρημένη ηλικία έγινε μέλος του Γαλλικού Κομμουνιστικού Κόμματος. Ο ίδιος και η

Ειρήνη έγιναν και αυτοί, με τη σειρά τους, κομμουνιστές. Τέλος, η κόρη τους, Ελένη Ζολιό - Κιουρί - Λανζεβέν, διευθύντρια σήμερα στο Εθνικό Κέντρο Ερευνών της Γαλλίας, παντρεύτηκε τον Μιχαήλ Λανζεβέν, εγγονό του Πολ Λανζεβέν. Και οι δυο ήταν μέλη του ΓΚΚ. Ευτυχείς, μεγάλες συμπτώσεις, που δεν ήταν απλά συμπτώσεις, σε μια ευτυχή περίοδο του γαλλικού κομμουνιστικού κινήματος και της γαλλικής επιστήμης.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο Ζολιό-Κιουρί πρωτοστάτησε, μαζί με δεκάδες μεγάλους διανοούμενους της Γαλλίας, στις κινητοποιήσεις για τη σωτηρία ελλήνων κομμουνιστών από τα εκτελεστικά αποσπάσματα στην περίοδο του εμφυλίου πολέμου. Εισέπραξε γι' αυτό τις ύβρεις από την «πολιτισμένη» Δεξιά της πατρίδας μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. F. Joliot-Curie, *Textes Choisis*, Ed. Sociales, Paris, 1959.
2. Pierre Biquard, *F. Joliot-Curie*, Seghers, Paris, 1967.
3. M. Chaskolskaïa, *F. Joliot-Curie*, Ed. de Moscou, 1968.

Δίνουμε στη συνέχεια –με την άδεια της Ελένης Ζολιό-Κιουρί-Λανζεβέν– σαν την καλύτερη, κατά τη γνώμη μας, τιμητική αναφορά στο έργο της Ειρήνης και του Φρεντερίκ Ζολιό-Κιουρί, την πλήρη μετάφραση της ιστορικής ανακοίνωσής τους για την ανακάλυψη της τεχνητής ραδιενέργειας. Παρουσιάστηκε από τον Jean Perrin και δημοσιεύτηκε στα πεπραγμένα της Ακαδημίας Επιστημών, συνεδρία της 15ης Ιανουαρίου 1934 (τομ. 198, σελ. 254). Η μετάφραση έγινε από την έκδοση: F. Joliot-Curie, *Textes Choisis*, Ed. Sociales, Paris, 1959.

ΕΝΑΣ ΝΕΟΣ ΤΥΠΟΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αποδείξαμε πρόσφατα με τη μέθοδο Wilson¹ ότι ορισμένα ελαφρά στοιχεία (γλυκίνιο, βόριο, αλουμίνιο) εκπέμπουν θετικά ηλεκτρόνια όταν βομβαρδίζονται με ακτίνες α από πολώνιο. Σύμφωνα με την ερμηνεία μας η εκπομπή θετικών ηλεκτρονίων από το Be οφείλεται στην εσωτερική υλοποίηση ακτίνων γ, ενώ τα θετικά ηλεκτρόνια που εκπέμπονται από το B και το Al είναι ηλεκτρόνια μεταστοιχείωσης που συνοδεύουν την εκπομπή νετρονίων.

Αναζητώντας την εξακρίβωση του μηχανισμού αυτών των ακτινοβολιών, ανακαλύψαμε το ακόλουθο φαινόμενο:

* 1. *Comptes rendus*, 196, 1933, σ. 1885· *Journal de Phys. et Rad.*, 4, 1933, σ. 494.

Η εκπομπή θετικών ηλεκτρονίων από ορισμένα ελαφρά στοιχεία τα οποία ακτινοβολούνται με ακτίνες α πολωνίου διατηρείται κατά περισσότερο ή λιγότερο χρόνο, και μπορεί να φτάσει περισσότερο από μισή ώρα στην περίπτωση του βορίου, μετά από την απομάκρυνση της πηγής των ακτίνων α.

Τοποθετούμε ένα φύλλο αλουμινίου σε απόσταση 1mm από την πηγή του πολωνίου. Αφού ακτινοβολήσουμε επί 10 λεπτά περίπου το φύλλο του αλουμινίου, το τοποθετούμε πάνω από ένα μετρητή Geiger - Müller, που έχει μια οπή κλεισμένη με διάφραγμα 7/100 του χιλιοστομέτρου αλουμινίου. Παρατηρούμε ότι το φύλλο εκπέμπει ακτινοβολία της οποίας η ένταση μειώνεται εκθετικά συναρτήσει του χρόνου με περίοδο 3 λεπτών και 15 δευτερολέπτων. Ανάλογα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με το βόριο και το μαγνήσιο, αλλά οι περίοδοι μείωσης είναι διαφορετικές, 14 λεπτά για το βόριο και 2 λεπτά και 30 δευτερόλεπτα για το μαγνήσιο.

Η ένταση της ακτινοβολίας (αμέσως μετά την έκθεση στις ακτίνες α) αυξάνει με το χρόνο ακτινοβολίας, φτάνοντας μια οριακή τιμή. Έχουμε τότε αρχικές εντάσεις της ίδιας τάξης για το B, το Mg, το Al, περίπου 150 παλμοί ανά λεπτό στον μετρητή, όταν χρησιμοποιούμε μια πηγή πολωνίου 60 μιλικιουρί.

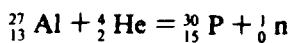
Με τα στοιχεία H, Li, C, Be, N, O, F, Na, Ca, Ni, Ag, δεν παρατηρήθηκε κανένα φαινόμενο². Για ορισμένα απ' αυτά τα στοιχεία το φαινόμενο πιθανόν δεν πραγματοποιείται, για άλλα η περίοδος μείωσης είναι ίσως πολύ βραχεία.

Τα πειράματα που έγιναν με τη μέθοδο Wilson ή με τη μέθοδο της τροχοειδούς που εισήγαγε ο Thibaud έδειξαν ότι η ακτινοβολία που εκπέμπεται από το βόριο και από το αλουμίνιο αποτελείται από θετικά ηλεκτρόνια. Πιθανόν το ίδιο συμβαίνει με την ακτινοβολία του μαγνησίου.

Παρεμβάλλοντας διαφράγματα χαλκού ανάμεσα στο μετρητή και το ακτινοβολημένο φύλλο, βρίσκουμε ότι το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας απορροφάται σε 0,88g/cm² για το Al, 0,26g/cm² για το B και το Mg, πράγμα που αντιστοιχεί, αν δεχτούμε τους ίδιους νόμους απορρόφησης με τα αρνητικά ηλεκτρόνια, σε μια ενέργεια 2,2×10⁶ eV για το Al και 0,7×10⁶ eV για το B και το Mg.

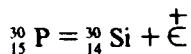
Όταν μειώνουμε την ενέργεια των ακτίνων α που ακτινοβολούν το αλουμίνιο, ο αριθμός των θετικών ηλεκτρονίων μειώνεται, αλλά η περίοδος μείωσης δεν φαίνεται να μεταβάλλεται. Όταν η ενέργεια των ακτίνων α μειώνεται στα 10⁶ eV, δεν παρατηρούνται σχεδόν πλέον ηλεκτρόνια.

Τα πειράματα αυτά αποδεικνύουν την ύπαρξη ενός νέου τύπου ραδιενέργειας με εκπομπή θετικών ηλεκτρονίων. Κατά τη γνώμη μας η διαδικασία εκπομπής θα ήταν, για το αλουμίνιο, η ακόλουθη:



Το ισότοπο ${}_{15}^{30}\text{P}$ του φωσφόρου φαίνεται να είναι ραδιενεργό, με περίοδο 3 min 15 s και εκπέμπει θετικά ηλεκτρόνια σύμφωνα με την αντίδραση:

2. Το φαινόμενο αυτό δεν μπορεί συνεπώς να οφείλεται σε μόλυνση από την πηγή του πολωνίου. [Σημείωση των συγγραφέων].



Μια ανάλογη αντίδραση θα μπορούσαμε να φανταστούμε για το βόριο και το μαγνήσιο, όπου οι ασταθείς πυρήνες θα ήταν οι ${}^{13}_7\text{N}$ και ${}^{27}_{14}\text{Si}$. Τα ισότοπα ${}^{13}_7\text{N}$, ${}^{27}_{14}\text{Si}$, ${}^{30}_{15}\text{P}$ δεν μπορούν να υπάρχουν παρά για αρκετά σύντομα διαστήματα, και γι' αυτό δεν θα τα παρατηρούσαμε στη φύση.

Θεωρούμε ελάχιστα αληθοφανή την ερμηνεία κατά την οποία



το διεγερμένο ισότοπο ${}^{30}_{14}\text{Si}$, αποενεργοποιούμενο στην πορεία του χρόνου, θα έδινε υλοποίηση της ενέργειας η οποία θα παρήγαγε ένα ζεύγος ηλεκτρονίων. Δεν παρατηρείται εκπομπή αρνητικών ηλεκτρονίων και θεωρητικά είναι πάρα πολύ απίθανο η διαφορά ενέργειας ανάμεσα στα ηλεκτρόνια να είναι επαρκής ώστε τα αρνητικά να μην παρατηρούνται³. Από την άλλη πλευρά το φαινόμενο αυτό θα υπέθετε μια διάρκεια της διεγερμένης κατάστασης εξαιρετικά μακρά, με συντελεστή εσωτερικής υλοποίησης ίσο με τη μονάδα.

Εν τέλει, για πρώτη φορά έγινε δυνατόν να δημιουργηθεί, με τη βοήθεια εξωτερικής αιτίας, η ραδιενέργεια ορισμένων ατομικών πυρήνων, και η οποία διαρκούσε μετρήσιμο χρόνο με απουσία της διεγείρουσας αιτίας.

Ραδιενεργά φαινόμενα διαρκείας, ανάλογα μ' αυτά που παρατηρήσαμε, μπορούν αναμφίβολα να υπάρξουν στην περίπτωση βομβαρδισμού με άλλα σωματίδια. Ένα και το αυτό ραδιενεργό άτομο θα μπορούσε αναμφίβολα να δημιουργηθεί με διαφορετικούς πυρήνες αντίδρασης. Ο πυρήνας ${}^{13}_7\text{N}$, για παράδειγμα, ο οποίος, σύμφωνα με την υπόθεσή μας είναι ραδιενεργός, θα μπορούσε να ληφθεί με την επίδραση ενός δευτερονίου και του άνθρακα, μετά την εκπομπή ενός νετρονίου.



3. NEDEL'SKY et OPPENHEIMER: *Phys. Rev.*, 44, 1933, σ. 948.