

Γιατί ο υδράργυρος, ως μέταλλο, είναι υγρός σε θερμοκρασία δωματίου;

IB 11		IIB 12		
28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.409	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64
46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710
78 Pt Platinum 195.078	79 Au Gold 196.96655	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2
110 Ds Darmstadtium (271)	111 Rg Roentgenium (272)	112 Uub Ununbium (285)	113 Uut Ununtrium (284)	114 Uuq Ununquadium (289)

Όλοι γνωρίζουμε ότι ο υδράργυρος είναι ένα υγρό σε θερμοκρασία δωματίου. Όμως, με βάση τον νόμο της περιοδικότητας, θα περιμέναμε, σε αυτή τη θερμοκρασία, ο υδράργυρος να είναι ένα στερεό.

Πράγματι, ο υδράργυρος, ο οποίος ανήκει στην Ομάδα IIB (ή 12), έχει πάνω από αυτόν τα στοιχεία κάδμιο και ψευδάργυρο που είναι και τα δύο στερεά με σημεία τήξεως (σ.τ.) 419,6°C και 320,9°C, αντίστοιχα. Με βάση τις τιμές αυτές, ο υδράργυρος θα έπρεπε να είναι ένα μαλακό, στερεό μέταλλο με σ.τ. γύρω στους 200°C. Αν κάνουμε τις προβλέψεις μας με βάση την περίοδο στην οποία ανήκει ο υδράργυρος, έχουμε: Αριστερά του υδραργύρου βρίσκονται τα μέταλλα χρυσός (σ.τ. 1064°C) και λευκόχρυσος (σ.τ. 1172°C) και, ενώ δεξιά, τα μέταλλα θάλλιο (σ.τ. 303°C) και μόλυβδος (σ.τ. 328°C). Βάσει αυτών των τιμών, ο υδράργυρος θα έπρεπε να έχει σ.τ. πάνω από 300°C και όχι -38,86°C.

Το μυστήριο γιατί ο υδράργυρος είναι ένα υγρό σε θερμοκρασία δωματίου και όχι ένα στερεό δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως. Μια εξήγηση προέρχεται από τη θεωρία της σχετικότητας του Einstein. Σύμφωνα με αυτήν, η μάζα ενός σωματιδίου **αυξάνεται** όταν το σωματίδιο κινείται με ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός. Η μάζα του ηλεκτρονίου ($9,1094 \times 10^{-28}$ g), που βρίσκουμε σε πίνακες, είναι η **μάζα ηρεμίας** του ηλεκτρονίου και δεν κάνουμε λάθος όταν χρησιμοποιούμε αυτή την τιμή σε προβλήματα, όπου το ηλεκτρόνιο κινείται με χαμηλές έως μεσαίες ταχύτητες. Όμως σε άτομα μεγάλου ατομικού αριθμού, λόγω του υψηλού πυρηνικού φορτίου, τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται κοντά στον πυρήνα αποκτούν υψηλές ταχύτητες και η οι μάζες τους μεγαλώνουν.

Στο κυματομηχανικό μοντέλο, το φαινόμενο της σχετικότητας εκδηλώνεται περισσότερο στα s ηλεκτρόνια, επειδή αυτά έχουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα να βρεθούν κοντά στον πυρήνα*. Ελκόμενα ισχυρότερα τα s ηλεκτρόνια αυξάνουν την ταχύτητα και τη μάζα τους, ταυτόχρονα όμως ελαττώνεται το μέγεθος και η ενέργεια των τροχιακών τους. Στον υδράργυρο, η σχετικά σταθερή ηλεκτρονική δομή $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^2$, σταθεροποιείται ακόμα περισσότερο με την ταπείνωση της ενέργειας των τροχιακών των ηλεκτρονίων σθένους 6s. **Έτσι, οι δεσμοί μεταξύ των ατόμων Hg, που οφείλονται κυρίως στα ηλεκτρόνια 6s, είναι πολύ ασθενείς για να στηρίξουν τη δομή ενός στερεού σε θερμοκρασία δωματίου.** Ο υδράργυρος, συγκρινόμενος με τα ευγενή αέρια, των οποίων τα άτομα δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, επίσης λόγω σταθερής ηλεκτρονικής δομής, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα **ευγενές υγρό**.

Η σχετικιστική συρρίκνωση των s τροχιακών επηρεάζει όλα τα βαριά μέταλλα, όμως στον υδράργυρο αποκτά τη μέγιστη τιμή της. Είναι πολύ πιθανόν, τέτοιες σημαντικές αποκλίσεις να δούμε και στα στοιχεία με $Z = 112$ και 114 , όταν αυτά θα χαρακτηρισθούν.

* Βλ. Ν. Κλούρας
Βασική Ανόργανη Χημεία
Εκδόσεις Π. Τραυλός (2000)
Σελ. 86

Πηγή

R.H. Petrucci, W.S. Harwood, F.G. Herring, J.D. Madura
General Chemistry – Principles and Modern Applications
9th Edition Prentice Hall (2007) pg 364

