

ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΕΚΦΡΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ
ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΤΩΝ ΙΑΜΑΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

(ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΙΑΜΑΤΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΕΚ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ)

“*Αρχεῖα Ἱατρικῆς*„ 1914.

Φανερόν εἶνε ὅτι τὰ ἀποτελέσματα ἀναλύσεώς τινος ἱαματικοῦ ὑδατος πρέπει νὰ ἐκφράζονται κατὰ τρόπον ὅσον τὸ δυνατὸν ἐπισημονικώτερον, ἵνα οὕτω δηλοῦσι τὴν πραγματικὴν σύστασιν τῆς ἱαματικῆς πηγῆς. Συγχρόνως δ' ὁ τρόπος οὗτος τῆς ἐκφράσεως τῶν ἀποτελεσμάτων νὰ εἶνε γενικῶς παραδεδεγμένος, ἵνα ἡ μεταξὺ τῶν διαφόρων ἱαματικῶν ὑδάτων σύγκρισις γίνεται εὐκόλως. Ἐν τούτοις ἐπὶ πολὺ οἱ χημικοὶ δὲν εἶχον καθορίσει μέθοδον ὠρισμένην ἐκφράσεως τῶν ἀποτελεσμάτων ἀναλύσεως τῶν ἱαματικῶν ὑδάτων καὶ ἠκολούθουν δύο κυρίως μεθόδους· ἄλλοι μὲν τούτων τὴν μέθοδον τοῦ R. Bunsen βασιζομένην ἐπὶ τῆς σειραῆς διαλυτότητος τῶν διαφόρων ἀλάτων, ἄλλοι δὲ τὴν μέθοδον τοῦ R. Fresenius, ἣτις ἐβασίζετο κυρίως ἐπὶ τῆς δυνάμεως τῶν ὀξέων καὶ τῶν βάσεων.

Πολλάκις συνεζητήθη ἂν οἱ τρόποι οὗτοι ἐκφράσεως τῶν ἀποτελεσμάτων εἶνε ἐπισημονικῶς ἀκριβεῖς καὶ ὑπὸ πολλῶν ἐπισημόνων κατεδείχθησαν τὰ σφάλματα ἀμφοτέρων τῶν μεθόδων. Εἰς τὸν Ostwald (1) ὅμως ὀφείλεται κυρίως ἡ εἰσαγωγή τῆς νεωτέρας ἐπὶ τῶν διαλυμάτων θεωρίας ἣτοι τῆς θεωρίας τῆς ἠλεκτρολυτικῆς διαστάσεως εἰς τὴν ἐκφρασιν τῶν ἀποτελεσμάτων τούτων.

Ἐπειδὴ δὲ παρ' ἡμῶν ἐπεκράτησαν μέχρι σήμερον οἱ παλαιότεροι τρόποι ἐκφράσεως τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν ἀναλύσεων τῶν

(1) W. Ostwald, Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie. Zweite Auflage, Leipzig 1891, σελ. 198.

ιαματικῶν ὑδάτων, ἀναγράφομεν κατωτέρω τὴν νεωτέραν καὶ τὴν μόνην ἀληθῶς ἐπιστημονικὴν μέθοδον τῆς ἐκφράσεως τῶν ἀποτελεσμάτων τούτων ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἐργασιῶν τῶν H. Kœrpe⁽¹⁾ καὶ τῶν E. Hintz καὶ L. Grünhut⁽²⁾ ἐφαρμόζοντες συγχρόνως ταύτην, ὅπως τὴν κατανόησιν καταστήσωμεν ἀπλουστέραν, ἐπὶ συγκεκριμένου παραδείγματος, ἤτοι ἐπὶ ἀναλύσεως ἱαματικοῦ ὕδατος ἐκ Χαλκιδικῆς τῆς Μακεδονίας.

*
* *

Ἡ ποιοτικὴ ἀνάλυσις τοῦ ὕδατος τούτου ἔδωσε τὰ ἑξῆς ἀποτελέσματα :

α') Μέταλλα

(καὶ ῥιζικά ἀντιστοιχοῦντα πρὸς μέταλλα)

Κάλιον
Νάτριον
Ἀμμώμιον
Ἀσβέστιον
Μαγνήσιον
Σίδηρος
Ἀργίλλιον
(Στρόντιον).

β') Ὄξεα καὶ ἀλατογόνα

Ἀνθρακικὸν ὄξύ
Θεικὸν ὄξύ
Πυριτικὸν ὄξύ
Χλώριον
(Βρώμιον)
(Φωσφορικὸν ὄξύ).

⁽¹⁾ H. Kœrpe, Physikalische Chemie in der Medizin. Wien 1900, σελ. 122.

⁽²⁾ E. Hintz καὶ L. Grünhut, Besondere Grundsätze für die Darstellung der chemischen Analysenergebnisse. Deutsches Bäderbuch, Leipzig. 1907 σ. L.

Τὰ ἐντὸς παρενθέσεως συστατικὰ τοῦ ὕδατος εὐρίσκονται εἰς ἴγνη καὶ ἔνεκα τούτου δὲν ἐγένετο ποσοτικὸς αὐτῶν προσδιορισμὸς. Τῶν λοιπῶν ἐγένετο ποσοτικὸς προσδιορισμὸς κατὰ τὰς γνωστὰς μεθόδους.

* * *

Ὡς ἐδείχθη ἰδίως ὑπὸ τοῦ Ostwald πρέπει νὰ ἐκφράζονται τὰ ἀποτελέσματα τῆς ποσοτικῆς ἀναλύσεως μόνον ὑπὸ μορφήν *ἰόντων*, ἐφ' ὅσον πρόκειται περὶ συστατικῶν τὰ ὁποῖα ἐν ὕδαρῷ διαλύσει παρουσιάζουσι πρακτικῶς τὸ φαινόμενον τῆς ἠλεκτρολυτικῆς διαστάσεως, ἐν ᾧ τὰ λοιπὰ συστατικὰ νὰ ἐκφράζονται ὑπὸ μορφήν μορίων. Τοιαῦτα συστατικὰ εἶνε τὸ ἐλεύθερον βορικὸν ὀξύ, τὸ ἐλεύθερον πυριτικὸν ὀξύ, τὸ ἐλεύθερον τιτανικὸν ὀξύ κλ. καὶ τὰ ὁποῖα πρέπει νὰ ὑπολογίζονται ὡς μόρια HBO_2 , $\text{H}_2\text{Si}_3\text{O}_8$, H_2TiO_8 κλ. Ἐπίσης ὑπὸ μορφήν μορίων πρέπει νὰ ὑπολογίζονται καὶ τὰ διαλελυμένα ἐν τῷ ὕδατι ἀέρια ὡς τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ, τὸ ὑδροθειον, τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον, τὸ μεθάνιον κτλ., ἤτοι ὡς CO_2 , H_2S , O_2 , N_2 , CH_4 , κτλ.

Ὁ ὑπολογισμὸς τῶν ἄλλων συστατικῶν ὑπὸ μορφήν ἰόντων παρουσιάζει συζήτησιν τινα ὡς πρὸς τὸ εἶδος αὐτῶν. Καὶ περὶ μὲν τῶν *κατιόντων* τὸ ζήτημα εἶνε ἀπλοῦν, διότι ταῦτα δὲν παρουσιάζονται εἰς τὰ ἀραιὰ διαλύματα ὑπὸ τὴν μορφήν συμπλόκων ἰόντων. Ἐπομένως ταῦτα θὰ ὑπολογίζονται ὡς ἀπλᾶ ἰόντα μετάλλων καὶ ἀμμωνίου ἤτοι K^* , Na^* , NH_4^* , Fe^{**} κλ. Ἐπίσης δὲν προκαλεῖ δυσκολίαν τινὰ καὶ ὁ ὑπολογισμὸς τῶν ἰόντων τῶν μονοβασικῶν ὀξέων· ταῦτα δὲν δύνανται εἰμὴ νὰ ὑπολογίζονται ὡς ἰόντα Cl' , Br' , J' , NO'_3 . Προκειμένου ὁμοῦ περὶ τῶν ἀνιόντων πολυβασικῶν ὀξέων, ταῦτα ἐν ὅσῳ ἐν τῷ ὕδατι περιέχονται τόσα ἰόντα (H^*) ὅσα καὶ ὑδροξυλίου (OH') ὡς τοῦτο συμβαίνει διὰ τὰ πλεῖστα ἰαματικὰ ὕδατα, τότε δυνάμεθα νὰ δεχθῶμεν ὡς μορφήν τῶν ἀνιόντων τούτων ἐκείνην, καθ' ἣν ταῦτα εἶνε σταθερώτερα ἢτοι ἐκείνην, καθ' ἣν τὰ δι' ἀλκαλίων ἄλατα διαλελυμένα ἐν καθαρῷ ὕδατι πλησιάζουν ὡς οἶον τε πρὸς τὴν οὐδετέραν κατάστασιν. Οὕτω τὰ ἀνιόντα τῶν πολυβασικῶν ὀξέων θὰ ὑπολογίζονται ὡς



Κατὰ ταῦτα ἡ μόνη ἐπιστημονικὴ ἔκφρασις τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ποσοτικῆς ἀναλύσεως τοῦ περι οὗ ὁ λόγος ὕδατος εἶνε ἡ ἀκόλουθος:

Π Ι Ν Α Κ Ε Α'.

(ἰόντων)

Ἐν ἐνὶ χιλιογράμμῳ ὕδατος περιέχονται:

| | | | |
|----------|---|--|---------|
| Κατιόντα | { | Καλίου (K [*]) γρ. | 0,00647 |
| | | Νατρίου (Na [*]) | 0,0483 |
| | | Ἀμμωνίου (NH ₄ [*]) | 0,00060 |
| | | Ἀσβεστίου (Ca ^{**}) | 0,3470 |
| | | Μαγνησίου (Mg ^{**}) | 0,0702 |
| | | Σιδήρου (Fe ^{**}) | 0,00448 |
| | | Ἀργιλίου (Al ^{***}) | 0,00053 |
| Ἀνιόντα | { | Χλωρίου (Cl [']) | 0,0262 |
| | | Θεικοῦ ὀξέος (SO ₄ '') | 0,0262 |
| | | μονατομικὰ ἄνθρακ. ὀξέος (HCO ₃ ') | 1,484 |
| | | | 2,014 |
| | | Μεταπυριτικὸν ὄξυ (H ₂ SiO ₃) | 0,0157 |
| | | Ἐλεύθερον διοξειδίου ἄνθρακος (CO ₂) | 1,195 |
| | | Ἄθροισμα ἀπάντων τῶν συστατικῶν . . γρ. | 3,225 |

Ἐτι δὲ ἔχνη ἰόντων Βρωμίου, Φωσφορικοῦ ὀξέος καὶ Στροντίου.

* * *

Παρὰ τὸν πίνακα τῶν ἰόντων ἀναγράφεται καὶ ὁ πίναξ τοῦ ὑπολογισμοῦ τῶν συστατικῶν τοῦ ὕδατος εἰς ἄλατα. Ὁ πίναξ οὗτος ὅμως δὲν ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ἀκριβῆ σύστασιν τοῦ ὕδατος διότι ἐν πολλοῖς βασιζέται εἰς ὄλως ἀθαιρέτους ὑποθέσεις. Ὅπως δὲ τοῦτο σαφῶς δηλοῦται πρέπει πρὸ τοῦ πίνακος τοῦ εἰς ἄλατα ὑπολογισμοῦ νὰ ἀναγράφεται: «Ἡ σύστασις τοῦ ἱαματικοῦ ὕδατος ἀντιστοιχεῖ περίπου πρὸς τὴν σύστασιν διαλύματος τὸ ὁποῖον ἐν ἐνὶ χιλιογράμμῳ περιέχει . . .»

Κατὰ τὸν ὑπολογισμὸν τοῦτον τὰ σπάνια συστατικὰ φέρονται

συνήθως ὑπὸ τὴν μορφήν τῶν αὐτῶν ἀλάτων, ἵνα ἡ σύγκρισις τῶν διαφόρων ἰαματικῶν πηγῶν ὡς πρὸς τὰ στοιχεῖα ταῦτα γίνεται εὐκολωτέρα. Οὕτω ἀναγράφονται :

τὸ βρώμιον καὶ ἰώδιον ὡς ἅλατα νατρίου
τὸ στρόντιον καὶ βάριον ὡς ὕδροανθρακικὰ
τὸ ἀμμώνιον ὡς χλωριούχον.

Προκειμένου ὄμας περὶ τοῦ λιθίου γίνεται διάκρισις δύο περιπτώσεων. Προκειμένου περὶ «ἀλκαλικῶ» ὕδατος τὸ λίθιον ἀναγράφεται ὡς ὕδροανθρακικόν, ἐν ᾧ εἰς τὰς ἄλλας περιπτώσεις ὡς χλωριούχον.

Τὸ «ἠγωμένον» ὑδροθεινὸν ἀναγράφεται ὡς ὑδροθειούχον νάτριον (NaHS).

Τὸ ἀργίλλιον, ἂν ἐν τῷ ἀναλυθέντι ὕδατι ὑπάρχη φωσφορικὸν ὄξυδον ἀναγράφεται, ὅπως ὑποθετικῶς, ὡς ὑδροφωσφορικόν ἀργίλλιον ($Al_2[HPO_4]_3$). Ἐὰν τὸ φωσφορικόν ὄξυδον δὲν ἐπαρκεῖ τότε ἀναγράφεται ὡς θεικόν ($Al_2[SO_4]_3$).

Διὰ τὰ λοιπὰ ἰόντα χρησιμοποιεῖται ἡ ἀκόλουθος σειρά :

| | |
|----------|-----------|
| NO_3' | K^* |
| Cl' | Na^* |
| SO_4'' | Ca^{**} |
| HCO_3' | Mg^{**} |
| CO_3'' | Zn^{**} |
| OH' | Fe^{**} |
| | Mn^{**} |

καὶ λοιπὰ ἰόντα
βαρέων μετάλλων.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνωτέρω ὁ πίναξ τοῦ εἰς ἅλατα ὑπολογισμοῦ τοῦ ὕδατος Χαλκιδικῆς θὰ καταρτισθῇ ὡς ἐξῆς :

Π Ι Ν Α Κ Σ Β'.

(ἀλάτων)

Ἡ σύστασις τοῦ ὕδατος ἀντιστοιχεῖ περίπου πρὸς τὴν σύστασιν διαλύματος περιέχοντος ἐν ἐνὶ χιλιογράμμῳ :

| | | |
|--|-----|---------------------|
| Χλωριούχου Καλίου (KCl) | γρ. | 0,0124 |
| Χλωριούχου Νατρίου (NaCl) | | 0,0325 |
| Θεικοῦ Νατρίου (Na ₂ SO ₄) | | 0,0346 |
| Ὑδροανθρακικοῦ Νατρίου (NaHCO ₃) | | 0,0902 |
| Χλωριούχου Ἀμμωνίου (NH ₄ Cl) | | 0,00178 |
| Ὑδροανθρακικοῦ Ἀσβεστίου (Ca[HCO ₃] ₂) | | 1,403 |
| Ὑδροανθρακικοῦ Μαγνησίου (Mg[HCO ₃] ₂) | | 1,4224 |
| Ὑδροανθρακικοῦ Σιδήρου (Fe[HCO ₃] ₂) | | 0,0143 |
| Θεικοῦ Ἀργιλίου (Al ₂ [SO ₄] ₃) | | 0,00336 |
| (μετα-) Πυριτικοῦ ὀξέος (H ₂ SiO ₂) | | 0,0157 |
| Ἄθροισμα | | <u>2,030</u> |
| Ἐλεύθερον Ἀνθρακικὸν ὀξὺ (CO ₂) | | <u>1,195</u> |
| Ἄθροισμα ἀπάντων τῶν συστ. | γρ. | <u><u>3,225</u></u> |

Προσέτι δ' ἴχνη Φωσφορικοῦ ὀξέος, Βρωμίου, Στροντίου.

Τὸ ποσὸν τοῦ ἐλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἶνε μικρότερον τοῦ πραγματικῶς εἰς τὸ ὕδωρ ἐν αὐτῇ τῇ πηγῇ ὑπάρχοντος. Ὁ ἀκριβῆς αὐτοῦ προσδιορισμὸς δὲν δύναται νὰ γείνη εἰμὴ ἐπ' αὐτῆς τῆς πηγῆς. Τὸ ποσὸν τοῦ ἐλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἀντιστοιχεῖ εἰς κυβικὰ ἑκατοστά :

Ἐλεύθερον ἀνθρακικὸν ὀξὺ (CO₂) = 609,9 κυβ. ἐκ. ὑπὸ πίεσιν 760 χλμ. καὶ θερμοκρασίαν 0°.

*
* *

Ἐκ τῶν φυσικοχημικῶν σταθερῶν τοῦ ὕδατος πρέπει νὰ προσδιορίζεται τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ εἰς θερμοκρασίαν 15° ὡς πρὸς τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ 4°, ἢ ἠλεκτρολυτικὴ ἀγωγιμότης τοῦ ὕδατος εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν (συνήθως 25°) καὶ ἡ ταπείνωσις τοῦ σημείου πήξεως, ἐξ ἧς δύναται νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ὠσμωτικὴ πίεσις.

*
* *

Χαρακτηρισμὸς τῆς πηγῆς. Αἱ ἱαματικαὶ πηγαὶ διαιροῦνται εἰς τὰς ἑξῆς τάξεις (1) :

(1) Deutsches Bäderbuch, Leipzig 1907 σελ. LXV.

- 1) ἀκρατοπηγαὶ ἢ ἀπλαῖ ψυχραὶ πηγαὶ
- 2) ἀκρατοθέρμαι ἢ » θερμαὶ »
- 3) ἀπλαῖ ὄξυπηγαὶ
- 4) τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν ὄξυπηγαὶ
- 5) ἀλκαλικάι πηγαὶ
- 6) ἀλατοπηγαὶ
- 7) πικραὶ πηγαὶ
- 8) σιδηροῦχοι πηγαὶ
- 9) θειοῦχοι πηγαὶ

Τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν ὄξυπηγαὶ καλοῦνται αἱ περιέχουσαι εἰς 1 χιλιόγραμμον ὕδατος 1 γρ. τοῦλάχιστον ἔλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξεός καὶ 1 γρ. διαλελυμένων στερεῶν συστατικῶν, ἔξ ὧν προεξάρχουν ἐκ μὲν τῶν ἀνιόντων τὰ ὕδροανθρακικά ἰόντα ἐκ δὲ τῶν κατιόντων τὰ ἰόντα τοῦ ἄσβεστίου καὶ τοῦ μαγνησίου.

Ἐν τῷ ἀναλυθέντι ὕδατι τὸ σύνολον τοῦ ἔλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξεός ὑπερβαίνει τὸ 1 γρ., 195. Τὸ σύνολον τῶν διαλελυμένων στερεῶν συστατικῶν εἶναι 2 γρ., 030, ἐκ τῶν ἰόντων δὲ προεξάρχουσιν, ἐκ μὲν τῶν ἀνιόντων τὰ ἰόντα τὰ ὕδροανθρακικά (1 γρ., 484), ἐκ δὲ τῶν κατιόντων τὰ τοῦ ἄσβεστίου (γρ. 0,3470) καὶ τοῦ μαγνησίου (γρ. 0,0702). Ἐπομένως ἡ πηγὴ δύναται νὰ χαρακτηρισθῇ ὡς ὄξυανθρακικὴ πηγὴ τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν καὶ εἰδικώτερον ὡς ἄσβεστοῦχος ὄξυανθρακικὴ πηγὴ.

Παραβαλλόμενον τὸ ἀναλυθὲν ὕδωρ πρὸς τὰς Γερμανικὰς ἱαματικὰς πηγὰς, εὐρίσκεται ὁμοιάζον ἰδίως πρὸς τὸ ὕδωρ τῶν ἀκολουθῶν πηγῶν :

| | | |
|-------------------------------|----|-----------------|
| Gasperquelle N ^o 2 | ἐν | Imnau |
| Charlottensprudel | » | Altheide |
| Neue Quelle | » | Billthal |
| Reinhardtsquelle | » | Reinhardshausen |
| Georg—Viktor—Quelle | » | Wildungen |

Ἐκ τῆς πλήρους χημικῆς ἀναλύσεως ἔπονται καὶ αἱ θεραπευτικαὶ ιδιότητες τοῦ ὕδατος τούτου. Τὸ ἀναλυθὲν ὕδωρ δύναται νὰ χρησιμεύσῃ :

1) Ὡς ἄριστον ἐπιτραπέζιον ὕδωρ διὰ τὸ εὐγευστον αὐτοῦ καὶ τὸ εὐχάριστον συναίσθημα τὸ προκαλούμενον ὑπὸ τοῦ ἐλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος, οὗτινος ἡ παρουσία συντείνει προσέτι εἰς διευκόλυνσιν τῆς πέψεως.

2) Ὡς ἱαματικὸν πόσιμον ὕδωρ ἔνεκα τοῦ περιεχομένου ἐλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ τῶν ὑδροανθρακικῶν ἀλάτων.

Ἡ πόσις τοῦ ὕδατος ὀξυανθρακικῶν πηγῶν τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν ἐπενεργεῖ θεραπευτικῶς ἰδίως ἐπὶ τῆς ἀρθρίτιδος, ἐπὶ τῶν οὐρικῶν συγκριμμάτων, ἐπὶ κατάρρου τῆς οὐροδόχου κύστεως, ἐπὶ κατάρρου τῶν οὐροποιητικῶν ὁδῶν, ὡς καὶ ἐπὶ τῆς χρονίας διαρροίας. Προσέτι ἡ πόσις αὐτοῦ ἀναμεμιγμένου μετὰ θερμοῦ γάλακτος ἐνεργεῖ θεραπευτικῶς ἐπὶ τῶν χρονίων κατάρρων τῶν ἀναπνευστικῶν ὁδῶν.

3) Διὰ λουτρὰ ὀξυανθρακοῦχα, ἂν λαμβάνεται φροντὶς ὅπως ἐμποδίζεται ἡ ἔκλυσις τοῦ ἐλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος κατὰ τὴν θέρμανσιν τοῦ ὕδατος.

* *

Πρὸς συμπλήρωσιν τῆς χημικῆς ἐξετάσεως ἱαματικῆς πηγῆς πρέπει νὰ γίνῃ καὶ προσδιορισμὸς τῆς ραδιοενεργείας αὐτῆς. Ἐν τῇ προκειμένῃ περιπτώσει δὲν ἐγένετο, διότι ὁ προσδιορισμὸς οὗτος πρέπει νὰ ἐκτελεσθῇ ἐπ' αὐτῆς τῆς πηγῆς. Ἡ γνῶσις τῆς ραδιοενεργείας τοῦ ἀναλυθέντος ὕδατος ἠθέλεν ὑποδείξει ἡμῖν καὶ ἑτέρας θεραπευτικὰς αὐτοῦ ιδιότητας, καίτοι ἐκ τῆς ἀπλῆς αὐτοῦ χημικῆς ἐξετάσεως ἀμέσως καταφαίνεται ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦτο κατέχει πολυτίμους θεραπευτικὰς ιδιότητας.

Ἰδιαιτέραν σημασίαν κατέχει ὁ προσδιορισμὸς τῆς ραδιοενεργείας εἰς ἱαματικὰς πηγὰς, ὧν ἡ χημικὴ σύστασις δὲν παρουσιάζει τὸ ἐξαιρετικόν. Τότε πᾶσαι αἱ θεραπευτικαὶ ιδιότητες τοῦ ὕδατος πρέπει νὰ ἀποδοθῶσιν εἰς τὴν ραδιοενέργειαν. Οὕτω λ. χ. αἱ πηγαὶ τοῦ Bad Gastein ἐν Αὐστρίᾳ καὶ Plombières ἐν Γαλλίᾳ εἶνε κατὰ χημικὴν σύστασιν ἀπλᾶ θερμὰ ὕδατα. Ἐν τούτοις πολυετῆς παρατήρησις κατέδειξεν ὅτι αἱ πηγαὶ αὗται κατέχουν ἐκτάκτους θεραπευτικὰς ιδιότητας. Ἡ μελέτη τῆς ραδιοενεργείας τῶν πηγῶν τούτων κατέδειξεν ὅτι ἔχουσι ραδιοενέργειαν λίαν ἰσχυρὰν καὶ οὕτω

ἐξηγήθησαν καὶ αἱ θεραπευτικαὶ ιδιότητες τῶν λουτρῶν τούτων.

Ἡ ραδιοενέργεια τῶν ἱαματικῶν πηγῶν ἐκφράζεται εἰς μονάδας χιλιο-μικρο-κυρί (milli-micro-curie) ἥτοι εἰς ποσὸν ἑκπομπῆς ραδίου (νιτοῦ) εὐρισκόμενον εἰς ἰσορροπίαν πρὸς ἓν ἑκατομμυριοστὸν τοῦ χιλιοστογράμμου ραδίου. Οὕτως αἱ πηγαὶ Bad Gastein ἔχουσι ραδιοενέργειαν, 508 διὰ 1 λίτρον ὕδατος καὶ αἱ Plombières 86, ἐνῶ τῶν ἐν Vichy πηγῶν ἡ ραδιοενέργεια δὲν ὑπερβαίνει τὰς 4 μονάδας. Οὕτω αἱ μὲν θεραπευτικαὶ ιδιότητες τῶν δύο πρώτων πηγῶν θὰ ἀποδοθοῦν εἰς τὴν ραδιοενέργειαν αὐτῶν, ἐν ᾧ αἱ τῶν πηγῶν τοῦ Vichy εἰς τὴν χημικὴν σύστασίν των. Εἰς ἄλλας ὅμως πάλιν πηγὰς αἱ θεραπευτικαὶ ιδιότητες εἶνε ἀπέλεσμα ἀμφοτέρων τῶν παραγόντων τούτων.
