

ΤΟ ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΩΣ ΠΟΛΥΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΚΥΨΕΛΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΣΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΤΑΞΗ

Κ.Π. Χατζηαντωνίου-Μαρούλη, Ι. Μπρίζας

Εργ. Οργανικής Χημείας και ΔιΧηNET, Τμήμα Χημείας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Α.Π.Θ.

Εισαγωγή

Η βελτίωση στην ποιότητα ζωής και την υγεία του ανθρώπου αύξησε παράλληλα και τις ανάγκες του σε ενέργεια. Η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς. Τα καύσιμα που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος εξορύσσονται από τη γη και γι' αυτό ονομάζονται ορυκτά καύσιμα. Τα αποθέματα άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου σχηματίστηκαν στο υπέδαφος της γης σε διάστημα πολλών γεωλογικών αιώνων, από την αποικοδόμηση ζωικής και φυτικής ύλης. Είναι λοιπόν αυτονόητο ότι η γη δεν αναπληρώνει εύκολα τα ορυκτά καύσιμα που περιέχει. Σοβαρότατες μελέτες ειδικών προειδοποιούν ότι το υπέδαφος περιέχει καύσιμα τα οποία σε λίγες δεκαετίες θα εξαντληθούν.

Η αυξημένη κατανάλωση της ενέργειας στον πλανήτη γη προκάλεσε επίσης περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα και η επιστήμη αναζήτησε λύσεις σε ήπιες μορφές ενέργειας. Ήπιες μορφές ενέργειας είναι αυτές που δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση, καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Αυτές είναι οι "καθαρές" μορφές ενέργειας, οι "πράσινες μορφές ενέργειας" και οι "ανανεώσιμες μορφές ενέργειας".

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) όπως ο ήλιος, ο αέρας, η γεωθερμία και η βιομάζα είναι *οικολογικές* δηλαδή φιλικές με το περιβάλλον και θεωρητικά ανεξάντλητες.

Η ενέργεια από τον ήλιο προέρχεται από αντιδράσεις στο εσωτερικό του και θεωρείται ανεξάντλητη. Η ελάχιστη ποσότητα της που έρχεται στη γη, είναι ικανή να θερμάνει τον πλανήτη μας και είναι αρκετή για εκμετάλλευση της μετατρέποντας την σε άλλες μορφές ενέργειας.

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε από τα αρχαία χρόνια. Οι ανεμόμυλοι, τα ιστιοφόρα και άλλες χρήσεις αξιοποιούν την ενέργεια που μεταφέρει ο άνεμος με τις μετακινήσεις του.

Η γεωθερμία σχετίζεται με την θερμική ενέργεια των υπογείων πετρωμάτων και νερών. Οι άνθρωποι για να την εκμεταλλευτούν αξιοποιούν την διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα υπόγεια πετρώματα και την επιφάνεια της γης. Η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται, είτε άμεσα ως θερμότητα, είτε με το μετασχηματισμό της σε ηλεκτρική ενέργεια.

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο προς παραγωγή ενέργειας.

Οι προσπάθειες των επιστημόνων να αντικαταστήσουν τα ορυκτά (συμβατικά) καύσιμα, με την εξέλιξη της έρευνας κατόρθωσαν να αποδώσουν καρπούς και να παραχθεί ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ). Η ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας ήταν ικανοποιητική, αλλά ο χρόνος διάρκειας της παραγωγής ήταν περιοδικός και όχι συνεχής όπως απαιτεί η βιομηχανική και η καθημερινή χρήση. (π.χ. μόνο με το φως της ημέρας παρήγαν ενέργεια τα φωτοβολταϊκά στοιχεία).

Αφού αναπτύχθηκαν διάφοροι μετατροπείς ενέργειας οι επιστήμονες προσπάθησαν την ασυνεχή αυτή ενέργεια από τις ΑΠΕ να την αποθηκεύσουν να την μεταφέρουν και να την καταναλώσουν στο σημείο που χρειάζεται.

Το υδρογόνο χρησιμοποιήθηκε στην χημική και την βαρεία βιομηχανία επί χρόνια. Την δεκαετία του 1950 η διαστημική τεχνολογία εφάρμοσε 100 ετών παλιά τεχνογνωσία (1850), προκειμένου οι πύραυλοι να μεταφέρουν ενέργεια από την γη στη σελήνη. Τότε πρωτοξεκίνησε η χρήση του υδρογόνου ως μεταφορέα ενέργειας. (NASA <Apollo, Gemini>).

Ιδιότητες – παρασκευές

Το υδρογόνο ανακαλύφθηκε από τον *Paracelsus* που το ονόμασε “κροτούν αέριο”.

Το υδρογόνο στην θερμοκρασία δωματίου είναι αέριο με τις εξής ιδιότητες:

- Άοσμο
- Άχρωμο

- Δυσδιάλυτο στο νερό
- Ελαφρύτερο από τον αέρα, σε καθαρή αέρια μορφή συναντάται σπάνια
- Συνήθως δεν αντιδρά με άλλα χημικά σε θερμοκρασία δωματίου
- Εύφλεκτο
- Εκρηκτικό

Θερμαινόμενο με φλόγα αντιδρά βίαια με το οξυγόνο του αέρα ώστε να δώσει νερό εκλύοντας ταυτόχρονα ενέργεια. Όταν καίγεται σχηματίζεται νερό

Το υδρογόνο δεν υπάρχει ελεύθερο πάνω στη γη αλλά, χρειάζεται να καταναλώσουμε ενέργεια για να το απομονώσουμε.

Η μη ύπαρξη ελεύθερου αερίου υδρογόνου, θέτει το πρόβλημα της παρασκευής του. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή υδρογόνου είναι πολυάριθμοι. Ενδεικτικά, χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, τις ηλεκτρολυτικές, τις θερμοχημικές και τις φωτολυτικές.

Οι περισσότεροι μέθοδοι περιέχουν τη διαδικασία της υδρόλυσης κατά την οποία μόρια νερού διασπώνται σε υδρογόνο και οξυγόνο. Ο χημικός τύπος του νερού είναι H_2O . Σημαίνει ότι κάθε μόριο του νερού περιέχει δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου.

Ένας τρόπος για να παρασκευάσουμε υδρογόνο από το νερό είναι να χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρικό ρεύμα για να το χωρίσουμε στα συστατικά του. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται *ηλεκτρόλυση*.

Η ηλεκτρόλυση μπορεί να γίνει ένας καθαρός (οικολογικός) τρόπος παραγωγής υδρογόνου, όταν το ρεύμα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ο ήλιος ή ο αέρας. Μαζί με την ηλεκτρόλυση ανά τον κόσμο ερευνούν τρόπους για να παράγουν υδρογόνο, οικολογικά, οικονομικά και αποδοτικά.

Σήμερα στα περισσότερα σημεία του πλανήτη και στις μεγαλύτερες ποσότητες το υδρογόνο παράγεται από μια διαδικασία που ονομάζεται *αναμόρφωση μεθανίου* και στην οποία το υδρογόνο εξάγεται από το φυσικό αέριο (95% μεθάνιο CH_4) και τον άνθρακα. Η διαδικασία μετατρέπει το φυσικό αέριο και τον άνθρακα σε υδρογόνο και μονοξείδιο του άνθρακα:



Σήμερα υπάρχουν πολλές μέθοδοι παραγωγής του υδρογόνου. Κάποιες χρησιμοποιούν θέρμανση για να διασπάσουν βιολογικό υλικό (*βιομάζα*) σε αέριο και άνθρακα που στη συνέχεια θα το μετατρέψουν σε υδρογόνο.

Άλλες μέθοδοι παρασκευής H_2 χρησιμοποιούν είδη *άλγης* (*είδη φυκιών*) για να παράγουν υδρογόνο με την παρουσία του ήλιου.

Η έρευνα ανέπτυξε και άλλους τρόπους διάσπασης του νερού χωρίς την χρήση ηλεκτρισμού, αλλά με την χρήση άλλων μορφών ενέργειας όπως του ήλιου, (ηλιακή θερμότητα) ή θέρμανση προερχόμενη από πυρηνική ενέργεια.

Ενώ υπάρχουν τόσοι πολλοί τρόποι παραγωγής υδρογόνου δεν έχει γενικευθεί η χρήση του διότι έχει υψηλό κόστος παραγωγής. Η τιμή μονάδας του παραγόμενου υδρογόνου είναι κατά πολύ ακριβότερη από την τιμή ενός λίτρου πετρελαίου ή βενζίνης (ενδεικτικά αναφέρουμε ένα (1) λίτρο H_2 από βιομάζα κοστίζει 6 Ευρώ).

Μικρές ποσότητες υδρογόνου μπορούν να παρασκευαστούν σε περιφερειακές μονάδες παραγωγής ή ακόμα στα πρατήρια διανομής υδρογόνου. Βέβαια το υδρογόνο είναι δυνατόν να παραχθεί με μικρό κόστος και σε μεγάλες ποσότητες και σε μεγαλύτερες κεντρικές εγκαταστάσεις. Εφόσον παρασκευαστεί το υδρογόνο στο εργοστάσιο παραγωγής πρέπει στη συνέχεια με ασφάλεια να αποθηκευτεί και να διανεμηθεί στους καταναλωτές.

Αποθήκευση

Το υδρογόνο μπορεί να αποθηκευτεί ως αέριο, ως υγρό αλλά και σε χημική ένωση. Ο πιο κοινός τρόπος αποθήκευσης του υδρογόνου είναι σε δεξαμενές σε υπό συμπίεσμένη μορφή ως αέριο. Το υγρό υδρογόνο επίσης αποθηκεύεται σε δεξαμενές. Οι επιστήμονες μελετούν τρόπους αποθήκευσης του υδρογόνου σε χημικές ενώσεις.

Με την έρευνα για την εφαρμογή του υδρογόνου ως μεταφορέα ενέργειας παρουσιάζεται μια μεγάλη τεχνική πρόκληση. Οι δεξαμενές υδρογόνου που βρίσκονται πάνω σε οχήματα πρέπει να γεμίζουν με τόσο υδρογόνο, ώστε να μπορεί το όχημα να ταξιδεύει τουλάχιστον 500 Km πριν χρειαστεί νέο ανεφοδιασμό.

Οι δεξαμενές στα αυτοκίνητα βενζίνης βρίσκονται κάτω από τον χώρο αποσκευών. Στα πρωτότυπα αυτοκίνητα υδρογόνου η δεξαμενή υδρογόνου

βρίσκεται μέσα στο χώρο αποσκευών. Έτσι πρέπει να είναι μικρή σε όγκο και να μην καταλαμβάνει όλο το χώρο αποσκευών.

Με μια μεγάλη δεξαμενή υδρογόνου στο χώρο αποσκευών που θα βάλετε τις βαλίτσες ή τα ψώνια από το σούπερ μάρκετ. Οι επιστήμονες εργάζονται στην έρευνα της τεχνολογίας αποθήκευσης, ώστε να δώσουν στους οδηγούς των οχημάτων την χιλιομετρική αυτονομία που έχουν συνηθίσει χωρίς να θυσιάσουν τον χώρο αποσκευών.

Διανομή

Το υδρογόνο μπορεί να διανεμηθεί διαμέσου αγωγών από την κεντρική παραγωγή στις τοποθεσίες που θα χρησιμοποιηθεί. Δυστυχώς δεν υπάρχει μεγάλο δίκτυο αγωγών για να καλύψει την διανομή υδρογόνου. Θα πρέπει να κατασκευαστεί δίκτυο διανομής. Το υδρογόνο μπορεί επίσης να αποθηκευτεί και να διανεμηθεί από φορτηγά βυτία, με βαγόνια τραίνου βυτία, και με δεξαμενόπλοια.

Χρήσεις

Το υδρογόνο είναι ένα χημικό στοιχείο που χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες στην βιομηχανία. Στην βιομηχανία χρησιμοποιείται στην κατασκευή πολυμερών, στην διαύγαση των υαλικών, στην παρασκευή αμμωνίας, στη σύνθεση λιπασμάτων και αντιψυκτικών. Είναι απαραίτητο στην βιομηχανία τροφίμων στη παρασκευή υδρογονανθράκων για υδρογόνωση ελαίων, που είναι τεχνολογία για την παρασκευή μαργαρίνης.

Ασφάλεια στη χρήση

Όταν υπάρχει διαρροή επειδή το H_2 είναι ελαφρύτερο από το αέρα διαχέεται και χάνεται χωρίς προβλήματα. Έτσι είναι αναγκαίο οι αποθηκευτικοί χώροι του υδρογόνου να λειτουργούν εκτός κτιριακής υποδομής. Το υδρογόνο καίγεται ή εκρήγνυται με ολέθρια αποτελέσματα. Το H_2 σχηματίζει εύφλεκτα μίγματα με το οξυγόνο σε αναλογία από 4,7 μέχρι 93,6%. Κατά καιρούς έχουν συμβεί ολέθρια ατυχήματα.

Το προσωπικό που χειρίζεται το υδρογόνο στην βιομηχανία και αλλού είναι απαραίτητο να είναι εξειδικευμένο και να τηρεί πλήρως τους κανόνες ασφαλείας.

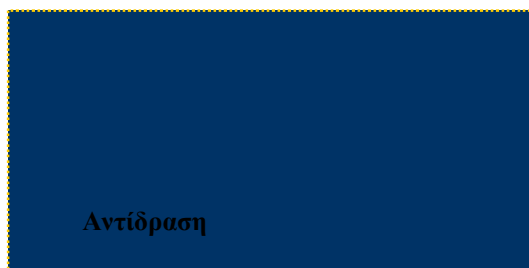
Παραγωγή ενέργειας από το υδρογόνο, Κυψέλες υδρογόνου

Το υδρογόνο υπό την προϋπόθεση ότι παράγεται, αποθηκεύεται με ασφάλεια, και τελικά διανέμεται με ασφάλεια, είναι ένας από τους περισσότερο υποσχόμενους τρόπους παραγωγής ενέργειας μέσω των κυψέλες καυσίμου.

Κυψέλες καυσίμου ονομάζονται όλες οι συσκευές, στις οποίες έχουμε ηλεκτροχημική μετατροπή της ενέργειας μετατροπής του οξυγόνου και του υδρογόνου προς νερό ενώ παράγονται ταυτόχρονα ηλεκτρισμός και θερμότητα. Είναι συστήματα που μετατρέπουν το καύσιμο σε χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Ο ηλεκτρισμός παράγεται με τη μορφή συνεχούς ρεύματος.

Οι κυψέλες υδρογόνου χρησιμοποιούν το οξυγόνο του αέρα και υδρογόνο για να παράγουν ηλεκτρισμό. Το παραπροϊόν στις κυψέλες υδρογόνου είναι το θερμό νερό. Δεν παράγονται πουθενά επιβλαβείς ρύποι, παρά μόνο ηλεκτρισμός και θερμότητα.

Οι αντιδράσεις που γίνονται στη κυψέλη και παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα (κίνηση ηλεκτρονίων) και νερό μαζί με θερμότητα είναι οι παρακάτω:



Οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να καλύψουν αφενός, μικρές ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας (κινητά τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές, μετεωρολογικούς σταθμούς), αφετέρου δε μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας για κίνηση σε ηλεκτρικά αυτοκίνητα, φορτηγά αλλά και φωτισμό και εν γενεί για λειτουργία σπιτιών, κτιρίων και εργοστάσιων.

Συμπεράσματα

Το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παράγει ηλεκτρισμό, για την κίνηση των αυτοκινήτων, για χρήση σε μικροσυσκευές (φακοί, κινητά τηλέφωνα),

χρήση σε κατοικίες, χώρους εργοστασίων με παραπροϊόντα καθαρό νερό και θερμότητα.

Σε κανένα στάδιο (παραγωγή-χρήση) δεν παράγονται επιβλαβής ρυπαντές, όπως συμβαίνει με τα συμβατικά καύσιμα, δηλαδή δεν εκλύεται CO₂ το οποίο συντελεί στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Μπορούμε να πούμε ότι το H₂ παρέχει το όραμα μιας ασφαλούς, άφθονης και καθαρής μελλοντικής ενέργειας.

Ερωτήσεις προς τους μαθητές

- 1.** Από τι αποτελείται το νερό;
- 2.** Πως ονομάζονται οι φιλικές προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας; και ποιες είναι;
- 3.** Παράγουν υδρογόνο τα φυτά;
- 4.** Πως λειτουργούν οι κυψέλες καυσίμου;
- 5.** Γιατί οι κυψέλες καυσίμου δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον;
- 6.** Ποια είναι τα κυριότερα προβλήματα από την χρήση των κυψελών υδρογόνου;