Α΄ Αρσάκειο Λύκειο Ψυχικού

Εργασία στο πλαίσιο του Προγράμματος

PULCHRA -Science in the City

Το υδρογόνο ως εναλλακτικό καύσιμο

Κωνσταντίνος Οικονόμου

Υπεύθυνη Καθηγήτρια: Ευδοκία Πατσιλινάκου

2022

Περιεχόμενα

Υδρογόνο: Μάθημα χημείας

Το υδρογόνο δεν είναι πρωτογενής πηγή ενέργειας

Η χρησιμότητα του υδρογόνου

Το υδρογόνο στους κινητήρες εσωτερικής καύσης

Το υδρογόνο για τις μεταφορές μηδενικών ρύπων

Ελλάδα και υδρογόνο

Περίληψη

Μετά από δεκαετίες αμφιβολιών, φαίνεται ότι έφθασε ο χρόνος που το υδρογόνο θα αποτελέσει βασικό καύσιμο για την ανθρωπότητα. Η κλιματική αλλαγή, αλλά και η τρέχουσα σοβαρή κρίση της τιμής του φυσικού αερίου και γενικότερα των ορυκτών καυσίμων, που έχουν προκαλέσει πανικό στις αγορές και σοβαρές ανησυχίες σε κυβερνήσεις και πολίτες για το ενεργειακό κόστος τον φετινό χειμώνα, καθιστούν πιο επίκαιρο το ρόλο που μπορεί να παίξει το υδρογόνο.

Υπεύθυνη καθηγήτρια:
Ευδοκία Πατσιλινάκου

1) Υδρογόνο: «Μάθημα Χημείας»

Το υδρογόνο συναντάται σχεδόν παντού στη φύση σε μοριακές μορφές, όπως το νερό και οι οργανικές ενώσεις, αλλά είναι δύσκολο να βρεθεί ως ξεχωριστό στοιχείο. Έτσι, η παραγωγή του βασίζεται σε βιομηχανικές μεθόδους, κυρίως με την «αναμόρφωση» του φυσικού αερίου, και λιγότερο συχνά με την ιδιαίτερα ενεργοβόρα μέθοδο της ηλεκτρόλυσης του νερού.

Καθώς, υπό κανονικές συνθήκες, το υδρογόνο βρίσκεται σε αέρια μορφή, για την αποθήκευσή του και τη μεταφορά του θα πρέπει να συμπιεστεί σε πάρα πολύ μεγάλη πίεση ή και να ψυχθεί σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες, γεγονός που αποτελεί μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις στη διανομή του.

Το υδρογόνο δεν είναι τοξικό, ένα όμως από τα βασικά του προβλήματα έχει να κάνει με την πτητικότητά του, καθώς «δραπετεύει» ακόμα και από συμπαγές ανοξείδωτο ατσάλι! Το γεγονός αυτό καθιστά περίπλοκη την κατάλληλη κατασκευή των σωλήνων μεταφοράς του, καθώς και των δοχείων αποθήκευσής του. Το υδρογόνο είναι επίσης ιδιαίτερα εύφλεκτο. Στο παρελθόν χρησιμοποιείτο στα αερόπλοια, μέχρι που το ατύχημα του Χίντενμπουργκ το έβαλε στο περιθώριο για τη συγκεκριμένη χρήση.

Σήμερα τέτοια προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν, αφού ήδη ζούμε με επικίνδυνα υλικά γύρω μας, όπως είναι για παράδειγμα η βενζίνη.

Το υδρογόνο διαθέτει, σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα με βάση τη μάζα του, κάτι που θεωρητικά εξασφαλίζει μεγαλύτερη αυτονομία, εντούτοις για τη μεταφορά ικανής ποσότητας υδρογόνου μέσα σε ένα ρεζερβουάρ θα χρειαστεί να συμπιεστεί σε πολύ υψηλή πίεση. Τα ρεζερβουάρ των υδρογονοκίνητων αυτοκινήτων αποθηκεύουν κατά περίπτωση το καύσιμο με πίεση 700 ή 350 bar (στα βαρέα οχήματα).

2) Το υδρογόνο δεν είναι πρωτογενής πηγή ενέργειας

Το υδρογόνο δεν αποτελεί πρωτογενή πηγή ενέργειας όπως το πετρέλαιο ή ο άνθρακας. Είναι μάλλον "μεταφορέας" ενέργειας όπως ο ηλεκτρισμός και μέσο αποθήκευσης ενέργειας όπως η μπαταρία. Δεν βρίσκεται έτοιμο στη φύση αλλά πρέπει να παραχθεί. 'Αλλες ενεργειακές πηγές ενέργειας χαμηλού άνθρακα όπως οι ανανεώσιμες και η πυρηνική ενέργεια πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να διαχωριστεί το νερό στα συστατικά του οξυγόνο και υδρογόνο, μια διαδικασία δαπανηρή και όχι πολύ αποτελεσματική, αν και σταδιακά το κόστος της πέφτει.

Το υδρογόνο μπορεί επίσης να παραχθεί από "βρώμικα" ορυκτά καύσιμα, αλλά αυτό προκαλεί αρκετούς ρύπους, εκτός και αν η παραγωγική διαδικασία συνδυαστεί με νέες τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης του εκλυόμενου άνθρακα. Επίσης το υδρογόνο είναι πιο εύφλεκτο και ογκώδες σε σχέση με άλλα καύσιμα.

3) Η χρησιμότητα του υδρογόνου

Σήμερα η κλιματική αλλαγή προκαλεί ένα νέο κύμα ενθουσιασμού για το υδρογόνο. Περισσότερα από 350 μεγάλα προγράμματα ανάπτυξης βρίσκονται σε εξέλιξη σχετικά με το υδρογόνο και οι σωρευτικές επενδύσεις τους μπορεί να φθάσουν τα 500 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2030. Η επενδυτική τράπεζα Morgan Stanley εκτιμά ότι οι ετήσιες πωλήσεις υδρογόνου μπορεί να φθάσουν τα 600 δισ. δολ. έως το 2050, από 150 δισ. δολ. σήμερα. Πολλές χώρες (Βρετανία, Γαλλία, Γερμανία, Ιαπωνία. Ν.Κορέα κ.α.) έχουν πλέον εθνικά σχέδια ανάπτυξης του υδρογόνου.

Οι ιαπωνικές και νοτιοκορεατικές αυτοκινητοβιομηχανίες είναι πρόθυμες να πουλήσουν οχήματα που χρησιμοποιούν κυψέλες υδρογόνου ως καύσιμο, αν και τα αυτοκίνητα με μπαταρίες είναι πιο αποδοτικά. Από την άλλη, μερικές ευρωπαϊκές χώρες ελπίζουν να τροφοδοτήσουν τα σπίτια με υδρογόνο, αν και οι αντλίες θερμότητας είναι πιο

αποτελεσματικές, ενώ παράλληλα χρειάζεται ένα δίκτυο ασφαλών σωλήνων για το υδρογόνο, κάτι που δεν είναι πάντα δεδομένο.

Το υδρογόνο μπορεί ασφαλώς να βρει τη θέση του σε βιομηχανίες με πολύπλοκες χημικές διαδικασίες και ενεργοβόρες ανάγκες χρήσης υψηλών θερμοκρασιών, που δύσκολα επιτυγχάνονται με τον ηλεκτρισμό. Οι χαλυβουργίες π.χ., που εκλύουν το 8% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών άνθρακα, θα μπορούσαν να στραφούν πλέον στο υδρογόνο. Επίσης οι εμπορικές μεταφορές για μακρινές διαδρομές που δεν μπορούν να καλύψουν τα ηλεκτροκίνητα οχήματα: τα υδρογονοκίνητα

φορτηγά μπορούν να είναι καλύτερα σε σχέση με εκείνα με μπαταρίες. Ακόμη, καύσιμα από υδρογόνο μπορούν να φανούν χρήσιμα στα αεροπλάνα και στα πλοία. Ήδη η γαλλική εταιρεία Alstom έχει θέσει σε λειτουργία υδρογονοκίνητα τρένα στις ευρωπαϊκές ράγες.

Επίσης το υδρογόνο μπορεί να αξιοποιηθεί ως υλικό για τη μαζική αποθήκευση και μεταφορά ενέργειας. Τα δίκτυα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν προβλήματα, όταν δεν φυσάει αέρας ή όταν πέφτει η νύχτα. Η αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες βοηθάει, αλλά αν η ανανεώσιμη ενέργεια (αιολική, ηλιακή) μετατραπεί σε υδρογόνο, μπορεί να αποθηκευθεί φθηνά για μεγάλες χρονικές περιόδους και μετά, όποτε χρειάζεται, να μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα. Οι χώρες με σημαντικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα μπορούσαν ακόμη και να εξάγουν τέτοια ενέργεια με μορφή υδρογόνου.

Ο κατάλογος με τις πιθανές χρήσεις του υδρογόνου θα γίνεται ολοένα πιο μακρύς, όσο επενδύονται περισσότερα κεφάλαια στην έρευνα και σε νέες τεχνολογίες αξιοποίησης του. Τόσο ο ιδιωτικός τομέας όσο και οι κυβερνήσεις μπορούν να παίξουν τον δικό τους ρόλο για να διευκολύνουν την οικονομία του υδρογόνου. Το συμπέρασμα, σύμφωνα με τον Economist, είναι ότι "το υδρογόνο έχει τους περιορισμούς του, αλλά μπορεί να παίξει ζωτικό ρόλο στη μετάβαση σε μια πιο καθαρή ενέργεια".

4) Το υδρογόνο για τις μεταφορές μηδενικών ρύπων

Η τεχνολογία των ενεργειακών κυψελών δεν είναι καινούργια, αφού η General Motors την είχε ήδη εφαρμόσει από το 1966 σε ένα πειραματικό van. Εντούτοις, ωρίμασε τα τελευταία χρόνια, ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί σε αυτοκίνητα παραγωγής, όπως το Toyota Mirai. Καρδιά των αυτοκινήτων με ενεργειακές κυψέλες (FCEV) αποτελεί μια επιφάνεια πάνω στην οποία το υδρογόνο αντιδρά χημικά με το οξυγόνο του αέρα και παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα και υδρατμοί. Τα FCEV είναι κατά βάση ηλεκτρικά οχήματα, που όμως διαθέτουν μια πολύ μικρότερη μπαταρία σε σχέση με τα αμιγώς ηλεκτρικά, η οποία απλώς χρησιμεύει για την εξασφάλιση αμεσότερης απόκρισης όταν ο οδηγός πατήσει το δεξί πεντάλ, μέχρι η κυψέλη υδρογόνου να αρχίσει να παράγει ρεύμα.

Τα FCEV δε χρειάζονται φόρτιση και δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον, με την προϋπόθεση ότι το υδρογόνο έχει παραχθεί με ηλεκτρόλυση χρησιμοποιώντας ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (πράσινο

υδρογόνο). Μια εναλλακτική λύση είναι αυτή του λεγόμενου μπλε υδρογόνου, το οποίο παράγεται από ορυκτά καύσιμα, με ανάλογη δέσμευση όμως του CO2, ώστε να μηδενιστεί το ανθρακικό αποτύπωμα.

Το «πράσινο υδρογόνο» αυτήν τη στιγμή έχει πολύ υψηλό κόστος παραγωγής. Τυχόν κρατικά κίνητρα για την παραγωγή και χρήση του υδρογόνου μπορεί να οδηγήσουν σε νέες, αποδοτικότερες μεθόδους παραγωγής, που θα μπορούν να το καταστήσουν ανταγωνιστικό των συμβατικών καυσίμων. Μια σχετική έρευνα της Επιτροπής Ενέργειας της Καλιφόρνιας εκτιμά πως το κόστος του υδρογόνου μπορεί μέχρι το 2020 να πέσει κάτω από το μισό της σημερινής του τιμής, έτσι που η χιλιομετρική επιβάρυνση θα είναι αντίστοιχη ενός αυτοκινήτου ντίζελ.

5) Το υδρογόνο στους κινητήρες εσωτερικής καύσης

Το 2006 η BMW είχε παρουσιάσει ένα πρωτότυπο μιας 12κύλινδρης Σειράς 7 που αντί για βενζίνη χρησιμοποιούσε υδρογόνο, με την ανάλογη φυσικά προσαρμογή στο σύστημα τροφοδοσίας. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της συγκεκριμένης λύσης είναι η χαμηλότερη απόδοση, καθώς αξιοποιείται το 25% της ενέργειας του υδρογόνου, όταν στις κυψέλες υδρογόνου το αντίστοιχο ποσοστό αγγίζει το 50%. Ένα ακόμα πρόβλημα στην καύση του υδρογόνου έχει να κάνει με την έκλυση οξειδίων του αζώτου, τα οποία πρέπει να δεσμευτούν στη συνέχεια με συστήματα αντιρρύπανσης σαν αυτά που συναντάμε στους πετρελαιοκινητήρες.

Το εντυπωσιακό γεγονός είναι πως δεκαπέντε χρόνια μετά την υδρογονοκίνητη «7άρα», έρχεται η Toyota και, παράλληλα με την εξέλιξη των κυψελών υδρογόνου, δοκιμάζει μια εκδοχή του 3κύλινδρου κινητήρα του Yaris GR που εν προκειμένω καταναλώνει συμπιεσμένο υδρογόνο. Η ιαπωνική εταιρεία ισχυρίζεται πως η καύση του υδρογόνου γίνεται με ταχύτερο ρυθμό από ό,τι στους παραδοσιακούς βενζινοκινητήρες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός συνόλου με πολύ καλή απόκριση. Συν τοις άλλοις, οι θερμικοί κινητήρες υδρογόνου θα μπορούν να προσφέρουν στον αμετανόητο κάτοχό τους την οδηγική εμπειρία ενός συνόλου που παράγει… ήχο και κραδασμούς, όχι όμως και βλαβερά για το περιβάλλον καυσαέρια.

6) Ελλάδα και υδρογόνο

Το πρώτο βήμα της χώρας μας στον κόσμο του υδρογόνου ακούει στο όνομα «White Dragon». Το έργο «White Dragon» θα χρησιμοποιεί ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια σε μεγάλη κλίμακα για την παραγωγή πράσινου υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης στη Δυτική Μακεδονία. Το υδρογόνο στη συνέχεια, θα αποθηκεύεται άμεσα αλλά και έμμεσα – μέσω διοχέτευσης στον αγωγό φυσικού αερίου του ΔΕΣΦΑ- και κατόπιν μέσω κυψελών καυσίμου υψηλής θερμοκρασίας, θα προσφέρει στο ηλεκτρικό σύστημα της χώρας ηλεκτρική ενέργεια σαν μία σταθερή μονάδα βάσης συμπαραγωγής πράσινης ενέργειας και θερμότητας.

Η παραγόμενη θερμότητα, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά στα δίκτυα τηλεθερμάνσεων της Δυτικής Μακεδονίας, αλλά και σε άλλες εφαρμογές που απαιτούν θερμότητα ή ψύξη όπως τα data centers, τα θερμοκήπια κ.ά.

Το έργο θα περιλαμβάνει και την αναβάθμιση των υφιστάμενων ενεργειακών υποδομών ήτοι των ηλεκτρικών δικτύων και των αγωγών φυσικού αερίου. Οι τελευταίοι θα χρησιμοποιηθούν τόσο για τη μεταφορά του πράσινου υδρογόνου για άλλες χρήσεις, όσο και για την έμμεση αποθήκευσή του.

Βιβλιογραφία:

1. https://www.naftemporiki.gr/story/1776042/ekdilosi-tis-rae-to-udrogono-tha-einai-to-kausimo-tou-mellontos
2. https://www.imerisia.gr/oikonomia/24553_economist-ydrogono-tha-einai-basiko-kaysimo-toy-mellontos
3. https://gr.euronews.com/next/2021/01/29/prasino-idrogono-i-kathari-energeiaki-lisi-tou-mellontos
4. https://www.4troxoi.gr/perivallon/periballon-eidiseis/ydrogono/
5. https://www.liberal.gr/h-energeia-tou-aurio/udrogono-to-kausimo-tou-mellontos-etoimazetai-gia-apogeiosi/420062