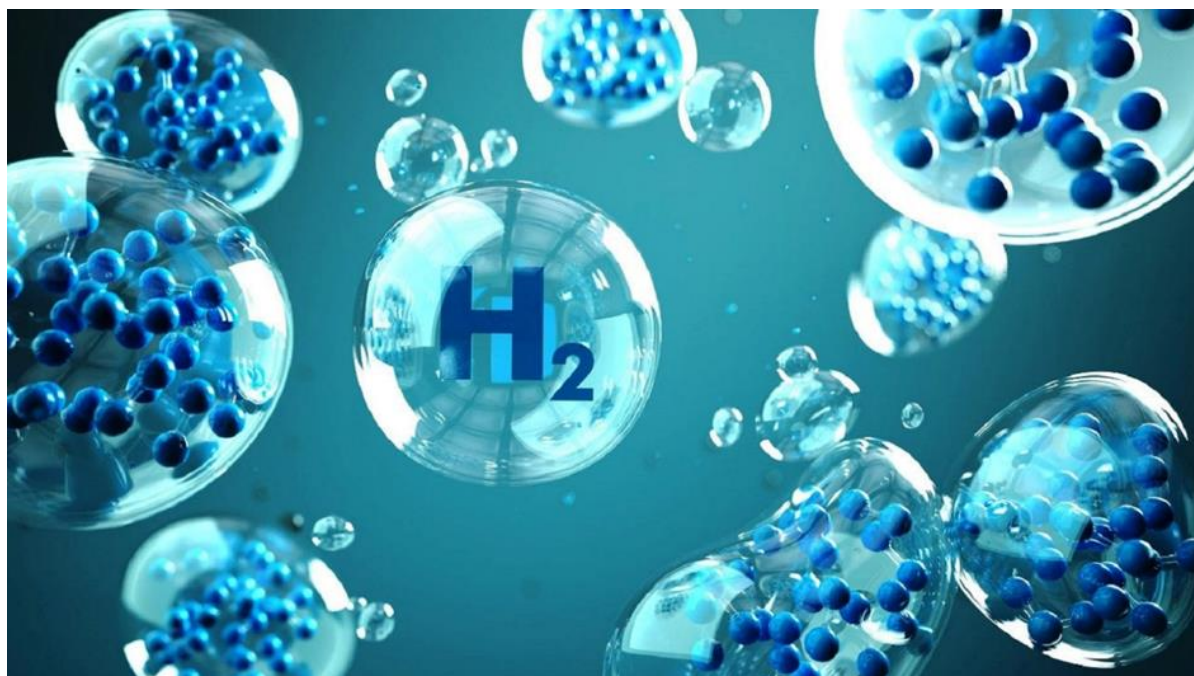




«ΤΟ **ΥΔΡΟΓΟΝΟ**,
ΩΣ ΤΟ ΑΠΟΛΥΤΟ ΚΑΥΣΙΜΟ ΤΟΥ
ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ»
(ΓΥΜΝΑΣΙΟ)



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	σελ. 2
1α. Εισαγωγή.....	σελ. 2
1β. Σκοπός έρευνας.....	σελ. 2
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	σελ. 3
2α. Το υδρογόνο ως το απόλυτο Πράσινο καύσιμο.....	σελ. 3
2β. Γνωριμία με το υδρογόνο.....	σελ. 3
2γ. Φυσικές ιδιότητες υδρογόνου.....	σελ. 3
2δ. Ενεργειακή απόδοση.....	σελ. 4
2ε. Παραγωγή του υδρογόνου.....	σελ. 4
2στ. Είδη υδρογόνου ως προς τον τρόπο παραγωγής του.....	σελ. 4
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	σελ. 8
3α. Ηλεκτρόλυση: Τρόπος παραγωγής υδρογόνου.....	σελ. 8
3β. Πλεονεκτήματα της μεθόδου.....	σελ. 8
4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	σελ. 9
4α. Σχεδιασμός.....	σελ. 9
4β. Πειραματική διαδικασία.....	σελ. 9
4γ. Παρατηρήσεις.....	σελ. 10
4δ. Ανίχνευση των αερίων.....	σελ. 10
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	σελ. 11
5α. Πίνακας αποτελεσμάτων.....	σελ. 11
5β. Έκθεση αποτελεσμάτων.....	σελ. 11
5γ. Από την παραγωγή στην αποθήκευση.....	σελ. 12
5δ. Από την αποθήκευση στη μεταφορά.....	σελ. 12
5ε. Χρήσεις του υδρογόνου ως καύσιμο.....	σελ. 13
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	σελ. 16
6α. Πλεονεκτήματα της χρήσης του υδρογόνου ως καύσιμο.....	σελ. 16
6β. Μειονεκτήματα της χρήσης του υδρογόνου ως καύσιμο.....	σελ. 16
7. ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ.....	σελ. 18
8. ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΑΠΟΚΤΗΘΗΚΑΝ.....	σελ. 19
9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	σελ. 21
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ. 25

1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

1α. Εισαγωγή

Στις μέρες μας είναι φανερές οι κλιματικές αλλαγές, όπως η αυξημένη βροχόπτωση κι οι ψηλές θερμοκρασίες, το λιώσιμο των πάγων καθώς και διάφορα άλλα ακραία καιρικά φαινόμενα. Για όλα αυτά ευθύνεται κυρίως η μεγάλη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, που ενισχύει ταυτόχρονα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Είναι σαφώς αναγκαία η στροφή προς την Πράσινη Ενέργεια, την καθαρή ενέργεια, όπως την ονομάζουν, που έχει μηδενικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και βοηθά στην καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών. Αυτή η εξεύρεση πρωτοπόρων τεχνολογιών ανανεώσιμων μορφών ενέργειας έχει ξεκινήσει να αποτελεί σκοπό όλων των επιστημών και βιομηχανιών, με απώτερο σκοπό να περιορίσουν την εξάρτηση του αιώνα μας από τον μαύρο χρυσό, το πετρέλαιο, και να οδηγηθούμε στην Πράσινη Ενέργεια και τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας σε όλους τους τομείς.

1β. Σκοπός έρευνας

Κύριος σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι η εξεύρεση και η μελέτη ενός καυσίμου που να πληροί τα παρακάτω κριτήρια:

- α) Φιλικό προς το περιβάλλον,
- β) Να είναι εύκολα προσβάσιμο (να μπορούμε να το βρίσκουμε εύκολα),
- γ) Να μπορούμε με απλές μεθόδους να το επεξεργαστούμε (αν είναι δυνατό να χρησιμοποιήσουμε για την παραγωγή του ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας),
- δ) Η παραγωγή του να μην δίνει στο περιβάλλον προϊόντα που να το ρυπαίνουν (προτιμούμε να έχουμε πλήρη καύση, ώστε να εκμεταλλευόμαστε πλήρως την ενέργεια του και να έχει μηδενικούς ρύπους),
- ε) Να έχει σχετικά χαμηλό κόστος παραγωγής,
- στ) Να αποθηκεύεται εύκολα,
- ζ) Να μεταφέρεται με ευκολία και χαμηλό κόστος, από τον τόπο παραγωγής στην τελική χρήση και κατανάλωση,
- η) Επίσης, αφού μελετήσουμε καλά τη χημική συμπεριφορά του, να προβλέψουμε τυχόν κίνδυνους κατά τη χρήση και μεταφορά του, και να τους περιορίσουμε, ώστε να αποφύγουμε τυχόν ατυχήματα.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Μελετώντας για το απόλυτο καύσιμο, που να πληροί τα πιο πάνω κριτήρια καταλήξαμε στο Υδρογόνο (H_2) και συγκεκριμένα στο **Πράσινο Υδρογόνο** το οποίο παράγεται με ηλεκτρόλυση από το νερό με ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο προέρχεται μόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή ήπιες μορφές ενέργειας ή νέες πηγές ενέργειας ή **Πράσινη Ενέργεια** είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας, που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες.

Οι σημαντικότερες από αυτές είναι η Ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά), η Αιολική ενέργεια (αιολικά πάρκα), η Γεωθερμική (δεξαμενές γεωθερμίας, θερμοπίδακες), η Παλιρροιακή, η Ωκεάνια (μπλε ενέργεια) και τα Βιοκαύσιμα.

2α. Το υδρογόνο ως το απόλυτο Πράσινο καύσιμο

Το υδρογόνο αποτελεί το νέο τοπίο στην πράσινη ενέργεια και πολλοί το αποκαλούν **το καύσιμο του μέλλοντος**. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως **το απόλυτο καύσιμο**, αφού δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Μεγάλες βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων των τομέων της ενέργειας, του χάλυβα και των χημικών, προσπαθούν να αναπτύξουν εφαρμογές υδρογόνου μεγάλης κλίμακας, για να συμβάλουν στη μείωση εκπομπών άνθρακα και στην αποτροπή υπερθέρμανσης του πλανήτη.

2β. Γνωριμία με το υδρογόνο

Το υδρογόνο είναι το αμέταλλο χημικό στοιχείο που έχει ως χημικό σύμβολο το H και ατομικό αριθμό 1. Έχει ατομική μάζα 1,00794 amu κι έτσι αποτελεί το ελαφρύτερο χημικό στοιχείο του περιοδικού πίνακα. Αποτελεί την πιο άφθονη χημική ουσία του σύμπαντος (75% της συνολικής βαρυονικής μάζας). Το πιο συνηθισμένο ισότοπο του υδρογόνου είναι το πρώτιο και περιέχει ένα πρωτόνιο, κανένα νετρόνιο στον πυρήνα του και ένα ηλεκτρόνιο στο ηλεκτρονιακό του νέφος.

2γ. Φυσικές ιδιότητες υδρογόνου

Είναι αέριο άχρωμο και άοσμο, μη τοξικό και παράλληλα το απλούστερο στοιχείο του σύμπαντος. Έχει σημείο βρασμού $-252,9^{\circ}C$ και σημείο τήξης $-259,2^{\circ}C$. Είναι ελαφρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα, με πυκνότητα αερίου $=0,0899$

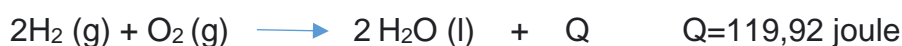
g/l γι' αυτό και βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στην ατμόσφαιρα γιατί ανεβαίνει γρήγορα ψηλά.

2δ. Ενεργειακή απόδοση

Το υδρογόνο έχει την ψηλότερη αναλογία ενέργειας προς βάρος από όλα τα καύσιμα. 1Kg υδρογόνου παράγει κατά την καύση του 119.92 joule κι αυτό το πλεονέκτημα του δίνει τη δυνατότητα να το επιλέξουμε ως τέλειο καύσιμο για πολλές εφαρμογές που απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας. Συγκριτικά με το φυσικό αέριο και τη βενζίνη, 1 Kg υδρογόνου παρέχει την ίδια ποσότητα ενέργειας με 2.1 Kg φυσικού αερίου ή 2,8 Kg βενζίνης.

Καύση υδρογόνου

Αντίδραση καύσης υδρογόνου:



Κατά την καύση του υδρογόνου παράγονται μόνο νερό και θερμότητα και καθόλου ρύποι. Έτσι η καύση του *θεωρείται καθαρή*. Δικαίως, μπορεί να χαρακτηριστεί ως το απόλυτο καύσιμο γιατί δεν παράγει καθόλου διοξείδιο του άνθρακα.

2ε. Παραγωγή του υδρογόνου

Η ύπαρξη του στον πλανήτη θεωρείται απεριόριστη επειδή αποτελεί το 90% του σύμπαντος και στη γη βρίσκεται κυρίως σε ενώσεις όπως το νερό, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, τους υδρογονάνθρακες, την αμμωνία κ.α.

Το υδρογόνο σε μεγάλο βαθμό παράγεται από την **ηλεκτρόλυση του νερού**, μια διαδικασία κατά την οποία το νερό διασπάται με χρήση ηλεκτρικού ρεύματος σε υδρογόνο και οξυγόνο. Επομένως αφού θα παράγεται από το νερό και η χρήση του θα εκλύει νερό, το υδρογόνο θεωρείται πρακτικά ανεξάντλητο.

2στ. Είδη υδρογόνου ως προς τον τρόπο παραγωγής του

Παρότι διαφανές αέριο, το υδρογόνο διακρίνεται σε διάφορες χρωματικές κατηγορίες που αντιπροσωπεύουν τις διαδικασίες και τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του.

Τα είδη υδρογόνου είναι το Πράσινο υδρογόνο, το Ροζ υδρογόνο, το Κίτρινο υδρογόνο, το Μπλε υδρογόνο, το Γκρι υδρογόνο, το Μαύρο υδρογόνο, το Καφέ υδρογόνο, το Τirkουάζ υδρογόνο και το Λευκό ή Χρυσό υδρογόνο.

- **Πράσινο υδρογόνο**

Προέρχεται από την ηλεκτρόλυση του νερού, στην οποία χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως ήλιο (με χρήση φωτοβολταϊκών) ή άνεμο (με χρήση ανεμογεννητριών σε αιολικά πάρκα). Το είδος αυτό παίρνει την ονομασία ΠΡΑΣΙΝΟ ΥΔΡΟΓΟΝΟ κι είναι στις μέρες μας αντικείμενο πολλών μελετών και ερευνών, ως το απόλυτο καθαρό καύσιμο του μέλλοντος, γιατί έχει μηδενικές εκπομπές ρύπων και καθόλου παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα.

Συγκεκριμένα το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγει μια ανεμογεννήτρια ή ένα φωτοβολταϊκών, θα τροφοδοτεί μια συσκευή ηλεκτρόλυσης που θα διασπά το νερό σε υδρογόνο και οξυγόνο. Στη συνέχεια το υδρογόνο θα αποθηκεύεται σε κατάλληλες δεξαμενές για να αποθηκευτεί, να διοχετευθεί ή να μεταφερθεί με βυτιοφόρα στους καταναλωτές.

Ήδη οι εταιρείες BP και Orsted οργανώνουν την παραγωγή πράσινου υδρογόνου στο διυλιστήριο Lingen στη βορειοδυτική Γερμανία, χρησιμοποιώντας την αιολική ενέργεια από τα πάρκα της Βόρειας Θάλασσας.

- **Γκρι υδρογόνο**

Παράγεται με βάση το φυσικό αέριο ή άνθρακα μέσω αναμόρφωσης μεθανίου με ατμό, Steam Methane Reformers SMRs. Ατμός υψηλής πίεσης αντιδρά με φυσικό αέριο CH₄ και παράγονται H₂ και CO₂. Το γκρι υδρογόνο είναι σήμερα η κυρίαρχη τεχνολογία και αντιστοιχεί περίπου στο 96% της παραγωγής υδρογόνου.

Πρόσφατα σχεδιάστηκε η κατασκευή ηλεκτρολύτη 50 μεγαβάτ (MW) για την αντικατάσταση του 20% του γκρι υδρογόνου με ηλεκτρολυτική διαδικασία με χαμηλή τάση και ηλεκτρόλυση του υδροξειδίου του νατρίου, στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις που πριν χρησιμοποιούσαν φυσικό αέριο.

Εναλλακτική μέθοδος που εξελίσσεται στα πλαίσια της παραγωγής γκρι υδρογόνου είναι η μερική οξείδωση, partial oxidation-POX, που είναι ουσιαστικά ατελής καύση του μεθανίου, με πλεονέκτημα ότι είναι εξώθερμη διαδικασία και δεν καταναλώνει ενέργεια. Βελτίωση της μεθόδου αυτής είναι η καταλυτική μερική οξείδωση, με καταλύτη νικέλιο, που μειώνει αρκετά το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα. Η έρευνα εστιάζεται σήμερα στο να βρουν κατάλληλους καταλύτες.

Καμία όμως από τις παραπάνω διαδικασίες δεν είναι τελείως φιλική προς το περιβάλλον. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι περίπου 9,3Kg CO₂/kg H₂ και το κόστος του υπολογίζεται στο 1,5ευρώ /Kg.

Ως υποπροϊόν, το γκρι υδρογόνο δεν παράγεται από το μηδέν και δεν μπορεί να υποκατασταθεί πλήρως με υδρογόνο χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα. Τα 13Mt H₂ που παράγονται σήμερα από τα διυλιστήρια θα μειωθούν σε περίπου 11Mt έως το 2050. Αυτό οφείλεται στη συρρίκνωση της ζήτησης πετρελαίου και στην εξέλιξη πιο ολοκληρωμένων διυλιστηρίων που καταναλώνουν περισσότερο παραπροϊόν υδρογόνο.

- **Μπλε υδρογόνο**

Το μπλε υδρογόνο όπως και το γκρι βασίζεται στο φυσικό αέριο και παράγεται με την ίδια διαδικασία, όπως το γκρι, με μια διαδικασία που ονομάζεται αναμόρφωση δια ατμού (steam reforming) σύμφωνα με την οποία το φυσικό αέριο συναντά ατμό και δημιουργεί υδρογόνο. Αυτή η παραγωγική διαδικασία δημιουργεί επίσης διοξείδιο του άνθρακα, όμως εδώ το περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα δεσμεύεται και αποθηκεύεται (Carbon Capture and Storage, CCS). Γι' αυτό και το μπλε υδρογόνο χαρακτηρίζεται ως *κλιματικά ουδέτερο*. Ωστόσο ο χαρακτηρισμός αυτός είναι αμφιλεγόμενος, καθώς η χρήση φυσικού αερίου προκαλεί πρόσθετες εκπομπές. Το κόστος παραγωγής του είναι περίπου 2ευρώ /Kg, πολύ φθηνότερο από το πράσινο υδρογόνο, ειδικά σε χώρες όπως ο Καναδάς και οι ΗΠΑ, που έχουν φθηνό φυσικό αέριο. Φυσικά αυτό αναμένεται να αλλάξει καθώς οι τιμές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνεχίζουν να μειώνονται.

- **Τιρκουάζ υδρογόνο**

Αυτή είναι μια νέα κατηγορία υδρογόνου που δημιουργήθηκε με μια διαδικασία που ονομάζεται πυρόλυση μεθανίου (methane pyrolysis), η οποία επίσης δημιουργεί στερεό άνθρακα. Στη διαδικασία αυτή το μεθάνιο διέρχεται μέσω λιωμένου μετάλλου παράγοντας στερεό άνθρακα και υδρογόνο. Η διαδικασία αυτή γίνεται χωρίς οξυγόνο στους 1400°C και αυτό κάνει την μέθοδο ενεργοβόρα. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται θερμική διάσπαση μεθανίου (Thermal decomposition of methane –TDM). Επομένως, σε αντίθεση με το μπλε υδρογόνο, δεν υπάρχει ανάγκη για τη δέσμευση του άνθρακα που προκύπτει, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή άλλων προϊόντων όπως τα λιπάσματα, τα μελάνια, τα τόνερ, τα λιπαντικά, τα γράσα, και τα ελαστικά. Η τεχνολογία αυτή βρίσκεται ακόμη στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, έχει όμως δυνατότητες να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα. Το πλεονέκτημα της μεθόδου TDM είναι η υψηλή αναλογία υδρογόνου προς διοξείδιο του άνθρακα. Για κάθε 100 όγκους υδρογόνου έχουμε 5 όγκους CO₂ με την μέθοδο TDM, ενώ με την μέθοδο SMR έχουμε 45 όγκους CO₂. Ωστόσο, η παραγωγική αυτή διαδικασία βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο και δεν υπάρχει ακόμη αποδειχθεί σε εμπορική κλίμακα.

- **Μαύρο υδρογόνο**

Το μαύρο υδρογόνο παράγεται με μαύρο, ασφαλτούχο άνθρακα (bituminous coal) και είναι το αντίθετο του πράσινου υδρογόνου, όσον αφορά τις εκπομπές άνθρακα.

- **Καφέ υδρογόνο**

Παρομοιάζεται με το μαύρο υδρογόνο και παράγεται χρησιμοποιώντας καφέ άνθρακα ή λιγνίτη. Απελευθερώνει επίσης μεγάλες εκπομπές διοξειδίου άνθρακα και χρησιμοποιούνται μερικές φορές οι ίδιοι όροι (μαύρο ή καφέ υδρογόνο), για να περιγράψουν το υδρογόνο που παράγεται με χρήση ορυκτών καυσίμων.

- **Κίτρινο υδρογόνο**

Το κίτρινο υδρογόνο είναι όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει το υδρογόνο που παράγεται με ηλεκτρόλυση, που τροφοδοτείται από ηλιακή ενέργεια. Εντάσσεται στην κατηγορία του πράσινου υδρογόνου, σε ότι αφορά τις εκπομπές άνθρακα.

Χώρες όπως η Αυστραλία, με τεράστιες εκτάσεις ηλιόλουστης γης και αποδεδειγμένο ιστορικό στην εισαγωγή σύνθετων ενεργειακών έργων στην αγορά, έχουν τεράστιες δυνατότητες για παράγωγή υδρογόνου με ηλιακή ενέργεια. Σ' αυτές τις χώρες θα μπορούσε να ενταχθεί και η Κύπρος.

- **Ροζ υδρογόνο**

Το ροζ υδρογόνο, όπως και το πράσινο, δημιουργείται με ηλεκτρόλυση, αλλά η χρησιμοποιούμενη για την ηλεκτρόλυση ηλιακή ενέργεια, παράγεται από πυρηνική ενέργεια κι όχι από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μερικές φορές αναφέρεται ως μωβ (purple) ή κόκκινο (red) υδρογόνο.

- **Λευκό ή χρυσό υδρογόνο**

Το γεωλογικό υδρογόνο, γνωστό ως λευκό ή μερικές φορές χρυσό υδρογόνο, παράγεται στον φλοιό της γης και βρίσκεται σε υπόγεια κοιτάσματα, συχνά μέσω ρηγμάτωσης (fracking). Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει στρατηγική μεγάλης κλίμακας για την αξιοποίηση αυτού του φυσικού πόρου.

«Το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο τονίζει ότι μόνο το καθαρό υδρογόνο μπορεί να συμβάλει στην κλιματική ουδετερότητα και ζητά να εγκαταλειφθεί γρηγορά το υδρογόνο από ορυκτές πηγές».

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3α. Ηλεκτρόλυση: Τρόπος παραγωγής υδρογόνου

Για την παραγωγή υδρογόνου χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο της ηλεκτρόλυσης, μια μέθοδο που διδαχθήκαμε στο μάθημα της Χημείας της Β΄ Γυμνάσιου.

Ηλεκτρόλυση ονομάζεται η διαδικασία διάσπασης μιας ουσίας με τη βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος.

Κατά την ηλεκτρόλυση του νερού, το νερό διασπάται στα δυο χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται, το υδρογόνο και το οξυγόνο, τα οποία είναι και τα δυο σε αέρια μορφή.

3β. Πλεονεκτήματα της μεθόδου

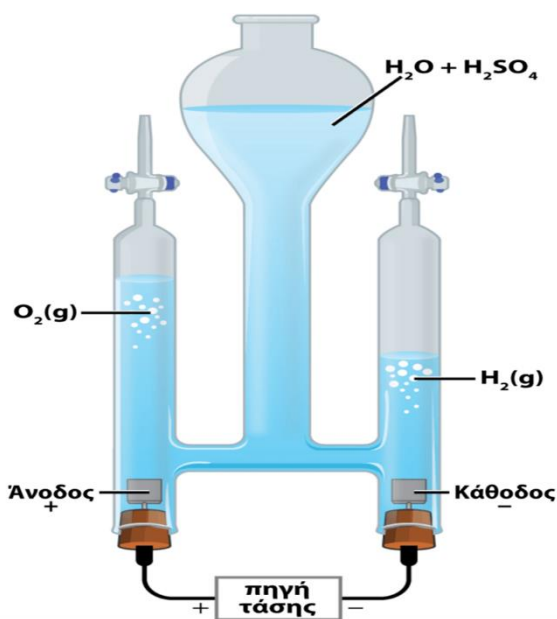
1. Παράγεται υψηλής καθαρότητας υδρογόνο.
2. Το παραγόμενο υδρογόνο που χρειαζόμαστε ως καύσιμο, θα παράγεται από νερό, που είναι πολύ φθινό, μη τοξικό, εύκολο στη χρήση και πολύ εύκολο να το προμηθευτούμε.
3. Για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που χρειάζεται η συσκευή ηλεκτρόλυσης θα χρησιμοποιούμε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ανεμογεννήτριες ή φωτοβολταϊκά, έτσι η μέθοδος μας είναι ενεργειακά φιλική προς το περιβάλλον και χωρίς καθόλου ρύπους προς την ατμόσφαιρα.
4. Επίσης το παραγόμενο οξυγόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για βιομηχανική ή άλλη χρήση.

4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

4α. Σχεδιασμός

Για την πραγματοποίηση της ηλεκτρόλυσης χρησιμοποιούμε μια συσκευή που λέγεται *συσσκευή Hofmann*. Αυτή αποτελείται από έναν κεντρικό σωλήνα, στο πάνω μέρος του οποίου βρίσκεται ένα χοανοειδές άνοιγμα και δυο πλευρικούς σωλήνες. Οι δυο πλευρικοί σωλήνες που είναι βαθμονομημένοι, έχουν στο επάνω μέρος στρόφιγγες που ανοιγοκλείνουν. Στο κάτω μέρος τους προσαρμίζονται τα ηλεκτρόδια. Το θετικό ηλεκτρόδιο ονομάζεται άνοδος, ενώ το αρνητικό ηλεκτρόδιο ονομάζεται κάθοδος.

Συσσκευή Hofmann



4β. Πειραματική διαδικασία

1. Συνδέουμε τα ηλεκτρόδια με πηγή συνεχούς τάσης 15-20V και ανοίγουμε τον διακόπτη.
2. Γεμίζουμε τη συσκευή με το διάλυμα ηλεκτρόλυσης (αποσταγμένο νερό και μικρή ποσότητα θειικού οξέος H_2SO_4 2M). Οι στρόφιγγες της συσκευής πρέπει να είναι ανοικτές και η στάθμη του ηλεκτρολύτη να είναι λίγο πιο κάτω από τις στρόφιγγες, διότι σε διαφορετική περίπτωση, αν υπάρχουν σταγόνες ηλεκτρολύτη πάνω από τις στρόφιγγες, όταν ανοίξουμε τις στρόφιγγες για να συλλέξουμε τα αέρια, υπάρχει κίνδυνος να εκτιναχθούν.

3. Αφού ολοκληρώσουμε το γέμισμα της συσκευής, κλείνουμε τις στρόφιγγες. Κλείνουμε το κύκλωμα ,ώστε να αρχίσει η ηλεκτρόλυση κι αφήνουμε να λειτουργήσει για τον χρόνο που θέλουμε.

4. Μετρούμε τους όγκους των δυο αερίων σε τρεις διαφορετικούς χρόνους (χρόνος 30 min, 90 min και 120 min).

4γ. Παρατηρήσεις

1. Όσο παρατείνεται χρονικά η ηλεκτρόλυση, διασπάται μεγαλύτερη ποσότητα νερού κι έτσι η στάθμη του νερού κατεβαίνει με αποτέλεσμα να συγκεντρώνονται μεγαλύτερες ποσότητες των δυο αερίων.
2. Παρατηρούμε μικρές φυσαλίδες αερίου να παράγονται από τα ηλεκτρόδια και να ανεβαίνουν προς τα πάνω.
3. Ο όγκος του αερίου Α είναι πάντα διπλάσιος από τον όγκο του αερίου Β.

4δ. Ανίχνευση των αερίων

1. Το αέριο με τον διπλάσιο όγκο, το συλλέγουμε σε αντεστραμμένο σωλήνα, αφού ανοίξουμε σιγά σιγά τη στρόφιγγα. Πλησιάζουμε στο στόμιο του αντεστραμμένου σωλήνα αναμμένο κερί και παρατηρούμε ότι καίγεται με χαρακτηριστικό κρότο (μικρή έκρηξη).

2. Ανοίγουμε τη δεύτερη στρόφιγγα και πλησιάζουμε μισοσβησμένο κερί και παρατηρούμε ότι η φλόγα αναζωπυρώνεται.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5α. Πίνακας αποτελεσμάτων

	Όγκος αερίου A (ml)	Όγκος αερίου B (ml)
1 ^η μέτρηση: (χρόνος 30 min)	10	5
2 ^η μέτρηση; (χρόνος 90 min)	30	15
3 ^η μέτρηση; (χρόνος 120 min)	40	20

5β. Έκθεση αποτελεσμάτων

1. Το αέριο με το διπλάσιο όγκο είναι το υδρογόνο, το οποίο επειδή είναι ελαφρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα, το συλλέγουμε σε αντεστραμμένο σωλήνα και παρατηρούμε ότι είναι εκρηκτικό.
2. Το αέριο με τον μισό όγκο, είναι το οξυγόνο το οποίο είναι αέριο που αναζωπυρώνει την φλόγα, γι' αυτό αν πλησιάσουμε μισοσβησμένο ξύλο η φλόγα όντως αναζωπυρώνεται.
3. Όσες φορές και να επαναλάβουμε την διαδικασία προκύπτει η ίδια αναλογία όγκου υδρογόνου και οξυγόνου, επομένως το νερό έχει σταθερή σύσταση.

Αντίδραση:



4. Από τα αποτελέσματα του πειράματος συμπαιρνουμε ότι η ηλεκτρόλυση του νερού μας δίνει καθαρό υδρογόνο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, αφού παρατηρήσαμε στην ανίχνευσή του ότι αντιδρά με το οξυγόνο και καίγεται χωρίς να δίνει ρύπους.

5γ. Από την παραγωγή στην αποθήκευση

i. Τρόποι αποθήκευσης

Μετά από την παραγωγή του το υδρογόνο θα πρέπει να αποθηκευτεί.

Ουσιαστικά το πρόβλημα της αποθήκευσης του είναι θέμα χώρου. Λόγω της αέριας του μορφής, για την αποθήκευση και την μεταφορά του θα πρέπει:

α) είτε να αποθηκευτεί σαν συμπιεσμένο αέριο, έτσι θα πρέπει να συμπιεστεί σε ψηλή πίεση, ή

β) σαν υγροποιημένο αέριο, έτσι θα πρέπει να ψυχθεί σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

ii. Χώροι αποθήκευσης

Μεγάλες ποσότητες υδρογόνου μπορούν να αποθηκευτούν σε υπόγειες φυσικές δεξαμενές, που περιείχαν κάποτε φυσικό αέριο ή νερό καθώς και σε άλλους γεωλογικούς υπόγειους χώρους. Φυσικά μπορούν να κατασκευαστούν και τεχνητές υπόγειες δεξαμενές.

iii. Τι να προσέξουμε κατά την αποθήκευση

Μεγάλο πλεονέκτημα αποτελεί το ότι το υδρογόνο δεν είναι τοξικό, όμως ως αέριο μπορεί εύκολα να διαφύγει και λόγω της μικρής του πυκνότητας, εύκολα διαφεύγει προς το σύμπαν. Έτσι χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την αποθήκευσή του και μεταφορά του, ιδιαίτερα λόγω και της εκρηκτικότητάς του.

Μια καλή ιδέα θα ήταν να χρησιμοποιήσουμε χρωστικές, για να το χρωματίσουμε, ώστε να μπορούμε να παρατηρούμε τη διαρροή του και να την αντιμετωπίζουμε έγκαιρα.

5δ. Από την αποθήκευση στη μεταφορά

Για την μεταφορά του θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τους πιο πάνω κινδύνους. Θα μπορούσαμε όμως να χρησιμοποιήσουμε τους υφιστάμενους αγωγούς φυσικού αερίου είτε να χρησιμοποιήσουμε άλλους αγωγούς.

5ε. Χρήσεις του υδρογόνου ως καύσιμο

i. Ως καύσιμο σε αυτοκίνητα

Τα πρώτα αυτοκίνητα με υδρογόνο εμφανίστηκαν στην αγορά το 2013, ιδιαίτερα από τις ασιατικές αυτοκινητοβιομηχανίες. Από το 2015 ξεκίνησε και η παραγωγή αυτοκινήτων, που χρησιμοποιούν ως καύσιμο υδρογόνο, και στην Ευρώπη. Στα τέλη του 2018 κυκλοφορούσαν παγκοσμίως 11200 υδροκίνητα αυτοκίνητα και οι πωλήσεις τους αυξήθηκαν κατά 80% σε σχέση με το 2017. Το 2024 ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται τέτοια αυτοκίνητα και στην Ευρώπη.

Οι τιμές τους είναι παρόμοιες με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα επειδή η τεχνολογία είναι παρόμοια (περίπου 40 - 45,000 ευρώ).

Ανασταλτικός παράγοντας είναι η έλλειψη πρατήριων υδρογόνου.

Σε ότι αφορά την Κύπρο, υπάρχει νομοθεσία περί προώθησης και ανάπτυξης υποδομών των καυσίμων που ψηφίστηκε το 2017 από τη Βουλή κι έτσι αναμένουμε μέχρι 31 Δεκεμβρίου του 2025 να υπάρχουν επαρκή σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και πλήρωσης για οχήματα με υδρογόνο.

Τα υδροκίνητα αυτοκίνητα διαθέτουν μεγάλο βαθμό αυτονομίας γιατί το καύσιμο μπορεί να μεταφερθεί και σε περιοχές όπου δεν υπάρχει ηλεκτρικό δίκτυο. Επίσης ο ανεφοδιασμός τους γίνεται πολύ ταχύτερα από ότι ενός ηλεκτρικού.

Το υδρογόνο διαθέτει σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα με βάση τη μάζα του γι' αυτό και εξασφαλίζει στα οχήματα υδρογόνου μεγαλύτερη αυτονομία, αλλά για τη μεταφορά ικανής ποσότητας υδρογόνου μέσα σε ένα ρεζερβουάρ θα χρειαστεί να συμπιεστεί σε υψηλή πίεση.

Τα υδροκίνητα οχήματα διαθέτουν την τεχνολογία των ενεργειακών κυψελών (FCVE) που είναι μια επιφάνεια πάνω στην οποία το υδρογόνο αντιδρά χημικά με το οξυγόνο του αέρα και παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα και υδρατμοί. Τα FCEV δεν χρειάζονται φόρτιση και δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον με την προϋπόθεση ότι το υδρογόνο παράχθηκε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (πράσινο υδρογόνο).

ii. Λεωφορεία υδρογόνου

Λεωφορεία υδρογόνου για αποστάσεις 100km χρησιμοποιούνται ήδη σε πολλές Ευρωπαϊκές πόλεις όπως το Όσλο, το Ρότερνταμ, η κοινότητα Αρζέ της Γαλλίας και η Νότια Σαξονία της Γερμανίας.

Το πρώτο λεωφορείο υδρογόνου κυκλοφόρησε ήδη στην Αθήνα από την ΟΣΥ ΑΕ, στο πλαίσιο της ανανέωσης των οχημάτων με οχήματα που σέβονται το περιβάλλον. Το σύστημα του λεωφορείου είναι τεχνολογίας κυψέλης καυσίμου 70 Kw (hydrogen fuel cell). Οι δεξαμενές του καυσίμου είναι τοποθετημένες στην οροφή και το όχημα έχει αυτονομία περίπου 350 Km. Έχει χαμηλό επίπεδο θορύβου και έλλειψη κραδασμών κατά την κίνηση. Το σετ δεξαμενής υδρογόνου φτάνει σε όγκο 37,5 kg υδρογόνου. Αξιοσημείωτο είναι ότι το όχημα χρησιμοποιεί αντλία θερμότητας CO₂ που επιτρέπει την ανάκτηση της απορριπτόμενης θερμότητας της κυψέλης καυσίμου και τη χρήση της για εξωτερική θέρμανση.

iii. Ταξί

Ο διευθύνων σύμβουλος της Hygr Ματιέ Γκαρντιέ, ο οποίος το 2015 ξεκίνησε επιχείρηση με ταξί που κινούνται με υδρογόνο στο Παρίσι, δήλωσε ότι «Το υδρογόνο παρέχει πραγματική λειτουργική απόδοση για τυχαίες εντατικές χρήσεις όπως τα ταξί». Σήμερα τα ταξί αυτά φτάνουν τα 600. Μπορούν να διανύσουν 500 km με 700 km και ο ανεφοδιασμός τους με υδρογόνο διαρκεί μόλις πέντε λεπτά. Η ίδια εταιρεία διαθέτει δώδεκα σταθμούς ανεφοδιασμού με δυναμικότητα ενός τόνου ημερησίως τοπικά παραγόμενου πράσινου υδρογόνου.

iv. Φορτηγά

Φορτηγά υδρογόνου χρησιμοποιούν στις μεταφορές οι μεγάλες αλυσίδες (πχ. COCA COLA στις ΗΠΑ, Walmart στον Καναδά, η Carrefour στη Γαλλία). Η Σουηδία είναι από τις πρωτοπόρες χώρες που επένδυσε δυναμικά στην ηλεκτροκίνηση και ιδιαίτερα στα φορτηγά υδρογόνου, δοκιμάζοντάς τα μάλιστα σε διαδρομές με ιδιαίτερα δύσκολες συνθήκες όπως ψύχους, πάγους και χιονιού. Η εταιρεία Volvo επενδύει δυναμικά στα υδρογονοκίνητα φορτηγά εξοπλίζοντάς τα με δύο κυψέλες υδρογόνου οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να παράξουν 300KW ηλεκτρικής ενέργειας. Οι κυψέλες αναλαμβάνουν να μεταφέρουν την ενέργεια στους ηλεκτροκινητήρες οι οποίοι δίνουν κίνηση στους τροχούς του φορτηγού.

v. Ναυσιπλοΐα

Ο Πάνος Κουτσουράκης, Vice President, Global Sustainability, αναφέρει ότι «Η παγκόσμια μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον είναι ζωτικής σημασίας για την

αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και η ναυτιλιακή βιομηχανία βρίσκεται στην πρώτη γραμμή αυτής της μετάβασης».

Το υδρογόνο χρησιμοποιείται και στη ναυσιπλοΐα. Το 2017 στον Ειρηνικό Ωκεανό εμφανίστηκε το «πλοίο του μέλλοντος» με την ονομασία Energy Observer, που τροφοδοτείται με ενέργεια από τον ήλιο, τον άνεμο και το υδρογόνο που παίρνει από το νερό της θάλασσας. Το πλοίο αυτό αποτέλεσε και εργαστήριο για τη χρησιμοποίηση οικολογικών καθαρών τεχνολογιών σε αντίξοες συνθήκες. Μέχρι το 2019 το Energy Observer πέρασε από 50 χώρες και πραγματοποίησε 101 στάσεις. Τα αποτελέσματα, σύμφωνα με τους μηχανικούς του, ήταν εξαιρετικά.

Το 2022 ο οργανισμός Energy Observer παρουσίασε τον νέο πειραματικό σχεδιασμό τους που είναι το νέο πλοίο Energy Observer 2 που χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για να παράγει υδρογόνο το οποίο θα καταναλώνει για τις ενεργειακές του ανάγκες. Με αυτό τον τρόπο το πλοίο θα ταξιδεύει με μηδενικές εκπομπές. Η παρουσίαση του πρωτοποριακού αυτού πλοίου επικροτήθηκε από τον συνασπισμό Ship It Zero, ο οποίος προτρέπει μεγάλες εταιρείες όπως την IKEA, την Amazon, την Target και την Walmart να συνεργαστούν με ναυτιλιακές εταιρείες που χρησιμοποιούν πλοία μηδενικών εκπομπών όπως τα πλοία υδρογόνου.

vi. Αεροπλάνα

Η αεροπορία με υδρογόνο βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο με τους κινητήρες υδρογόνου να μην έχουν εισέλθει σε εμπορική χρήση. Η εταιρεία Airbus (εταιρεία κατασκευής αεροσκαφών) αναπτύσσει ένα κινητήρα αεριωθούμενου υδρογόνου με τον οποίο θα αρχίσει δοκιμές το 2026. Υπόσχεται ότι το 2035 θα πετάμε με αεροπλάνα υδρογόνου.

vi. Αεροδιαστημική

Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν οι ειδικοί της αεροδιαστημικής. Το υδρογόνο μπορεί να συνεισφέρει στη κατάκτηση του διαστήματος. Υπάρχει ολόκληρο γκρουπ πυραύλων (Ariane) που χρησιμοποιεί για την εκτόξευση εκτός από το υγρό οξυγόνο και το υγρό υδρογόνο.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το υδρογόνο θεωρείται σήμερα το πιο καθαρό καύσιμο παρόλα αυτά έχει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα.

6α. Πλεονεκτήματα της χρήσης του υδρογόνου ως καύσιμο

1. Παράγει ενέργεια με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ένα πλεονέκτημα που το καθιστά ιδανικό για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Συγκεκριμένα κάνει καθαρή καύση. Όταν καίγεται με οξυγόνο παράγει μόνο νερό και θερμότητα. Όταν καίγεται με τον ατμοσφαιρικό αέρα ,παράγονται μερικά οξείδια του αζώτου ,σε αμελητέο ωστόσο βαθμό.
2. Έχει υψηλή ενεργειακή πυκνότητα έτσι με λίγες ποσότητες δίνει περισσότερη ενέργεια από τα συμβατικά καύσιμα. Συγκεκριμένα έχει το υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα βάρους από οποιονδήποτε άλλο καύσιμο (119,972 kJ/kg,περίπου τρεις φορές μεγαλύτερο από της συμβατικής βενζίνης).
3. Είναι άφθονο και ευπροσάρμοστο(αφού είναι το πιο συνηθισμένο στοιχείο στο σύμπαν σε αντίθεση με τα υγρά καύσιμα η με κάποιες απαραίτητες πρώτες ύλες για την κατασκευή μπαταριών).
4. Μπορεί να αποθηκευτεί.
5. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέρμανση ,τον φωτισμό ,τη βιομηχανία, στα μέσα μαζικής μεταφοράς και στα ταξίδια στο διάστημα άρα αποτελεί ένα ιδανικό καύσιμο για πολλές χρήσεις.
6. Έχει γρήγορο χρόνο ανεφοδιασμού συγκριτικά με τη βενζίνη και το πετρέλαιο.
7. Η λειτουργία ενός κινητήρα με υδρογόνο είναι πιο αθόρυβη σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα.

6β. Μειονεκτήματα της χρήσης του υδρογόνου ως καύσιμο

1. Είναι εκρηκτικό αέριο και έτσι χρειάζεται πάρα πολύ προσοχή στη μεταφορά και την αποθήκευση του.
2. Η παραγωγή του έχει πολύ υψηλό κόστος επειδή απαιτεί την χρήση ενέργειας.

3. Η αποθήκευση και η μεταφορά του απαιτούν εξειδικευμένες υποδομές και τεχνολογίες. Επίσης υπάρχει δυσκολία στη μεταφορά του καθώς καταλαμβάνει μεγάλο όγκο και η υγροποίηση του απαιτεί πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.
4. Προς το παρόν υπάρχουν σχεδόν μηδενικές υποδομές σταθμών ανεφοδιασμού.
5. Λόγω της υψηλής ευφλεκτότητας του τείνει να γίνει ιδιαίτερα επικίνδυνο σε περιπτώσεις ελλιπούς τήρησης μέτρων ασφαλείας.

7. ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

1. Το υδρογόνο είναι ένα ισχυρό καύσιμο με μεγάλη ενεργειακή απόδοση και όντως υπόσχεται πολλά στο εγγύς μέλλον. Είναι ένα καύσιμο που αν παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά και τα αιολικά πάρκα, δεν θα έχει καθόλου αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλούς τομείς, όπως τα μέσα κίνησης μεταφοράς, θέρμανσης ακόμα και σε διαστημόπλοια. Παρόλα αυτά το κόστος παραγωγής του είναι στις μέρες μας αρκετά ψηλό, αν και οι μεγάλες βιομηχανίες υπόσχονται τα επόμενα χρόνια να βρουν τρόπους παραγωγής του υδρογόνου με μειωμένο κόστος και οι κυβερνήσεις των χωρών φαίνονται να αυξάνουν την οικολογική συνείδηση τους και να δίνουν αρκετές χορηγίες στους τομείς της πράσινης ενέργειας.
2. Το μόνο δεδομένο που μας προβληματίζει αρκετά είναι η ιδιότητα του υδρογόνου να εκρήγνυται εύκολα και δυνατά. Έτσι, οι κίνδυνοι μεταφοράς του και αποθήκευσής του είναι αρκετά ψηλοί. Εισηγούμαστε για τον λόγο αυτό α) να υγροποιείται πριν την χρήση του και β) να χρωματίζεται με φυσικούς τρόπους, ώστε να διαφαίνεται η τυχόν διαρροή του και να προλαβαίνουμε τυχόν ατυχήματα αλλά και για να αποφεύγεται η σπατάλη του καυσίμου.
3. Επίσης εισηγούμαστε να κατασκευαστεί μια μικρή συσκευή πυρασφάλειας που να πυροκροτεί το καύσιμο κατά την διαρροή του, ώστε να ακούμε μια μικρή έκρηξη, σαν μικρή κροτίδα, ώστε να γνωρίζουμε ότι υπάρχει διαρροή.
4. Επιπρόσθετα να σχεδιαστεί ένα σύστημα που να σταματά άμεσα το άκουσμα της μικρής έκρηξης, ώστε να μην συνεχίζεται η διαρροή. Επίσης επιτακτική ανάγκη είναι στους χώρους παραγωγής του καυσίμου και της αποθήκευσής του, καθώς και στους σταθμούς ανεφοδιασμού του για τα μέσα μαζικής μεταφοράς, να υπάρχει σίγουρα σύστημα συναγερμού για διαρροή του καυσίμου, όπως συμβαίνει με τα συστήματα για καπνό και σίγουρα κατάλληλους πυροσβεστήρες για τυχόν φωτιά.
5. Εισηγούμαστε επίσης να χορηγηθεί από το κράτος κοντύλι για τες βιομηχανίες που θα χρησιμοποιήσουν το πράσινο υδρογόνο, με την προϋπόθεση να παράγεται αποκλειστικά με πράσινη ενέργεια. Τέλος, να στηρίξει την ενέργεια αυτή με επιπλέον χορηγίες στη χρήση φωτοβολταϊκών (ειδικά στην Κύπρο που η ηλιακή ενέργεια είναι άφθονη).

8. ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΑΠΟΚΤΗΘΗΚΑΝ

Μαθητής/τρια 1

Προσωπικά, μετά από όλη αυτή την έρευνα, ανέπτυξα περισσότερο την οικολογική μου συνείδηση, κάνοντας κάτι που δεν είχα δοκιμάσει ξανά, αλλά και ούτε πίστευα ότι θα έκανα. Είναι η πρώτη φορά που ασχολούμαι σοβαρά με τον τομέα της έρευνας και δηλώνω ότι όλη η εμπειρία ήταν υπέροχη. Έμαθα να ψάχνω και να επιλέγω τις σωστές πληροφορίες πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα και αφού τις κατανοήσω, να βρίσκομαι σε θέση να διαλέγω μόνο τις απαραίτητες. Έμαθα επίσης να συνεργάζομαι και έμαθα πολλά πράγματα που δεν ήξερα και είναι πολύ σημαντικά. Έμαθα πράγματα για τον πλανήτη μας, που εξαιτίας ανθρώπινων ενεργειών καταστρέφεται, και έμαθα τρόπους που μπορούμε να τον βοηθήσουμε ώστε εμείς οι άνθρωποι να ζούμε σε ένα υγιές περιβάλλον. Ακόμη, έμαθα πράγματα για τη Χημεία που μπορεί να με βοηθήσουν στη σχολική μου ζωή και γενικότερα στο μέλλον. Τέλος, έμαθα ενέργειες που κάνει η χώρα μας για το καλό του πλανήτη μας και για μέρη στην Κύπρο όπου υπάρχουν εγκαταστάσεις, για παράδειγμα εγκαταστάσεις υδρογόνου που δεν γνώριζα ότι έχουμε. Το πιο σημαντικό όμως που έμαθα είναι ότι το υδρογόνο μπορεί να αλλάξει τον τρόπο ζωής μας προς το καλύτερο, τι μπορούμε να κάνουμε με το υδρογόνο και το ότι το υδρογόνο σε λίγα χρόνια μπορεί να αντικαταστήσει όλα τα άλλα καύσιμα, και για αυτό άλλωστε αναφέρεται και ως "καύσιμο του μέλλοντος".

Μαθητής/τρια 2

Ως μαθητής/τρια γυμνασίου που είχε την ευκαιρία να λάβει μέρος σε ένα τέτοιο διαγωνισμό, έχω να ομολογήσω ότι κατά την διάρκεια της έρευνας προς την επίτευξη του τελικού μας αποτελέσματος έχω αποκομίσει αρκετές και χρήσιμες δεξιότητες. Αρχικά, ο διαγωνισμός αυτός με προώθησε να αναζητήσω και να μάθω πως γίνεται η διαδικασία μιας έρευνας, να αφιερώσω τον ελεύθερο μου χρόνο σε κάτι που θα μου αναπτύξει τις γενικές μου γνώσεις και να ασχοληθώ πιο βαθιά με τον τομέα της χημείας. Ακόμη, εκτός από το μαθησιακό έμαθα πως είναι να συνεργάζεσαι και να είσαι μέλος μιας ερευνητικής ομάδας και πως είναι να λαμβάνεις μέρος σε ένα τέτοιο διαγωνισμό. Συνεπώς, η έρευνα αυτή μου έχει αναπτύξει ολοκληρωτικά την οικολογική μου συνείδηση και με έχει βοηθήσει να ενσωματωθώ καλύτερα σε μια διαδικασία σαν κι αυτή.

Μαθητής/τρια 3

Μέσα σε αυτό το όμορφο ταξίδι για την επίτευξη του στόχου, εισέπραξα γνώσεις οι οποίες θα με βοηθήσουν στην μεταγενέστερη ζωή μου. Ακόμη μέσω της ομάδας μου έμαθα πως λειτουργεί μια ομάδα και έμαθα πολλά από αυτήν. Ο κάθε ένας της ομάδας είναι διαφορετικός και αυτό μου έμαθε να ακούω όλες τις απόψεις και γνώμες να εμπλουτίζω τις δικές μου γνώσεις και να ακούω όλες τις απόψεις και γνώμες ,να εμπλουτίζω τις δικές μου γνώσεις και να ακούω τον συνεργάτη μου.

9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

• Παρουσίαση του έργου White Dragon

Με την ονομασία White Dragon κατατέθηκε στην Ελλάδα πρόταση από ομάδα μεγάλων ενεργειακών ομίλων της χώρας, η οποία έχει ως στόχο την παραγωγή πράσινου υδρογόνου. Η πρόταση προβλέπει επενδύσεις άνω των 8.000.000.000 ευρώ για την ετήσια παραγωγή 250,000 τόνων πράσινου υδρογόνου στη Δυτική Μακεδονία. Το έργο θα απασχολεί 18000 εργαζόμενους ενώ το περιβαλλοντικό όφελος υπολογίζεται στον περιορισμό των εκπομπών CO₂ κατά 11,5 000.000.000. τόνους το χρόνο. Το παραγόμενο υδρογόνο θα διοχετεύεται στον αγωγό φυσικού αερίου του ΔΕΣΦΑ, ενώ θα αξιοποιείται επίσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας για τα δίκτυα τηλεθέρμανσεων της Δυτικής Μακεδονίας.

Στόχος επίσης του White Dragon αποτελεί η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου ερευνητικού κέντρου στη Δυτική Μακεδονία ενώ θα ερευνηθεί η δυνατότητα μεταφοράς και εξαγωγής υδρογόνου μέσω του αγωγού φυσικού αερίου TAP που ήδη συνδέει την Ελλάδα με τις ευρωπαϊκές αγορές.

Επίσης σε συνέδριο για το υδρογόνο ο υφυπουργός Υποδομών και Μεταφορών της Ελλάδας προανήγγειλε την υιοθέτηση του υδρογόνου ως καύσιμο στις οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές. Στο πλαίσιο αυτό προβλέπεται η ανάπτυξη δικτύου πρατηρίων υδρογόνου στις εθνικές οδούς, ενώ σε δεύτερη φάση θα χρησιμοποιηθεί στις συγκοινωνίες και στα βαρέα οχήματα.

Στην Ευρώπη 120 εταιρίες προωθούν το υδρογόνο ως το καύσιμο του μέλλοντος, και πιστεύουν ότι μέχρι το 2050 θα καλύπτει το 24% των ενεργειακών μας αναγκών και ένα μεγάλο ποσοστό των μεταφορών.

Η χρήση άλλωστε στην ολυμπιακή φλόγα των Ολυμπιακών Αγώνων στο Τόκιο συμβολίζει την αρχή μιας νέας πράσινης εποχής αλλά και της προθέσεις της Ιαπωνικής βιομηχανίας.

Η γαλλική εταιρεία Air Liquide που αποτελεί την πρωτοπόρα εταιρεία διεθνώς στην παραγωγή αερίων, τεχνολογιών και υπηρεσιών για τη βιομηχανία και την υγεία, μέχρι το 2019 δημιούργησε πάνω από 120 πρατήρια υδρογόνου στην Ευρώπη την Ασία, την Βόρεια Αμερική και τη Μέση Ανατολή.

Φωτογραφικό υλικό



Η εταιρεία Νοινο επενδύει δυναμικά στα υδρογονοκίνητα φορτηγά



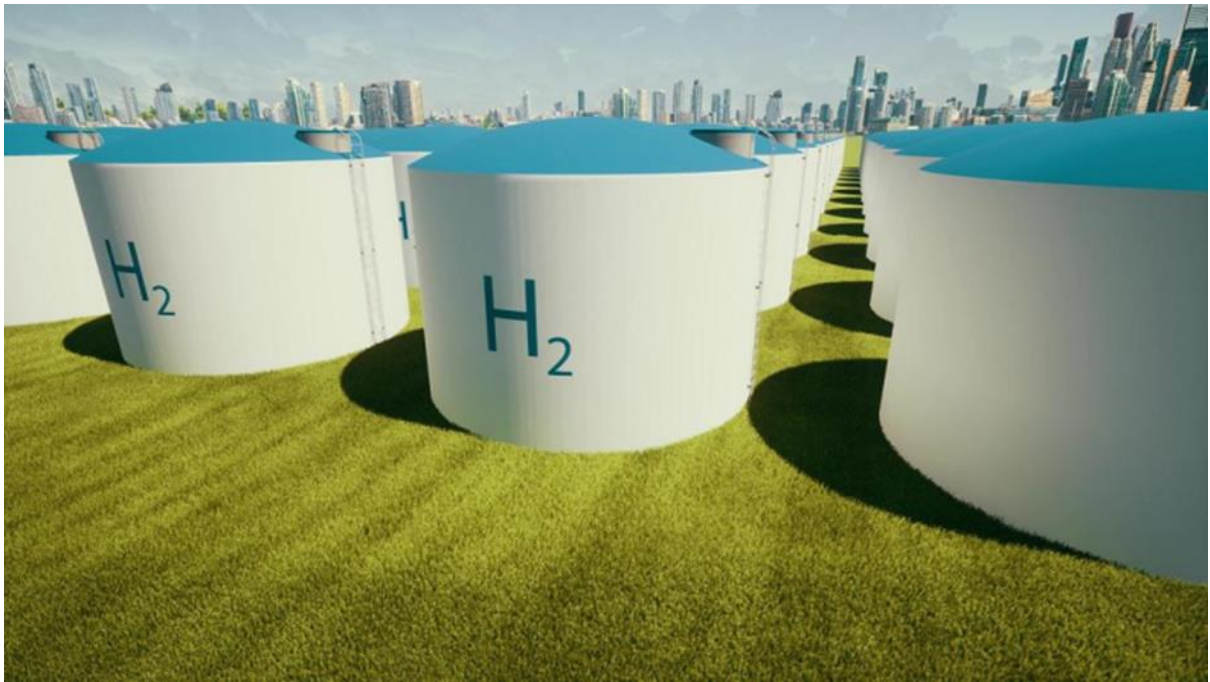
Το πλοίο του μέλλοντος, Energy Observer



Energy Observer2: ένα πρωτοποριακό πλοίο παραγωγής και κατανάλωσης καυσίμου υδρογόνου



Airbus: Το 2035 θα πετάμε με αεροπλάνα υδρογόνου



Δεξαμενές υδρογόνου

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλίο

1. Ομάδα Αναλυτικών Προγραμμάτων (Σχολική Χρονιά 2022-2023), Χημεία Β΄ Γυμνασίου, Τετράδιο Εργασιών, Αναθεωρημένη έκδοση, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου

Πηγές από διαδίκτυο

1. «Αυτό είναι το πρώτο λεωφορείο υδρογόνου της Αθήνας – Παράγει νερό αντί για ρύπους, πόσο κοστίζει», CAR & MOTOR, 10 Απριλίου 2023.
2. «Η Volvo ξεκίνησε δοκιμές σε φορτηγά υδρογόνου (+video)», 11 Μαΐου, 2023, <https://www.newsauto.gr/news/i-volvo-xekinise-dokimes-se-fortiga-idrogonou-video/>
3. «ABS: Το υδρογόνο ως καύσιμο πλοίων - Κατανόηση των ευκαιριών και των προκλήσεων», Δευτέρα, 18-Δεκ-2023, <https://www.capital.gr/epixeiriseis/3756496/abs-to-udrogonο-os-kausimo-ploion-katanoisi-ton-eukairion-kai-ton-prokliseon/>
4. «Energy Observer2: ένα πρωτοποριακό πλοίο παραγωγής και κατανάλωσης καυσίμου υδρογόνου», <https://www.naftikachronika.gr/2022/02/16/energy-observer-2-ena-protoporiako-ploio-paragogis-kai-katanolosis-kafsimou-ydrogonou/>
5. «Ταξίδια «αστραπή» με αεροσκάφη που θα πετούν με υδρογόνο», <https://www.ertnews.gr/eidiseis/diethni/taksidia-astrapi-me-aeroskafi-pou-tha-petoun-me-ydrogono/>
6. <http://el.wikipedia.org>
7. <http://carbonof.gr>
8. <http://www.cres.gr>
9. <http://gr.boel.org>
10. <http://www.kreport.gr>
11. <http://www.huffingtonpost.gr>
12. <https://www.youtube.com/watch?v=ZuPLys5tYeo>
13. <https://www.ertnews.gr/eidiseis/epistimi/einai-telika-to-ydrogono-to-kaysimoy-mellontos/>
14. <http://www.myschlab.com>