LU
TAHSIL ACADEMIC AND RESEARCH JOURNAL
TARJ
2023

تحصیل
د لغمان پوهنتون علمي، څېړنیزه مهالنۍ خپرونه
۱۴۰۲ ل کال لومړۍ ګڼه، تله (میزان)

دهایډروجني انرژي ارزښت

[۱]پوهنمل عطاالله میرزاخې، ننګرهار پوهنتون ښـوونې او روزنې پوهنځی کېمیا څانګه، [۲] پوهنمل بختیار نیازی ، لغمان پوهنتون، ښـوونې او روزنې پوهنځی، کېمیا څانګه

لنډیز

د فوسیلي سون توکو د کارونې د تاوانونو له روښانه کېدو څخه وروسته په داسې لارو چارو کار کېږي چې د انرژي د جوړېدو نورې سرچینې وموندل شي چې لاس رسی ورته اسانه وي او د ککړتیا اندازه یې هم په ټیټه کچه کې وي چې د دغه ډول انرژي سرچینو څخه یــوه هم هایډروجني انرژي ده ، هایډروجن یوه داسې ماده ده چې په اسانۍ سره سوزي ،په ازاده هو ا کې سو ن څخه یې د اوبو بخارات جوړیږي ، هایډروجن د لاسته راوړلو لپاره د اوبو د الکترولیز طریقه ډېره معمول ده خو د تولید اسانه لاره یې له میتان او اوبو بخاراتو څخه جــوړول دي ، هایډروجن څخه په مایع حالت او یا د متراکم شوي غاز په بڼه ګټه اخستل کیږي ، د موټرونو جوړونکې ډیرې شرکتونو داسې موټرونه جوړ کړي چې هایډروجني انرژي له سون څخه ګټه اخلي او همدارنګه فضایي اداري یې تشیال ته د سپوږمکیو او دفاعي راکټونو د توغولو لپاره د سون مادې په ډول کاروي ، نو ځکه دغه انرژي روښانه راتلونکې لري، نو د د ې موضوع موخه دا د ه چې هایډروجني انرژي دبدیلي انرژي سرچینې په توګه وپېژند ل شي ، روښانه راتلونکې ته په کتو په دې څېړنه کې کتابتوني میتود له لارې د هایدروجني انرژي ارزښت څېړل شوی دی، چې په لیکنه کې یې له معتبرو مقالو او کتابونو څخه ګټه اخستل شوې د ه .له څېړنې څخه داسې څرګنده شوه چې هایدروجني انرژي کارونه د چاپېریال ککړتیا په مخنیوي کې ستر رول لري .

کلیدي کلیمې:هایډروجني انرژي، متراکم شوی هایډروجن غاز ، الکترولیز کړنلاره ، فوتولیز کړنلاره .

۱. پېژندنه

هایډروجن یو کوچنی اتوم لرونکی عنصر دی ، د هایډروجن هر یو اتوم یواځې یو پروتون لري، په طبیعت کې لمر د هایډروجن او هیلیم څخه جوړشوی لوی جسم دی ، د لمر په هسته کې د هایډروجن اتومونه سره یو ځای کیږي تر څو هیلیم جوړ کړي (دغه عملیه د فیوژن په نوم یادیږي) او ورڅخه د وړانګو انرژي جوړیږي ، دغه وړانګې د ځمکې پر مخ د ژوند ساتنې لپاره کار کوي ځکه د فوتوسنتیز عملیه نباتاتو کې پر مخ بیایي او د کیمیاوي انرژي په بڼه په فوسیلي سون توکو کې زېرمه کیږي، هایډروجن د ځمکې پر مخ د غاز په څېر نه پیداکیږي بلکې له نورو عناصرو سره یو ځای د مرکب په شکل شته دی لکه اوبه ، میتان اونور(دیمیرل . ۲۰۱۲).

هایډروجن له نورو سرچینو څخه لکه طبیعي غاز ، ډبروسکرو، بایوماس او اوبو څخه جوړېدی شي، د هایډروجن د جوړېدو دوه مهمې کړنلارې براس ته اړول او الکترولیز دي چې اوبه په هایډروجن او اکسیجن ټوټه کېږي، د هایډروجن د تولید مېتود د براس شکل ته اړوني مېتود دی چې په اوسني وخت کې تر ټولو ارزان بیه او معمول کړنلاره ده ، په داسې حال کې چې د الکترولیز لاره چاره په اوسني وخت کې ګرانه پروسه ده ، په اوسني وخت کې د هایډروجن د نړیوال تولید سرچینه طبعي غاز دی چې ۴۸٪ هایډروجن ورځخه په نړیواله کچه په لاس راځي ، له پترولیم څخه ۳۰٪ ، له ډبروسکرو څخه ۱۸٪ او د اوبو الکترولیز څخه ۴٪ په لاس راځي (سټیفن او سوسن. ۲۰۰۹).

د هایډروجن د انرژۍ د جوړېدو منځپانګه تر ټولو سون توکو لوړه ده (تقریباً د ګاسولین درې برابره ده) مګر د حجم له مخې ټیټه کچه کې ځای لري ، هایډروجن په اسانۍ او پرته له ککړتیا تولیدولو څخه سوزي چې اوبه تولیدوي ، کله چې په یو اینجن کې سوزي او یا په سون بطرۍ کې کارول کېږي یواځې اوبه تولیدوي ډېره لږ ه اندازه یې د هوا نایتروجن سره نایتروجني اکساېډونه تولیدوي نو ځکه د ککړتیا اغیز یې نسبتاً په ټیټه کچه کې دی ، نن ورځ هایډروجن په دوه لارو کارول کېږي نیمايي مقدار یې د امونیا د تولید لپاره د هابر په پروسه کې چې په مستقیمه او یا غیر مستقیمه توګه ورځخه سرې جوړیږي ، بله نیمايي برخه یې د درندو هایډروکاربنونو په کوچنیو هایدروکاربنونو اتومونو بدلولو په پروسو کې کارول کیږي چې د سون لپاره مناسب وي، هایدروجني بطرۍ ګاني د برېښنا د جوړولو لپاره ډېرې برابرې دي خو نرخونه یې ګران دي ، کوچنۍ بطرۍ ګاني اوسني وخت کې کوچنیو موټرونو کې د برېښنا د لاسته راوړلو لپاره کارول کیږي (کولین . ۲۰۰۶).

په اوږدو واټنونو کې د هایډروجن لېږد ډېر لګښت ته اړتیا لري او د غاز په بڼه یې لېږد هم ستونزې لري نو ځکه هغه د مایع شوي غاز په بڼه اړول کېږي ، د ساتنې لاره یې د کاربن او یا یو فلز په وسیله د هغه جذب دی ، دبېلګې په ډول د ګرافیت داسې فایبرونه جوړ شوي دي چې د خپلې کتلې درې برابره هایدروجن جذبولی شي، یوه بله لاره د هایډروجن د ساتنې چې په وروستیو کې د پام وړ ګرځېدلې په موټرونو کې د سون بطریو کاروني کړنلاره ده (سټیفن او سوسن. ۲۰۰۹).

موخې

۱- د هایډروجني انرژۍ ارزښت پېژندنه

۲- د هایډروجني انرژۍ سرچینو سره اشنايي پیدا کول

۳- د هایډروجني انرژۍ کاروني ځایونو پېژندنه

د څېړنې پوښتنې

۱-هایډروجني انرژي څه ارزښت لري.

۲-د هایډروجني انرژي سرچینې کومې دي ؟

۳-د هایډروجني انرژي د کارونې ځایونه کوم دي ؟

۲. تېرو لیکنو ته کتنه

د نولسمې پېړۍ له نیمایي څخه پخوا د انرژي غټه سرچینه لرگي وه ، په نولسمه پیړۍ کې ډبروسکارو دلرگیو ځای ونیوه چې انرژي ورڅخه لاسته راتله ، د نړۍ په نفوس کې چټک ډېروالی د انرژي سرچینو د ډیروالي اړتیا منځ ته راوړه چې نفتي سون توکي تولید او استخراج شول چې سون مادې په ډول پراخه وکارول شول ، د نفتي سون توکو پراخه کارونې ډېری گټو په څنگ کې د چاپیریالي ستونزو پیداکېدو لامل شوي دي (شافعي او ملگري.۲۰۱۹).

پترولیم ، ډبروسکاره ، طبیعي غاز فوسیلي سون توکي دي چې انرژي ورڅخه لاس ته راځي، همدارنگه لمریزه انرژي ، د باد انرژي ، هستوي انرژي او د اوبو د بندونو څخه هم بریښنایي انرژي لاس ته راځي ، یو ډول انرژي چې اوسني وخت کې یې د هغې زیات شتون او پاکوالي له کبله د پام وړ گرځېدلې هغه هایډروجني انرژي ده چې د ککړتیا د تولید کچه یې د نشت په شمېر ده (کولین . ۲۰۰۶).

هایدروجن او هایدروجني انرژي اوږده تاریخچه لري ، په ۱۸۰۰ پېړۍ کې د اوبو الکترولیز څخه هایدروجن تولید شو . ۲۰۰ کاله پخوا هایدروجن د داخلي اینجن د سون توکي په ډول وکارول شو ، په ۱۹ پیړۍ کې هایدروجن په بالونونو او هوایي کښتیو کې وکارول شو، په ۱۹۶۰ لسیزه کې هایدروجني انرژي انسان سپوږمۍ ته ورساوه ، اوسني وخت کې یې تولید اړتیا په صنعتي او تجارتي بڼه ډېره شوې ده چې په کلنۍ توگه ۷۰ میلیونه ټنه تولیدیږي (IEA .۲۰۱۹).

هایدروجن تر دې پخوا هم په پراخه پیمانه تولید او کارول کېده خو د انرژي تولیدونکې مادې په ډول ورته په وروستیو کلونو کې پاملرنه زیاته شوې ده ، هاېدروجن د نفتي توکو په تصفیه ، خوړو په تولید ،فلزونو په استخراج او امونیا په تولید چې بیا سرې ورڅخه جوړېږي کارول کیږي خو په وروستیو کې د انرژي سرچینې په ډول ورته پاملرنه ډېره شوې ده (تیموتي . ۲۰۱۹).

هاېدروجن غاز یو داسې غاز دی چې د سون خاصیت لري نوکه د سون لپاره وکارول شي چاپیریال ته د فوسیلي سون توکو په شان زیان نه لري ، د کاربن ډای اکساید او نورو غازونو په څېر شین کوریزې اغېزې نه لري ، یواځې د سون محصول یې اوبه دي نو څکه هاېدروجن د سورلۍ په کوچنیو او لویو او همدارنگه په بار وړونکو وسیلو او فضایي سپوږمکیو کې د سون مادې په ډول کارول کېدای شي (سټیفن او دیکوسټ. ۲۰۰۸).

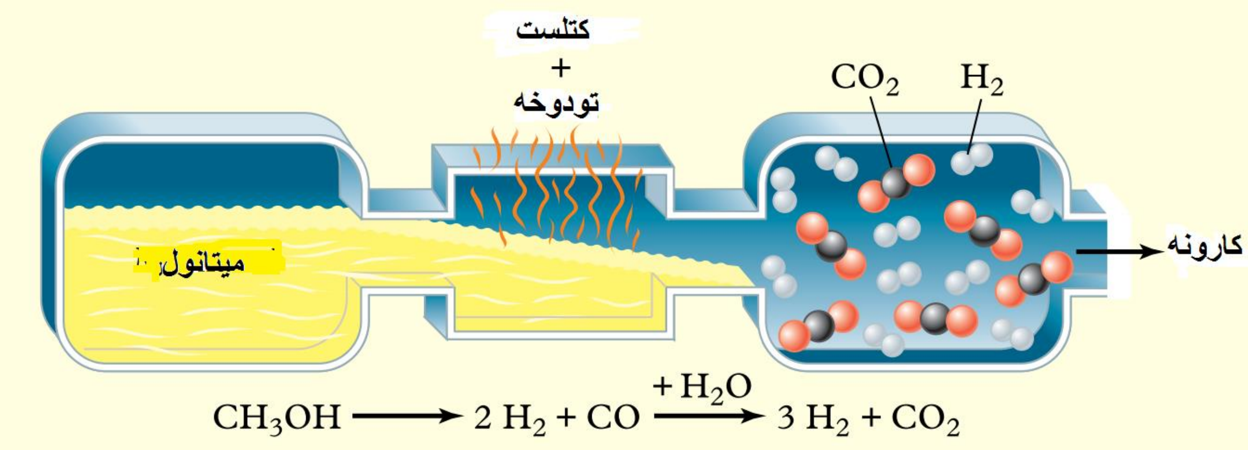
موا د او کړنلاره

دغه څېړنه د څېړنیزې کتابتوني کړنلارې له مخې سرته رسېدلې ده ، په لومړي سر کې د موضوع په اړوند شته علمي معتبر و بهرنیو کتابونو او څېړنیزو مقالو څخه اومه مواد راټول او له تحلیل څخه وروسته ددې

څېړني د پراوېز راپور په ډول ستاسو په مخ کې وړاندې کېږي ، دښې پوهېدنې لپاره انځورونه هم ورکړل شوي دي .

د هایډروجن سون توکي د تولید سرچینې

په طبیعت کې هاېدروجن د ځمکې پر مخ د خالص عنصر په ډول نشته بلکې هغه په معمول توګه له اوبو او فوسیلي موادو لکه میتان څخه په لاس راوړي چې دلته په دغه پروسه کـــــې د انرژي د ډېر



۱–انځور : له میتانول څخه د هایدروجن د تولید سیستم(ستیفن او سوسن.۲۰۰۹).

مقدار لګښت ته اړتیا لیدل کیږي نو دلته هغه کړنلارې څېړنې لاندې نیسو چې د هغوی په وسیله هاېدروجن انرژي لاسته راوړو :

د اوبو الکترولیز څخه : په اقتصادي ډول دغه کړنلاره ګرانه تماميږي ، په دغه کړنلاره کې برېښنايي انرژي د انرژي د سرچینې په ډول ده :

$$2H_2O\ (l) + \text{Elictric Energy} \rightarrow 2H_2\ (g) + O_2\ (g)$$

له بده مرغه د برېښنايي انرژي نیمايي برخه په بې پامی سره تودوخې باندې بدلیږي نو ځکه په دغه پروسه کې له منځه ځي او که چېرې برېښنا تولید شي د فوسیلي سون توکي د سوزولو په وسیله کاربن ډای اکساید او د هوا ککړونکي لکه د نایتروجن اکساېدونه هوا ته د سون په وخت خپروي.

یوه هیله چې د راتلونکې لپاره شته داده چې دا به اقتصادي خبره وي چې لمریزه انرژي د اوبو د الکترولیز لپاره وکارول شي، په سعودي عربستان او المان کې داسې لومړني برېښنا کوټونه جوړ شوي دي چې لمریزې انرژي څخه په ګټې اخستنې هاېدروجن تولیدوي، بله شونتیا داده چې د هستوي انرژي او یا بادیزې انرژي په مرسته د پراویز ې پروسې سره سم هاېدروجن په لاس راوړل شي (بارېلې . ۲۰۰۶).

۲- انځور :هغه راکېټ چې هایډروجني انرژي د سون مادې په ډول کاروي (باریلې . ۲۰۰۶).

د لمر د رڼا په مرسته د اوبو تجزیه (فوتولیز)

ددې پر ځای چې د اوبو الکترولیز لپاره لمریزه انرژي وکارول شي، ښه داده چې لمریزه رڼا مستقیماً اوبه په هایډروجن او اکسیجن تجزیه کړي خو په دې هکله بشپړه عملي ګټوره کړنلاره لاتر اوسه نده کشف شوې ، یوه ستونزه داده چې H_2O په مستقیم ډول د لمر وړانګې نه جذبوي مګر ځینې مواد شته چې د لمر وړانګې جذبوي او بیا د هغوی د انرژي د تجزیې عملیې لپاره په کار وړل کېدای شي، خو دغه وړاندیز شوي مواد ددې دوران په جریان کې ٪۱۰۰ نه ساتل کیږي او په دوامداره توګه بنایي ورسول شي چې دغه ټوله پروسه اقتصادي نه ده (سټیفن اوسوسن. ۲۰۰۹).

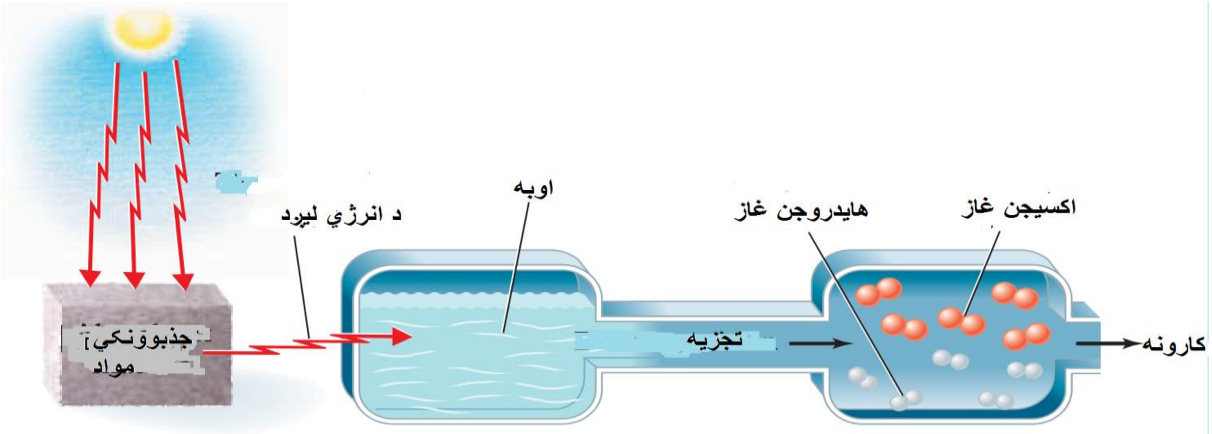
فوسیلي موا دو څخه د هایډروجن تولید

د هایډروجن غاز کېدای شي چې له فوسیلي موادو لکه ډبروسکرو ، پترولیم او یا طبیعي غاز څخه تولید شي، کله چې دوی له اوبو سره تعامل وکړي نو هایډروجن او کاربن ډای اکساید جوړوي، په دغه پروسه کې د انرژي مقدار د سون مادې د اوبو د هایډروجن اتومونو ته لیږدوي چې هغوی د هایډروجن غاز جوړ کړي ، ددې په اغېز په اصلي سون ماده کې کاربن اکسیدایز کیږي او هایډروجن ارجاع کیږي ، خالص تعامل چې کاربن اکسیدایز او هایدروجن ارجاع کړي په لاندې ډول دی (لکه د ډبروسکارو کاربن څخه) (اقایي . ۱۳۹۱).

$$C\ (s)\quad +2H_2O\ (g)\ \ \rightarrow 2H_2(g)\quad +CO_2\ (g)$$

د هایډروجن د لیږد او زېرمه کولو ستونزه

په اوږدو واټنونو کې د هایدروجن لیږد ډیر لګښت ته اړتیا لري او د غاز په بڼه یې لیږد هم ستونزې لري نو ځکه هغه د مایع شوي غاز په بڼه اړول کیږي ، د ساتنې بله لاره یې د کاربن او یا یو فلز په وسیله د هغه جذب دی ، دبیلګې په ډول د ګرافیت داسې فایبرونه جوړ شوي دي چې د خپلې کتلې درې برابره هایدروجن جذبولی شي، یوه بله لاره چې په وروستیو کې د پام وړ ګرځېدلې په موټرونو کې د سون بتریو کارونې لاره ده (باریډ. ۲۰۰۶).



۳- انځور :د لمر رڼا په مرسته د جذبوونکي او اوبو د تجزیې الې نمونه (سټیفن اوسوسن. ۲۰۰۹).

د موټر جوړولو ډېری کمپنۍ لکه نیسان، فورډ، هونډا او میرسیډیز د داسې موټرونو په جوړولو بریالي شوي چې د هایدروجني سون بطریو په مرسته ګرځي ، دغه ډول بترۍ د پروتون لیـــــــــــږدونکې پـــــــردې (proton exchange membrane) لرونکي دي چې د هغوی په انود کې H_2 الکترونونه بایلي او د هایدروجن ایونونه تولیدوي چې ددې پردې له لارې کتود ته ځي او هلته له O_2 سره یو ځای کیږي چې اوبه جوړوي ، ددې بطریو پیلونه 0،7 ولټه برېښنا تولیدوي، ددې لپاره چې برېښنا وړتیا ډېره شي نو د پیلونو یوه سلسله یوبل سره تړل کیږي، دلته H_2 د موټر له زېرمه شوې ټانکۍ او یا هم میتانول څخه تولیدیږي ، هغه اله چې H_2 زیرمه کوي د Energy Conversion Device (ECD) په نوم یادیږي ، دغه سېستم د میګنیزیم له الیاژ څخه جوړ شوی چې د هایدروجن غاز د جذب وړتیا لري، کله چې تودوخه ورکړل شي نو هایدروجن ازادوي، هغه موټرونه چې دغه الې په کې نصب شوي دي تر 300 میله فاصلې پورې دتللو لپاره کفایت کوي (سټیفن او ډیکوسټ. ۲۰۰۸).

۴ . انځور. په متحده ایالاتو کې هغه ټانک چې ۶۰۰ کیلو ګرامه مایع هایډروجن زیرمه او لیږ دولی شي بارید. (۲۰۰۶).

د هایډروجني سون توکي راتلونکی

هایډروجن غاز د موټرونو او انرژي بټیو د سون توکي په ډول کلیدي رول لري، د تولید ډیرې پروسې یې ریډوکس پروسې دي،څېړني پوهان په دې اند دي چې د نړۍ راتلونکی اقتصاد به په هایډروجني انرژي ولاړ وي، د متحده ایالاتو د ناسا اداره چې فضا ته کوم راکیټونه توغووي دهغې سون توکي هایډروجن دی ، د ایسلینډ هېواد داسې ۳۰ کلن پلان ترتیب کړئ چې دهغې له مخې ټول هېواد کې هایډروجني انرژي ته پراختیا ورکړي، ډیرې هغه غټې کمپنۍ چې موټرونه جوړوي د داسې موټرونو په جوړولو کار کوي چې د هایډروجني انرژي څخه په ګټې اخستنې کار وکـــــــــــــــړي (ډیمیرل .۲۰۱۲).

له نورو سون توکو سره د هایډروجني انرژي پرتله

د هایډروجن غاز د سون په وخت اکسیجن سره په یو ځای کېدو اوبه او تودوخه تولیدوي .

$$2H_2\,(g) + O_2\,(g) \xrightarrow{spark} 2H_2O\,(g)$$

د معمولي لمبې سوزېدنه کې هایدروجن له اکسیجن سره یو ځای کیږي تودوخه تولیدوي او یا هم په کتلستي نغریو کې ټیټې تودوخې سوزیدنې کې سرته رسیږي ، نسبت نورو سون توکو ته د هایډروجن کمې کتلې مقدار ته اړتیا لیدل کیږي چې لږه ککړتیا تولیدوي همدارنګه که چیرې د سون بطری کې وسوزول شي نو د انرژي اندازه یې نسبت عادي سوزیدنې ته ډېره ګټوره ده ، د یادونې وړ ده چې د هایډروجن سون ککړتیا منځ ته نه راوړي ځکه د هغې سون څخه د اوبو براسونه تولیدیږي خو دا خبره بشپړه سمه نده ځکه په لوړه تودوخه کې د سون لمبه په هوا کې شته ناېتروجن سره یو ځای کیږي او د نایتروجن اکساېډونه جوړوي، همدارنګه لږ مقدار د H_2O_2 ازادوي نو ځکه هغه موټر چې هایډروجن سوزوي صفري ازادوونکي سېستمونه نه دي (سټیفن او سوسن. ۲۰۰۸).

۵ . انځور. هونډا کمپنۍ په وسیله جوړ شوی موټر چې هایدروجني انرژي کاروي(باربېر. ۲۰۰۶).

۳. مناقشه

اولګا بیکووا او ملګرو څېړنې ښخه جوتیږي چې په نږدې راتلونکي کې به هایدروجن یو ارزښت لرونکی توکی وي چې هوا ککړتیا ستونزې حلېدو کې مرسته کولی شي ، دهایدروجني انرژي کارونه او پراختیا په ترانسپورتي وسایطو کې لاپخوا پیل شوې ده ، دهایډروجن له سون څخه کاربني غازونه نه تولیدیږي نو څکه د راتلونکي کلیدي سون توکي په ډول ورته پاملرنه کـــــــــــــــیږي دشافعي او ملګرو څېړنې له مخې هایدروجني انرژي د راتلونکي وخت د انرژي غوره وفاداره کاندید دی ، د دې انرژي د تولید فوسیلي او غیر فوسیلي کړنلارې شته دي ، اوسني وخت کې د غاز د تولید تکنالوژي ډېره معمول ده خو په لږه کچه د الکترولیز تکنالوژي هم کارول کیږي . اډوارډ او کوزنتس څېړنې څخه څرګندیږي چې هایدروجني انرژي د ترانسپورتي وسایطو ، صنعتي او هستوګنې سکتورونولپاره د کاربني غازونو خپروونکو سرچینو د بدیل په ډول ګڼل کیږي ، تکنالوژیکي پرمختیاوې له پرله پسې ټولنیز او سیاسي ژمنتیا سره ددې کار فرصت برابروي ، د هایدروجن ریښتوني انقلاب څخه مخکې د سفر اوږد ده لاره پرته ده مګر دغه یو احساساتي سفر دی . له دې څېړنې څخه هم څرګنده شوه چې د فوسیلي سون توکو ټاکلې اندازې او چاپیریالي ککړتیا ته په کتو هایدروجني انرژي غوره ارزښت او روښانه راتلونکې لري ، ددې انرژي د تولید ، کارونې ، لېږداو زېرمه کولو په هکله په لابراتواري او تجارتي بڼو څېړنې رواني دي چې له دې څېړنې څخه هم د هایدروجني انرژي ارزښت له ورایه څرګندیږي .

۴. پایله

هایدروجني انرژي ارزښتمنه انرژي ده چې د هایدروجن په سون سره په هوا کې یواځې غیر کاربني غازونه جوړیږي او اصلي محصول یې د اوبو براسونه دي نو څکه د هغې د ککړتیا کچه نشت په شمېر ده، د هایدروجن د جوړولو لپاره د اوبو د الکترولیز طریقه ښه ده خو ګرانه تمامیږي نو څکه فی الحال یې له

فوسيلي موادو او ميتانول څخه په لاس راوړي ، د هاېدروجن د زېرمه کولو لپاره دوه کړنلارې شته چې يوه يې د هغه په مايع اړول او بله يې د غاز په څېر دي، په وروستيو کې داسې سېستمونه توليد شوي دي چې په خپلو فايبري پوړونو کې هاېدروجن زېرمه کوي ، همدارنګه داسې الي جوړې شوي چې له ميتانول څخه په هماغې وخت کې هاېدروجن جوړوي تر څو د سون لپاره وکارول شي. د فوسيلي سون توکو طبعي زيرمو کچې کموالي او همدارنګه د هغوی ککړتيا ستونزې ته په کتو هايدروجني انرژي د هغوی بديل ګڼل کېدای شي .

وړانديزونه

۱- د هغو پروژو پلي کول چې د فوسيلي سون توکو د کاروني اندازه کموي.

۲- دچاپيريالي ستونزو په اړه د عامه پوهاوي د کچې لوړول.

اخځليکونه

1. اقايي،حسين. (۱۳۹۱). شناخت صنايع شيميايي . ايران. تهران : شرکت چاپ ونشر کتب های درسي.
Barid Colin.(2006). Chemistry in your life: New York. W .Freeman and company.
Bicukova Olga,Straka Pavel.(2012).Production of hydrogen from renewable resources and its effectiveness .Science direct. Prague . Czech Repoblic.
Chamousis Rachel.(2008).Hydrogen :The fuel of future .Scientific research society Merced.Canada.
Demirel Y.(2012).Energy and energy types .London.UK : Springer-verlag London limited.
Edward P P,Kuzsnets V L.(2007).Hydrogen Energy .Royal society publication. Oxfordshire.UK.
International Energy Agency .(2019).The future of hydrogen .IEA Poblication .Usaka. Japan.
Lipman Timothy.(2011).An Overview of hydrogen production and storage systems with Renewable hydrogen case studies. Clean energy statrom es alliance .Montpelier. USA.
Shafie Mostafa, Shinji Kambara,Youkio Hayakawa.(2019).Hydrogen production technologies overview.environmental and renewable energy systems division.
Gifu University.Gifu.Japan.
Steven Zumdahl ,Susan Zumdahl. (2009). Chemistry. New York: Houghton Miffin Company Steven Zumdahl , Donald Decoste.(2008). Introductory Chemistry. New York Boston: Houghton Mifflin Company.