



IDŐTARTAM

Előkészítés:

40 perc

Tevékenység:

45 (90) perc / 1 (2) tanóra



KULCSSZAVAK

Energia; növények; növényi festék alapú napelem; tilakoid membrán; foton; környezeti hőmérséklet; zöld színtest (kloroplasztisz); klorofill; töltés szétválasztása

ÖSSZEFOGLALÁS

A fotovillamos elemek, vagy, ahogy hétköznapi nyelven nevezzük, napelemek, elektromosságot állítanak elő a fényből. A leginkább elterjedtek a szilícium alapú napelemek, amiket meglehetősen bonyolult és költséges előállítani. Ezek egyik lehetséges alternatívája a festék-alapú napelem. Ugyan kevésbé hatékonyak, de sokkal olcsóbb az előállításuk. Ebben a kísérletben fekete ribizli vagy málnalevet használunk egyszerű növényi festék alapú napelem elkészítéséhez és megmérjük, hogy mennyi áramot termel az elemünk.

KAPCSOLÓDÓ MODULOK

- 1. alapelv: A természet túlnyomórészt napfénnel működik

BIOMIMIKRI ALAPELVEK



- 1 – A természet túlnyomó részt napfénnel működik
- 2 – A természet csak annyi energiát használ, amennyi szükséges
- 7 – A természet helyi adottságokra épít

TANULÁSI CÉLOK

A kísérlet végére a diákok értsék meg

- hogyan működik a növényi festék alapú napelem;
- miért lehet a növényi festék alapú napelem fontos az energia átalakításban;
- hogyan működik a fotoszintézis.

TANULÁSI EREDMÉNYEK

- A diákok megtanulják, hogy a fotoszintézis ötletét hogyan lehet hasznosítani a napelemek technológiájában.
- A diákok el tudnak készíteni egy növényi festék alapú napelemet.
- A diákok megtapasztalják, hogy egy egyszerű, házilag elkészíthető szerkezet is képes az energia átalakítására.

BIOLEARN KOMPETENCIÁK

- A diákok tudatosabban ismerik fel (és egyben el) a természetben megfigyelhető tökéletes formatervezést, valamint azt, hogy a természet egységes rendszerként működik, ahol minden mindennel összefügg.
- A diákok képesek felismerni azokat a szükségleteket és lehetőségeket, amelyek termékek, folyamatok vagy rendszerek fejlesztését igénylik.
- A diákok képesek az újítások kapcsán mintaként szemlélni a természetet, a felfedezett ötleteket kreatívan meglátni és alkalmazni.
- A diákok motiváltabbak a STEAM tantárgyak tanulásában és megtapasztalják, hogy az ismereteket széles körben tudják alkalmazni.

HÁTTÉR

Az emberek a különféle technológiák (gyártás, közlekedés, elektromosság stb.) működtetéséhez magas hőmérsékletet használnak, míg a természet többi része környezeti hőmérsékleten működtet majdnem mindent, szennyezés nélkül. Ha sikerülne tiszta és tartós energiaforrásokat használni, ez nagyban segítené a fenntarthatóságot is!

A fotoszintézis jó példa arra, hogy a természet hogyan tanult meg mindig elérhető energiaforrást használni. Az emberek is kitalálták már a saját megoldásukat a napenergia hasznosítására, de ennek van néhány nyilvánvaló hátránya. Először is, a mi napelemünk szilíciumból készül, aminek az előállításához ki kell bányásznunk és fel kell hevítenünk a szilícium-dioxidot. Így tiszta szilíciumot tudunk gyártani, ami jobban vezeti az elektronokat. A felhevítéshez extrém magas hőmérsékletre van szükség, amit fosszilis energiahordozók segítségével állítunk elő, tehát egy szilícium alapú napelem az első 3-5 évében az előállítására fordított szén-dioxid kibocsátást „dolgozza le”.

Létezik másféle napelem is, amihez nincs szükség fosszilis energiahordozók felhasználására. Ez a napelem nem szilíciumból készül, hanem növényi festékanyagból.

Ahelyett, hogy a szilícium nyelne el a fény fotonjait, ez a napelem növényi festékek segítségével teszi ugyanezt, csakúgy, mint ahogy a levelek zöld szintesjeiben történik (ld. 1. alapelv modul). Éppen ezért növényi festék alapú napelemnek hívjuk.

Nem egy nehezen, sok energiával kinyerhető fém hordozza a fotocellát, hanem sokféle alapanyagból készülhet, akár újrahasznosított műanyagból is. Nem kell szilíciumot előállítani hozzá, így a gyártás napjától CO_2 mentesen előállított elektromosságot termel. Növényi festék kell hozzá, ezért akár félig vagy egészen átlátszó is lehet és így sokféleképpen elhelyezhető egy épületen kívül (nemcsak a tetőn) vagy belül. Van olyan, amivel a tervezők pl. a borostyánt utánozták. Éppúgy, mint ahogy a borostyán befutja a falat, ezt is lehet függőlegesen felszerelni. Van olyan is, ami, mint egy szobanövény, nagyon kevés fényvel is működik. Pl. van olyan drótnélküli, napelemes billentyűzet, aminek a működtetéséhez elegendő a monitor fénye.

A KÍSÉRLET LEÍRÁSA

A növényi festékekkel működő napelemet a fotoszintézis alapján találták ki: A levélben a fotonok egy redőzött szerkezetbe, az igen nagy felületű tilakoid membránba érkeznek, ami a levélben található zöld színtest része. A tilakoid membránban van a klorofill, a zöld színanyag. A fotonok „becsapódása” a membránba elektronokat gerjeszt a klorofill molekulában és így elkezdődhet az a láncreakció, aminek a végeredménye a vegyületek átrendeződése, végső soron a víz és a széndioxid átalakulása cukorrá, ami minden egyéb tápanyag alapja (részletesen ld. 1. alapelv modul).

A napelemben végbemenő folyamat nagyon hasonlít ehhez. A növényi festék elnyeli a fényt és a gerjesztett elektronokat a titán-dioxidhoz szállítja. A titán-dioxid (TiO_2), mint félvezető anyag szétválasztja a töltést. A Lugol-oldatban található I^-/I_3^- redoxi pár zárja az áramkört.

<https://www.learningwithnature.org/>

Middle/High School Engineering Curriculum oktatóanyag/ 8. The Largess of Leaves (p. 108)

A KÍSÉRLET LEÍRÁSA


ESZKÖZÖK ÉS ANYAGOK

- óndioxid bevonatú üveglemez, ún. FTO üveg
 - antociános festéket tartalmazó gyümölcs leve – ami biztosan működik: fekete ribizli, málna, gránátalma, meggy, áfonya; lehet fagyasztott gyümölcs is
 - nagyon híg ecetsav oldat (1,6 ml 10%-os ecetsav 50 ml vízben feloldva)
 - nanokristályos titán-dioxid (TiO_2)
 - dörzsmozsár és mozsártörő
 - üres fecskendő és parafilm
 - áram- és feszültségmérő (multiméter)
 - cellux
 - főzőlap
 - laboratóriumi csipesz
 - óraüveg (vagy hasonló tálca)
 - spriccflaska desztillált vízzel
 - spriccflaska etanollal (70%-os)
 - gyertya és gyufa/öngyújtó vagy grafitceruza
 - fültisztító pálcikák
 - kb. 2 cm-es iratkapcsok
 - Lugol-oldat
 - erős fényforrás (nap vagy projektor)
 - tálca
 - kevés átlátszó mosogatószer
- Biztonság:**
- védőszemüveg
 - gumikesztyű

ELŐKÉSZÜLETEK: TiO_2 KRÉM ELKÉSZÍTÉSE


Dörzsmozsárban dörzsöljük szét 0,5 g nanokristályos titánium-dioxidot (TiO_2) egy pár csepp hígított ecetsavval. Felváltva keverjük (dörzsöljük) és csöppentsünk még ecetsavat, egészen addig, amíg egy koloid szuszpenziót nem kapunk, kb. olyan állagút, mint egy latex festék. Ha fogpaszta állagú, az még túl sűrű. Felületaktív anyagként adjunk hozzá még egy csepp mosogatószert. Ez a mennyiségű TiO_2 elegendő néhány napelem előállításához.

Amennyiben nincs nanokristályos TiO_2 -unk: 6 g TiO_2 -hoz adjunk 10 ml ecetoldatot. Keverjük és törjük csomómentesre a dörzsmozsárban, ez kb. 5 perig tart. Adjunk hozzá 1 csepp átlátszó mosogatószert, könnyedén keverjük bele a keverékünkbe és hagyjuk állni 15 percig. Sima pasztát kell kapnunk.



A jobb elosztatás érdekében töltjük a pasztát egy fecskendőbe. Amikor már nem használjuk, a fecskendőt zárjuk le parafilmmel (vagy viasszal), hogy megvédjük a kiszáradástól. (Ha mégis kiszáradna, akkor a fentiek szerint hígítani kell.) A fecskendő használata gyorsabbá teszi a munkát és könnyebb a kísérlet utáni takarítás.

Forrás:

<https://chemistry.beloit.edu/edetc/nanolab/TiO2/index.html>

<https://www.learningwithnature.org/>

Middle/High School Engineering Curriculum oktatóanyag/ 8. The Largeness of Leaves (p. 108)

LEÍRÁS

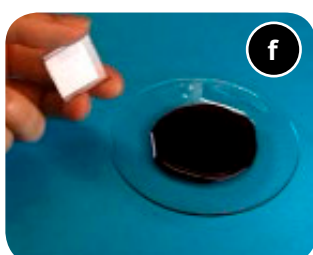
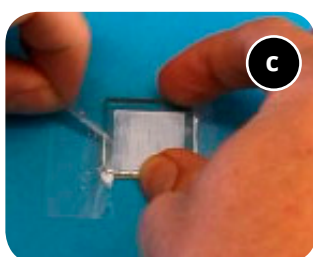
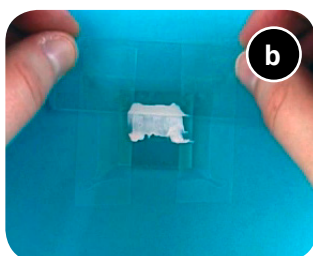
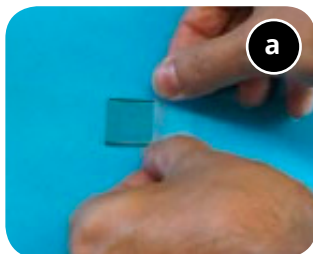

Elsőként a multiméter segítségével állapítsuk meg, hogy az ón-dioxid bevonatú üveg melyik oldala vezet az áramot. Tegyük mindkét elektródot az üveglap azonos felületéhez. A vezető oldalon ellenállást mutat a műszer.

A kísérletet bemutatóként is elvégezhetjük, vagy a diákok csoportokban illetve egyenként, attól függően, mennyi alapanyag áll rendelkezésre.

A KÍSÉRLET LEÍRÁSA

1. Egyik üveglemez előkészítése

A következő 3 lépést vegyszeres tálcán, vegyi asztalon végezzük, ne a diákok a saját munkaasztalukon!



- a. A vezető felével fölfelé 3 oldalán ragasszuk az óndioxid bevonatú üveglemezt a tálcához. Azonos vastagságú celluxot használjunk! Alkohollal nedvesített törülköendővel töröljünk le minden ujjlenyomatot, esetleges egyéb szennyeződést az üvegről. A két szemben levő cellux csík egyben mérceként is fog szolgálni, tehát simán és gyűrődésmentesen kell ragasztani. A harmadik leragasztott oldal bevonatmentesen tartja az üvegnek azt a részét, így oda tudjuk majd csíptetni a krokodil csipeszt.

- b. Nyomjunk egy kevés TiO_2 -t keresztbe az üvegre (a két ragasztócsíkhoz képest). Mielőtt megszáradna, oszlassuk el egy tárgylemez vagy spatula segítségével. Ahogy húzzuk az üveget, a ragasztócsík 40-50 mikrométer vastagságon fogja tartani a TiO_2 réteget. Ha a tárgylemezen összeragadnak száraz darabok, használjuk a másik felét vagy egy új tárgylemezt. A használt tárgylemezeket gyűjtsük össze a vegyszeres tálcán.

- c. Hagyjuk teljesen megszáradni a fehér réteget, majd óvatosan szedjük le a ragasztószalagokat, anélkül, hogy összekarcolnánk a TiO_2 réteget. A leszedett szalagot szintén hagyjuk a tálcán.

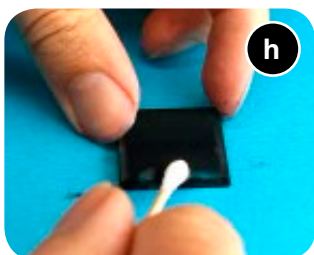
- d. Helyezzük a bevonatos üveglemezt a vegyifülkében lévő melegítőlapra. (Ha nincs vegyifülke végezzük nyitott ablaknál vagy a szabadban.) Szobahőmérsékletű melegítőlapra helyezzük az üveget és fokozatosan melegítsük. (A vezető üveglap nem boroszilikát, így, ha már forró főzőlapra helyezzük, könnyen elpattanhat!)

- e. A felület megbarnul, ahogy a szerves oldószer és a felületaktív anyag szárad és kiég. (Figyelem: ehhez igazán forró főzőlap szükséges.) A főzőlap lekapcsolása után hagyjuk lassan lehűlni az üveget. A felület ugyanúgy fog kinézni, mint az égetés előtt, de végignéztük, hogy megtörtént a folyamat.

- f. Merítsük bele a bevont felületet pár percre antocianint tartalmazó anyagba, mint pl. a fekete ribizli lé vagy más antocianint tartalmazó, színes gyümölcs leve (ld. *Eszközök és anyagok*). A gyümölcslevet tegyük bele az óraüvegbe. A fehér TiO_2 elszíneződik, ahogy a festéket beszívja és komplexet képez a Ti(IV) -gyel. Ezt a műveletet óvatosan végezzük, lehetőleg csipesszel tartsuk a bevont üveget a gyümölcslébe, mert a felvitt réteg könnyen lemosódhat.

- g. Öblítsük le óvatosan desztillált vízzel, hogy az esetleges szennyeződéseket lemoszuk, majd etanollal, hogy eltávolítsuk a vizet a porózus TiO_2 -ról. Az alkoholnak el kell párolognia, mielőtt az elemet összeszereljük. A kísérlet működik a lemosás nélkül is.

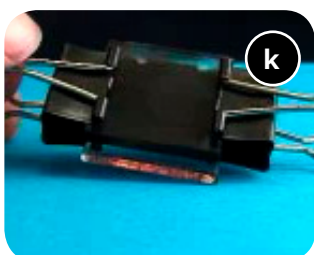
A KÍSÉRLET LEÍRÁSA



h

2. Másik üveglemez előkészítése

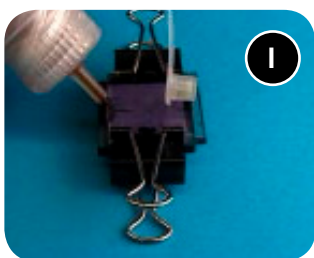
- h. Egy másik ónoxid bevonatú üveglemezt helyezünk vezető felével felfelé az asztalra és satírozzuk be grafit ceruzával.
- i. Ügyeljünk, hogy ne kapjon szénréteget a széle, ha mégis megtörténne, fültisztító pálcikával töröljük le az üveglap kerületének három oldaláról.
- j. Másik megoldás, hogy gyertyalángba tartjuk az üveget egy csipesz segítségével (a vezető felén), így összekormozzuk. A művelet végén töröljük le a kormot az üveglap kerületének 3 oldaláról.



k

3. Összeszerelés

- k. Helyezzük egymásra a két üveglapot a bevont részükkel egymás felé, de kissé eltolva úgy, hogy mind a kettőnek a nem bevontos része lógjon ki. Lehetőleg ne dörzsöljük és ne csúsztassuk őket egymáson! Rögzítsük őket egymáshoz az oldalukon megfelelő méretű iratkapcsokkal!
- l. Cseppentsünk egy-egy csepp Lugol-oldatot az üveglapok kilógó széleire, két cseppentés között megfordítva az elemet. A kapilláris hatás miatt a Lugol-oldat bejut a két üveglap közé. Az oldat korrodálhatja a krokodil csipeszeket, amit a következő lépésben használunk, úgyhogy töröljük le minden fölösleges cseppet.



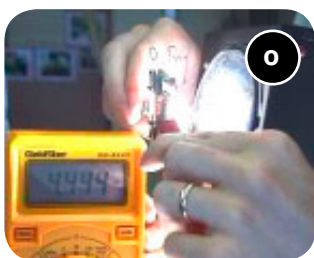
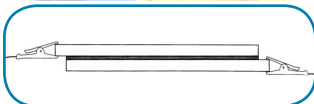
l

4. Vizsgálatok

- m. Kössük össze az multimétert krokodil csipeszek segítségével az elemünk nem bevont széleivel (a negatív elektródot a TiO_2 bevonatossal, a pozitívát a szénbevonatossal)!
- n. Tegyük fényforrás elé az elemünket!
- o. Mérjük meg a napfény vagy a projektor fénye által gerjesztett áramot és feszültséget!
- p. Vizsgáljuk meg az összes saját készítésű elemet, hogy működnek-e!



m



o

A KÍSÉRLET LEÍRÁSA

Kérdések a feladat megbeszéléshez:

1. Milyen ötletet lestünk el a levelektől ahhoz, hogy napelemet készítsünk?
2. Működik a napelemek? Mennyi áramot termelt?
 - Teljesítmény (P , mértékegység W) = feszültség (U , me. V) \times áramerősség (I , me. A)
3. Hogyan tudnátok növelni a napelemek hatékonyságát?
4. Hogyan segíthetnek a levelek abban, hogy továbbfejlesszük a napelemünket?
5. Milyen egyéb élőlény tudna még ebben segíteni?