

vissza futásának idejéhez viszonyítva, a harmadik oszlop összehasonlítás céljából az alapl módus rezgésidőjének felét adja meg ugyanezen a skálán, míg a negyedik a kimenő és bejövő sebességek hányadosa. A ∞ -hez tartozó adatok határértékként értendők.

Feladatunk érdekessége az, hogy nem az M tehetlensége miatt mindenképpen sima $s_M = s(l, t)$ elmozdulást, hanem az a_M gyorsulást kellett vizsgálni. Láthattuk, hogy elég kis m/M tömegarány mellett még közelítőleg kirajzolódik a harmonikus rezgésre jellemző szinuszhullám, de ennek nagyobb tömegarányok mellett már alig van nyoma. Ezt hivatott illusztrálni az 2. ábra, amely az a_M gyorsulást mutatja önkényes egységekben a nulladik módus első periódusa alatt egy kisebb és egy nagyobb tömegarány mellett t/τ_1 függvényében. Az összehasonlítás végett szaggatott vonallal bejelöltük a nulladik módushoz tartozó gyorsulást is. (Annak kiderítését, hogyan néz ki mindez a sokkal szebben viselkedő a) kezdeti feltétel mellett, az olvasóra bízunk.)

Befejezés gyanánt

Munkánk alapkérdése az volt, hogy mennyire jól írja le egy tömeges rugón lévő test mozgását a szokásos (ideális rugó által mozgatott effektív tömeg) közelítés.

Vizsgálódásunkban abból indultunk ki, hogy a rugó maga egy egydimenziós rugalmas közeggel modellezhető. E közeg mozgását egy egyszerű hullámegyenlet írja le, amelyben a rugóhoz csatlakozó tömeg egy speciális (az adott tömegre vonatkozó Newton-egyenletről megkapható) peremfeltétellel veendő figyelembe.

Megkonstruáltuk a rendszer normál módusait. Ezek állóhullámok, amelyek közül a leghosszabb hullámhossznak megfelelő alapharmonikus elég nagy (akár $m/M \sim 1$) tömegarány mellett is jó közelítéssel úgy viselkedik, mintha egy ideális rugó a szokásos effektív tömeget mozgatná. A rövidebb hullámhosszú módu-

sok rezgési frekvenciája nem egész számú többszöröse egyik hosszabb hullámhosszúnak sem, ezért a rugó mozgása általában nem periodikus (kivéve, ha csak egy módus van gerjesztve).

A fentiek alapján az, hogy a mozgás mennyire jól közelíthető az ideális rugó mozgásával, a kezdeti feltételektől függ, mert ezek határozzák meg, milyen súllyal jelennek meg a magasabb frekvenciájú módusok. Ezt két példán szemléltettük: a) az M tömegnél fogva kihúzott majd magára hagyott rugó mozgását, illetve b) az eredetileg nyújtatlan és nyugvó rendszerben az M meglökésével indított mozgást elemeztük. Konklúzióink szerint az a) esetben egész nagy tömegarányig az alapl módus a meghatározó, a b) esetben viszont már kisebb tömegarányok mellett sem elhanyagolhatók a felharmonikusok.

Bár a normál módusokkal elvben minden lehetséges helyzet leírható, a gyakorlatban problémát jelenthet ezek felösszegzése, azaz a mozgás követése. Ez nem merül fel a hullámegyenlet egy másfajta megoldása esetén, amelynek lényege, hogy a rugót modellező rugalmas közegen jobbra és balra haladó hullámokat a rugó két végét leíró peremfeltételeknek megfelelően összeillesztjük. Igaz, hogy itt többet kell számolni, de a mozgás lényegében tetszőleges ideig nyomon követhető. A b) esetet ezzel a módszerrel is megvizsgálva bemutattuk, hogy a rugó tényleges mozgását az alakítja ki, hogy a két vége között egy hullámfront ide-oda verődik.

Vizsgálódásunkat egy, a b) helyzethez illeszthető feladat megoldásával zártuk: megnéztük, hogy mikor és mekkora sebességgel löki el a rugó a végén lévő testet, ha az nincs rögzítve hozzá. Nem igazán meglepő eredményünk szerint a test a kezdősebességénél mindig kisebb sebességgel repül el, ezért valamennyi energia mindig ottmarad a rugóban. A konkrét eredmény mellett ez a feladat jól illusztrálja, hogy mennyiben hasonlít az M mozgása a harmonikusra, ha m/M elég kicsi, és hogy mennyire nem hasonlít arra, ha a tömegarány nagyobb.

A FIZIKA TANÍTÁSA

ALADDINA CSODALÁMPÁJA

A 19. Ifjúsági Tudományos és Innovációs Tehetségkutató Versenyen egy elektrokémiai témájú munkával indultam; mentorom ösztönzésére esett erre a választásom. Olyan pályamunkát szerettem volna készíteni, amelynek gyakorlati felhasználása is lehet és egyszerű körülmények között is elkészíthető. Úgy gondoltam, bőrünk savasságát hasznosítani lehetne, azaz galván-

Schronk Edina
Bolyai János Gimnázium
és Kereskedelmi Szakközépiskola, Ócsa

elektromos úton elektromos feszültség és áram termelhető; mégpedig úgy, hogy fogyasztóként egy lámpát (LED-et) is világításra tudjunk bírni. Elképzelésem szerint a lámpa nem csupán fényforrásként lenne használható, hanem „játékos” diagnosztikai eszközként is, hiszen bőrünk pillanatnyi elektrokémiai állapota szerint működik.



1. ábra. A hat darab elkülönülő, sorba kötött cella.

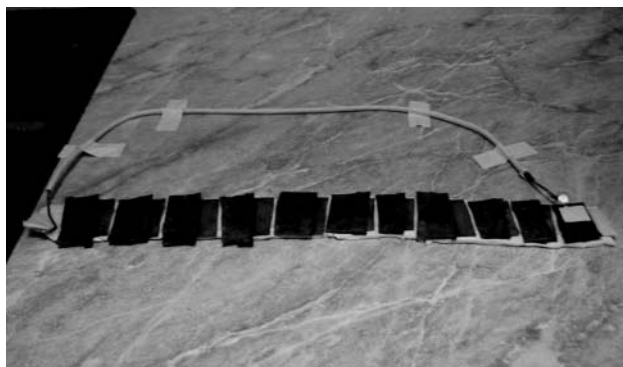
A lámpához szükségem volt egy minél nagyobb feszültséget és áramerősséget adó elektródapárra, amely nem mérgező, és lehetőleg könnyen hozzáférhető (sőt, akár újrahasznosítható vagy már újrahasznosított) anyagokból van. A működéshez tenyerünkkel egyszerre meg kell fognunk (vagy más csupasz testrészünkkel érintkeztetni kell) az elektródákat. Így elektrolitként az emberi bőrt használtam. A legjobbnak tűnő közönséges fémeket mérések útján választottam ki. Környezetünkben előforduló és viszonylag olcsó anyagok közül elsőként a réz-vas pár bizonyult a legjobbnak.

Ráadásul ezzel az új módszerrel bővül a napjainkban egyre népszerűbb „energia guberálás” [1] köre is, hiszen a jelenlegi népszerű kategóriákba (mint például a termoenergia, vagy elektrosztatikus energia stb.) nem illik bele, viszont néhány mikrowatt bejövő elektromos teljesítmény hatására is működik, így egy igazi „energy harvester”.

Működési elv, a megvalósíthatóság bemutatására irányuló előkísérletek

Első lépésként hat darab cella felhasználásával stabilan elértem az ibolya színű LED 3 V feletti működési feszültségét (1. ábra). Az előkísérletek során nemcsak az elektródákat, hanem az elektrolitokat is variáltam – elektrolitként az ecetsavas oldat mindig nagyon jónak bizonyult, és valamennyire hasonlít is az emberi bőrre.

Majd a 2. ábrán látható módon egy háromrétegű vászondarabot itattam át ecetes oldattal. Itt az egyes cellák már nem különülnek el teljesen (mint a poharas kísérletnél), hiszen az elektrolit részben közös, így mindig fellép valamennyi veszteségi áram is. (Amikor majd ember fogja meg az elektródákat, ott is kell erre számítani.) A veszteségek miatt arra lehet számítani, hogy több darab sorba kötött cellára lesz szükség. A réz- és vaslapok szomszédos páronkénti mechanikus egymáshoz rögzítésével kötöttem sorba a cellákat, természetesen figyelve a közöttük lévő maximum 3 mm-es távolság betartására, és a szélek lelógására a rövidzárlati áram mérséklése végett. A vászondarab-



2. ábra. Fémlapokkal történő kialakítás.

bal való érintkezés tökéletesítésére pedig könnyen formázható gyurmaalappal láttam el a szerkezetet. Méréseim szerint elég sok (legalább 10) cellával és ecetes oldattal a veszteségek ellenére is sikerül elérni a LED világítását.

Mivel ez a fajta előkísérlet sikeresnek bizonyult, a következőkben már nagyobb számú, ám kisebb felületű cellák kialakításával próbálkoztam. Először egy henger alakú lámpatest kialakítására törekedtem, amelynek oldalán palástként helyezkednek el az elektródák. Tenyerünkkel ezt megfogva bírhatnánk világításra a LED-et. Ehhez elsőként minél nagyobb számú, ám annál kisebb cella kialakítása volt a célom, amit vas- és rézhuzalok feltekerésével oldottam meg. Egy 5 cm átmérőjű PVC-csőre tekerceseltem fel egymás mellé a huzalokat olyan módon, hogy a galvanizálás helyén damillal választottam el a két fémdrótot egymástól. Ezek a következő sorban természetesen egymás mellé kerültek, így kapcsoltam sorba az egyes cellákat. Azonos vastagságú (0,5 mm), könnyen tekerceselhető huzalokat választottam és ezekkel megegyező átmérőjű damilt. Az elérhető legnagyobb precizitás érdekében mindenek előtt egy saját tervezésű tekerceselő „gépet” készítettem, majd ennek segítségével a szálakat pontosan egymás mellé csévélttem fel. Az egymáson való átfordulási pontokat egy vonalba igazítottam, majd kémiaiag semleges epoxi típusú, kétkomponensű ragasztóval a csőre rögzítettem őket. Végül – ügyelve a szálak épségére – kettéfűrészelttem a tekerceset, és a számomra felhasználható részen (ahol a szálak párhuzamosan futottak) méréseket végeztem. Ekkor már az emberi bőrt használtam elektrolitként és 15 darab cella segítségével külön méréseket végeztem száraz, nedves, illetve ecetsavas kézen (3. ábra). A mérési eredmények az 1. táblázatban találhatók.

1. táblázat		
Tekercses jellegű kialakítás mért értékei		
a bőr állapota	feszültség	áramerősség
száraz	34 mV	0,1 μ A
nedves	130 mV	0,3 μ A
ecetes oldatba mártott	300 mV*	3,0 μ A

* erősen ingadozó érték



3. ábra. Párhuzamosan futó, vékony szálakkal történő kialakítás.

Mindeközben nem adtam fel egy jobb elektródapár iránti kutatást, még több anyagot szereztem, illetve állítottam párba. A méréseket, ahogy az előzőekben, most is száraz, nedves, illetve ecetsavas kézzel végeztem el (2. táblázat). A vas-réz elektródánál magasabb feszültséget és áramerősséget előállító cink-réz párosra bukkantam, ezért a továbbiakban ezzel dolgoztam.

A háromszálú, azaz trifilláris tekercsek elkészítésével párhuzamosan, jellegét tekintve azonos, ám kivitelezésben eltérő módszerrel is próbálkoztam. Kör alakú (3 és 5 cm átmérőjű és körülbelül 0,5 mm vastag) cink- és rézlapokat, valamint ehhez illő szigetelőanyagot vágtam ki, ezek közepét átfúrtam, majd egy csavar és néhány eltérő átmérőjű alátét felhasználásával (természetesen ezeket elszigeteltem a celláktól) rögzítettem őket, meglehetősen szorosan (4. ábra, 3. táblázat).

Az előkísérletekből kiderült, hogy a cellák méretének csökkentése árán elért cellaszám-növeléssel lényegesen csökken a kinyerhető áramerősség. Ráadásul – a bekötött cellák számához képest – a feszültség növekedése szinte elhanyagolható. Ennek legfőbb oka a közös elektrolit használatából adódó veszteségi áramok kialakulása, illetve, hogy a kinyerhető áramerősség függ a felület nagyságától. Ráadásul, ha nem elég agresszív az oldat (hanem például közönséges víz), akkor már túl kicsi lesz a feszültség, és a LED

4. ábra. Kör alakú lapokkal való megoldás.



2. táblázat

Új, jobb elektródapáros iránti kutatás.

mérés módja	áramerősség	feszültség
<i>mérések száraz tenyéren</i>		
alumínium, réz	0,30 V	1 μ A
horgany (cink), réz	0,50 V	2 μ A
ólom, réz	0,23 V	0 μ A
KO, réz	0,07 V	0 μ A
<i>ezüst, borganyzott vas</i>		
száraz	0,89 V	2 μ A
vizes	0,94 V	13 μ A
sóoldatos	0,94 V	620 μ A
<i>arany, borganyzott vas</i>		
száraz	0,39 V	1 μ A
sóoldatos	0,73 V	400 μ A
<i>20 Ft-os érme, borganyzott vas</i>		
száraz	0,43 V	1 μ A
vizes	0,76 V	10 μ A
sóoldatos	0,95 V	35 μ A
<i>rézcső, borganyzott vascső (2 cm széles)</i>		
száraz	0,69 V	16 μ A
vizes	0,78 V	40 μ A
sóoldatos	0,74 V	1000 μ A
<i>rézcső, borganyzott vascső (3 cm széles)</i>		
száraz	0,76 V	23 μ A
vizes	0,76 V	40 μ A
sóoldatos	0,73 V	600 μ A

nem fog világítani. Az emberi tenyérben elférő méretben és pusztán nedves elektródákkal sehogyan sem sikerült elérnem a működést. Ezért a továbbiakban kisebb számú, de nagyobb felületű cellák kialakítására törekedtem.

Kísérletek kevesebb, nagyobb felületű, csődarabokból kialakított cellákkal

Elsőként azonos (2,7 cm) külső átmérőjű és 1 cm hosszú vas- és rézcsővel kísérleteztem. Ezeket is rögzítenem kellett, azonban nem sikerült azonos falvas-

3. táblázat

Kör alakú lapokkal kialakított elrendezés mért értékei

a bőr állapota	feszültség	áramerősség
száraz	335 mV	1,8 μ A
nedves	250 mV	6,5 μ A
ecetes oldatba mártott	730 mV	75,0 μ A



5. ábra. Két-két vas- és rézcsődarabból kialakított cella.

tagságú csövekhez jutnom, így nem használhattam PVC- vagy egyéb tömör csövet a henger alapjaként. A kísérleteket két darab (5. ábra, 4. táblázat), illetve három darab (6. ábra, 5. táblázat) sorba kötött cellával is elvégeztem.

A mért adatokból következik, hogy még ezzel a megoldással sem lehet a közös elektrolitból származó rövidzárási áram nagyságát kellően redukálni. Az áramerősség értékek viszont már kettő cellánál is jobbak, mint az előző, több cella alkalmazása esetén, így érdemesebb minél nagyobb felületű cellákat kialakítani. Ha azonban több cellát kötünk sorba, az egyes cellák felülete kisebb lesz (ami a kinyerhető áramerősség csökkenését is maga után vonja), az egy galváncellában kialakuló feszültség és az általam sorba kötött cellák feszültségének arányáról már nem is szólván!

A galváncella teljesítményének felerősítése áramkör segítségével

A fentiek miatt úgy találtam, hogy módosítani kell eredeti elképzelésemet, és nem sok cella sorba kötésével próbáltam elérni a LED működtetéséhez szükséges legalább 3 V-os feszültséget, hanem egy konver-

6. ábra. Három-három vas- és rézcsődarabból kialakított cella.



4. táblázat

Két darab vas- és rézcsőből kialakított cella mért értékei

a bőr állapota	feszültség	áramerősség
száraz	180 mV	1,8 μ A
nedves	300 mV*	6,5 μ A
ecetes oldatba mártott	580 mV	75,0 μ A

* erősen ingadozó

ter áramkör segítségével. A konverternek meg kell elégednie azzal a feszültséggel (és árammal), amit 1 db cella képes nyújtani. Nem nyilvánvaló, hogy lehet ilyen átalakítót készíteni..., de lehet!

Sokféle DC-DC feszültségkonverter létezik és vásárolható is, de a működéshez többségük minimálisan 1–1,5 V-os bemenő feszültséget és eközben jó pár mA-es áramerősséget igényel. Esetünkben ez egész egyszerűen nem áll rendelkezésre, ugyanis még Cu-Al elektródáknál is maximum 0,5–0,9 V körüli feszültségértékeket mérhetünk, miközben az áramerősség csak 10 mikroamper nagyságrendű. Ezért egy olyan konvertáló áramkört kellett készíteni, amelyik menet közben nem pazarolja az áramot (a szivárgási veszteségi árama elhanyagolható), és megelégszik körülbelül 0,8 V-os bemenő feszültséggel.

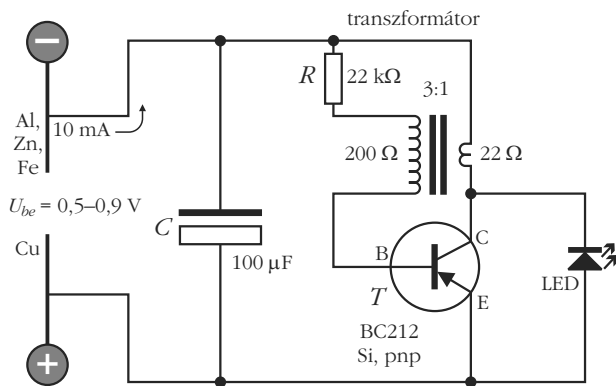
A konverter konkrét felépítésének és működésének megtervezésekor első lépésként az elektródák felől érkező nagyon kicsi (10 μ A körüli) áram töltését összegyűjtjük egy 100 μ F-os elektrolitkondenzátorban (C), amely 10–20 másodperc alatt feltöltődik a cella feszültségére. Kezdetben a transzformátoron semmilyen áram nem tud átfolyani, mert a T tranzisztor és a LED is zárt állapotban vannak.

Azonban amikor a C elektrolitkondenzátor feszültsége meghaladja a nagyjából 0,5 V-os feszültséget, a T (bipoláris) tranzisztor bázis-emitter diódáján már annyira áram folyik, hogy az nyitásra kezdi vezérelni a tranzisztort a kollektor-emitter között. A szilícium-tranzisztorok (mint a BC212 is) nyitáshoz elvileg 0,6–0,7 V-os feszültség kellene, de ezt a feszültséget néhány mA-es kollektoráramnál szokás mérni, esetünkben pedig sokkal kisebb áramokkal dolgozunk, így a szükséges nyitófeszültség is kisebb. Ahogy a tranzisztor nyitni kezd, számottevő áram indul meg a transzformátor primer tekercsén, amelynek ellenállása esetünkben 22 Ω körül van. A meginduló áram feszültséget indukál a szekunder tekercsben is, meg-

5. táblázat

Három darab vas- és rézcsőből kialakított cella mért értékei

a bőr állapota	feszültség	áramerősség
száraz	350 mV	3,9 μ A
nedves	630 mV	16,3 μ A
ecetes oldatba mártott	640 mV	52,5 μ A



7. ábra. Az áramkör kapcsolási rajza.

pedig kissé (háromszoros arányban) feltranszformálva. A szekunder tekercset olyan polaritással kapcsoljuk rá a tranzisztor bázisára, hogy pozitív visszacsatolás jöjjön létre. Ezért amikor a tranzisztor nyitni kezd, a szekunder tekercsen indukálódott (feltranszformált) negatív feszültség még gyorsabb nyitásra készíti a tranzisztort.

Ez az önmagát erősítő folyamat csak addig tart, ameddig az áram növekedni képes a transzformátor primer tekercsén keresztül: a primer tekercs egyenáramú ellenállása, a tranzisztor maradék ohmos ellenállása, és a kimerülni kezdő C kondenzátor csökkenő feszültsége előbb-utóbb csökkenést eredményeznek. Ezután a pozitív visszacsatolás a tranzisztor minél gyorsabb lezárását fogja eredményezni, ugyanis a csökkenő áram olyan (pozitív) feszültséget indukál a transzformátor szekunder tekercsében, amely a tranzisztort zárni igyekszik. Ez a folyamat igen hamar eljut a tranzisztor teljes lezárásáig (az R ellenállás szerepe csupán annyi, hogy a tranzisztor bázisába ne folyjék be feleslegesen nagy, veszteséget okozó áram).

Ekkor történik meg a számunkra fontos esemény: a transzformátor induktivitásán áthaladó áram nem hagyja magát egy pillanat alatt kikapcsolni. A T tranzisztor le is zár, azért az elektronok még jó ideig tovább haladnak a kollektor felé, és ott felhalmozódva egyre nagyobb negatív potenciált eredményeznek. Ez az impulzusszerű feszültségnövekedés akár 20–30 V-os negatív feszültséget is eredményezhetne, de nálunk mindenesetre nem növekszik magasabbra, mint a LED nyitófeszültsége, amelyet elérve az áram a LED-en keresztül halad tovább (azt egy pillanatra világításra bírva), így a kollektornál nem halmozódnak tovább az elektronok. A villanási folyamat azért áll le, mert csakhamar elfogy a transzformátorban (mint induktivitásban) tárolt mágneses energia. Tehát az áramkör a C kondenzátorban folyamatosan halmozódó energiát időnként „megcsapolja”, és a kondenzátor-transzformátor alkotta rendszer egy olyan áramimpulzust alakít ki belőle, amelynek feszültsége is elegendő a LED meghajtásához. Nagyobb C kapacitással és kisebb transzformátor-ellenállásokkal nagyobb, de ritkább villanásokat lehet produkálni. A 7. ábra szerinti értékekkel a villanások száraz tényéknél néhány másodpercenként jön-

nek, nedves és szennyezett tényéknél meg szinte folyamatosan. Nem túl világos környezetben a villanások jól láthatók. (Ez a konverter áramkör nagyon hasonlít a televíziós készülékekben korábban előszeretettel használt blocking-oszcillátorokhoz [2], csak most nagyon kis feszültségű és áramú tápláláshoz van igazítva.)

A lámpa végső formájának elnyerése

Az első áramkör elkészült. Egy rézcsövet helyeztem az egyik kivezetésére, a másikra pedig egy hengerré hajlított, összeforrasztott cinklemezt, a lámpa így működik! Újabb áramköröket készítettem, majd a kivezetéseket már az elképzelésemhez közelebb álló réz- és cinklapokkal kötöttem össze.

Először szerettem volna készíteni egy „hagyományos” (Aladdina), rúdlámpa jellegű zseblámpát, amihez szükségem volt egy kör alakú lámpatestre. Azt az önkéntelen feltételezést is ki szerettem volna zárni, hogy egy ilyen zseblámpa minden bizonnyal elemmel működik, ezért nem egy hagyományos zseblámpatestet, hanem egy átlátszó üveghengert használtam. Ennek belsejében helyeztem el az áramkört oly módon, hogy a LED a henger egyik kivezetésénél legyen, majd a hengerre palástként helyeztem el a két fémlapot. Kétféle megoldás létezik: az elektródákat kör formájúra hajlítjuk, és így helyezzük el egymás mellett, vagy félkör alakú formát készítünk belőle, és párhuzamosan helyezkednek el az egyenes oldalak. Természetesen itt is ügyelni kell a cellák közötti minimum 1, maximum 3 mm távolságra. Ezt tenyerünkkel megfogva világításra bírhatjuk a LED-et. Mindkét kivitelezéssel működőképes lámpát kapok.

Ezután egy, a meséből ismert, formatervezett lámpát is szerettem volna készíteni, alakra nézve hasonlít Aladdin lámpájához. Ilyen formájú edényt szinte sehol nem tudtam beszerezni, ezért kerámiából készítettem. Az enyém oldala kissé lapított lett, ide helyeztem a megfogandó elektródákat, amelyeket meglehetősen nehéz megfelelő alakúra hajlítani. A kanóc helyén világít a LED, és a lámpa testében kapott helyet a konvertáló elektronika. Ha a lámpát elég szorosan fogjuk (dörzsölni azért nem kell), akkor idővel villogni kezd. Több, különböző méretű darabot is készítettem.

Több emberrel is kipróbáltam a lámpa működését, különféle körülmények között végeztem kísérleteket: kézmosás után, tiszta kézzel; étkezés után, illetve sportolás után; 10 másodperces periódusonként mértem a LED villanásainak számát. A kapott adatok igazolásul szolgáltak következtetésemre: a tiszta kéz kevésbé savas, mint a mozgás következtében izzadtá vált, de az étkezés is aktívan befolyásolja a mérhető értékeket. Az egyéni különbség persze a testfelépítéstől is függ, ezért a kísérleti alanyok magasságát és súlyát is dokumentáltam (6. táblázat).

Az Aladdin-lámpa kapcsán akár párhuzamot is vonhatnánk a bagdadi elemmel [3]. Figyelemre méltó,

6. táblázat

Az elkészült Aladdin-lámpa működése különböző emberek kezében

kísérleti alany adatai		10 s alatt lezajlott villanások száma		
magasság	súly	étkezés után	kézmosás után	sport után
179 cm	70 kg	32 db	27 db	98 db
166 cm	58 kg	26 db	27 db	56 db
159 cm	49 kg	42 db	32 db	53 db
163 cm	48 kg	35 db	11 db	41 db
163 cm	56 kg	52 db	26 db	66 db

hogyan olyan kétezer éves iraki agyagedényeket tártak fel, amelyek belsejében egy rézcső és egy – feltehetően savas kémhatású folyadékkal való érintkezés folyamán oxidálódott – elszigetelt vasrúd található, amelyek galvánelemként funkcionálhattak. Ebben viszont a folyékony halmazállapotú elektrolit minden bizonnyal az edény belsejében helyezkedett el, míg az én lámpámon az edény külső felén kapnak helyet és nem akármilyen folyadék adja az elektródák közötti közvetítő közeget...

A lámpa használata

A tenyerünket a lámpán elhelyezkedő fémlapokra kell tenni a 8. ábrán látható módon.

Ha elég szorosan fogjuk, a galvanizációs folyamat hatására elektromos áram termelődik.

Ezt az edény/henger belsejében elhelyezett áramkör annyira felerősíti, hogy arról már egy LED-et is működtetni tudunk: a fénykibocsátó dióda 20–30 másodpercen belül villogni kezd. A villanások között eltelt időt több tényező is befolyásolja, ám érdemes feljegyezni az egységnyi idő alatt mérhető villanások számát, mert ebből a bőrt adó személy egészségi állapotára is következtethetünk.

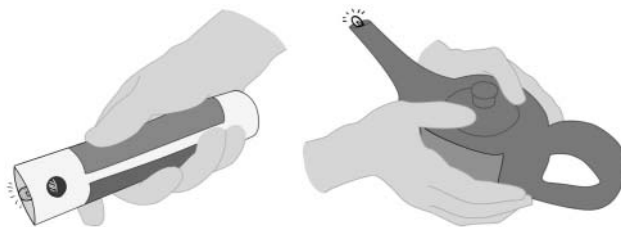
A lámpa mindaddig működik, amíg a kezünkben tartjuk, ha letesszük, a folyamat önmagától leáll.

További elképzelések, fejleszthetőség

LED helyett egy kis teljesítményű hangszórót is működésre bírhat az áramforrás. Ezáltal elég lesz csupán hallótávolságon belül lennünk, így nagyobb fényben is használható lesz a szerkezet.

Másik elektródapár, például cink-réz elektródapár alkalmazásával számunkra ideális a kinyerhető áram mennyisége, ám nemesfémek alkalmazásával ezt még fokozni lehet. Ezért tervezem egy vezető anyag arannyal vagy ezüsttel való galvanizálását, és ezt használnám pozitív elektródaként.

Orvosi, dietetikai felhasználása is elképzelhető, hiszen a lámpa működését nagyban befolyásolja bőrünk ellenállása, de ennek kimutatására már sokféle



8. ábra. A zseblámpa és Aladdin lámpája formájú elkészítés.

eszköz készült (EEG, EKG stb.), a lámpát nem ennek mérésére szeretném használni.

A galváncellából kinyerhető áram mennyisége az elektrolit anyagi minőségétől is függ, esetünkben az emberi bőr savasságától, amit a savháztartásunk határoz meg. Savháztartásunk egyensúlyának felborulása sokáig észrevétlen maradhat, ám súlyos következményekkel járhat, mint például a csonttrikulás, szellemi és fizikai teljesítőképesség-csökkenés, anyagcsere-eltozódás vagy súlyproblémák. Mivel a lámpa működéséből bőrünk savasságára is következtethetünk (minél savasabb az ember bőre, a LED annál sűrűbben villog), a lámpa orvosi mérőműszerré való fejlesztése sem kizárt.

Mindenesetre hasznos kis dietetikai tanácsadó lehet, mert a savháztartás elsősorban az elfogyasztott ételek pH-értékétől függ. Műszerünkkel esetleg ellenőrizhetjük aktuális savháztartásunkat, és eszerint állíthatjuk össze étrendünket.

Másik elképzelésem további „energiaguberálás”, hogy ezt az energy harvestert a mindennapokban is felhasználhassuk energia nyerésére. Gondoljunk bele, hogy mennyi időt töltünk a számítógép előtt, közben meglehetősen sokat nyugtatjuk tenyerünket az egéren! Milyen praktikus lenne, ha az egereknél is hasznosíthatnánk az elképzelést: magunk termelnénk meg a kattintgatáshoz szükséges elektromos áramot.

Számos elképzelésem van a szerkezet továbbfejlesztésére. Már van standard lámpám – ráadásul kettő, kíváncsisággal és lelkesedéssel fogadták az emberek ezeket a „találmányokat”. Úgy gondolom, hogy nagyobb tömegek is érdeklődést mutatnának iránta az egyszerű használhatósága miatt (például nem kell elemért szaladgálniuk a boltba..., a kezük mindig „kéznél van” ☺).

Köszönetnyilvánítás

Hálával tartozom mentoromnak, *Daróczi Csaba Sándornak*, aki szakmai támogatásával és tanácsaival nélkülözhetetlen segítségül szolgált egy kezdő kísérletezőnek; fizikatanárainak: *Inczeffyné Vigh Gyöngyi Noéminek* és *Jarábik Bélának*, akik révén a pályamunkához szükséges ismeretanyaghoz jutottam; *Bábel Ferenc* tv-műszerésznek az elektronikai tanácsokért; osztályfőnökömnek és magyartanáromnak, *Horváthné Gyovai Melindának* a szövegezésben való segítségért és lektorálásért (még az osztálykiránduláson is), és családomnak a biztatásért, kitartásért, illetve a lakásunkban több hónapon át tartó felfordulás elviseléséért ☺.

Irodalom

- http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_harvesting
- http://itl7.elte.hu/html/elektronika/node5_19.html
- <http://index.hu/tudomany/tortenelem/elem7841>