

„ხილის ბატარეა“

ექსპერიმენტის არსი

როგორ „გამოვადინოთ“ ელექტრული დენი ლიმონს? როგორ შევქმნათ ბატარეა კარტოფილისგან? შეიძლება თუ არა დამუყავებულმა კიტრმა კვებოს დიოდი? ყველა ამ შეკითხვაზე პასუხს იპოვით ამ ცდაში.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები

ელექტრული დენი, დენის წყარო

საჭირო მასალა

ლიმონი – 6 ცალი (ან უმი კარტოფილი, მუყავე კიტრი, ვაშლი, კივი)
 მოთუთიაგებულ მავთულის პატარა ღერო ან ლურსმანი (მინიმუმ 6 ცალი)
 სპილენძის მავთულის პატარა ღერო ან ლურსმანი (მინიმუმ 6 ცალი)
 მავთულების დამჭერი პატარა მაშები (მინიმუმ 12 ცალი).
 მავთული იზოლაციით
 მარტივი ვოლტმეტრი
 მუსიკალური დია ბარათი

განხორციელება

ჩავარჯთ ლიმონში (ან სხვა ხილსა ან ბოსტნეულში) ერთი სპილენძის და ერთი მოთუთიაგებულ ლურსმანი. მიუყვართოთ ლურსმნები ვოლტმეტრს. უნდა წარმოიქმნას ძაბვა. ახლა ჩვენ შევქმენით ხილის გაღვანური ელემენტი. თუ გვინდა, რომ მივაგნოთ ისეთ სისტემას, რომელიც წარმოქმნის ყველაზე

მაღალ ძაბვას, ცდა სხვადასხვა ხილის ან ბოსტნეულის და სხვადასხვა ლითონის ლურსმნების გამოყენებით უნდა ჩავატაროთ. დასაშვებია ლითონებიდან ყველაზე კარგ შედეგს იძლევა წყვილი: სპილენძი – თუთია. სხვადასხვა ხილის შემთხვევაში შედეგიც სხვადასხვაა.

იმისთვის, რომ მიღებული ძაბვა გავზარდოთ, შეგვიძლია ხილის “ელემენტები” პატარა მაშებით ერთმანეთთან ბატარეის სახით შევაერთოთ (იხე, როგორც ნახატზე).

განმარტება

როგორ ხდება, რომ მავთულში ელექტრული დენი გადის? ეს არის ელექტრონების ნელი დრეიფი იმ ადგილიდან, სადაც ისინი „მეტისმეტად ბევრია.“ ერთ ლურსმანზე წარმოიქმნება ელექტრონების სიჭარბე (უარყოფითი ელექტრული პოტენციალი), რომელიც მავთულში მიედინება მეორე ლურსმანთან (დადებითი ელექტრული პოტენციალი). მოდით, ვცადოთ და ვუპასუხოთ კითხვას, თუ რომელ ლურსმანზე (სპილენძისაზე თუ მოთუთიავებულზე) და რატომ წარმოიქმნება ელექტრონების სიჭარბე. წარმოიდგინეთ, რომ გოგირდმჟავათი (H_2SO_4) სავესე ქილა გვაქვს. თუ ჩვენ მასში თუთიის მავთულს მოვათავსებთ, ძლიერი მჟავა სწრაფად დაიწყებს მის „შეჭმას“. წარმოიქმნება წყალბადის ბუშტუკები, რომლებიც თავს მოიყრის თუთიის ზედაპირზე. აი, როგორ ხდება ეს:

მჟავის მოლეკულები იყოფა სამ იონად: $\text{H}^+ \text{H}^+ \text{და } \text{SO}_4^{2-}$

TuTiis atomebi მავთულის ზედაპირზე კარგავს ორ ელექტრონს (2e-) და გადაიქცევა თუთიის იონებად Zn^{2+} (დაჟანგვის რეაქცია – ასეთ ელექტროდს ჩვენ ვუწოდებთ “ანოდს”)

თუთიის იონები Zn^{2+} უერთდება SO_4^{2-} იონებს და წარმოიქმნება ZnSO_4 , რომელიც იხსნება მჟავაში.

თუთიის ატომებიდან ელექტრონები უერთდება H^+ -ის იონებს და წარმოიქმნება H_2 მოლეკულები (აირივანი წყალბადი).

მართალია, ხილში არ არის გოგირდმჟავა, მაგრამ მასში არის არანაკლებ ძლიერი სხვა ორგანული მჟავები და პროცესი ანალოგიური სქემით მიმდინარეობს. თუ რეაქციათა ზემოთ მოყვანილ რიგს დავაკვირდებით, მივალთ დასკვნამდე რომ, ეს არის წყალბადის ორ იონზე H^+ თუთიის ატომიდან ძნევიანი ელექტრონის გადატანის მექანიზმი. ენერგეტიკული თვალსაზრისით, ასეთი გადაადგილება სისტემისთვის სასარგებლოა. აღმოჩნდა, რომ სპილენძი ასეთივე პირობებში ელექტრონებს ძნელად გასცემს. ელექტრონების გადატანას სპილენძის Cu ატომიდან წყალბადის იონებზე დასჭირდებოდა მთელი სისტემის ენერჯის მოხმარება. ასე რომ, ეს ვარიანტი ენერგეტიკულად ნეგატიურია. უფრო მეტიც, თუკი სპილენძის ელექტრონის სიახლოვეს სპონტანურად სპილენძის იონები Cu^{2+} წარმოიქმნება, ისინი უფრო სწრაფად მიიღებენ რომელიმე დაკარგულ ელექტრონს, ვიდრე მიუერთებენ მას SO_4^{2-} -ის მჟავურ ნაშთს. რა მოხდება, თუკი ჩვენ შევაერთებთ Zn და Cu ელექტროდებს მავთულით (ანუ ელექტრონებს მარტივ გზას შევუქმნით ელექტროდებს შორის)? ელექტრონები „იგრძნობენ“ შემდეგ ვითარებას: თუთიის ელექტროდის მხრიდან ელექტრონებს „მოუხმობენ“ გარკვეული ძალით H^+ იონები, მაგარამ სპილენძის ელექტროდის მხრიდანაც მათ ასევე „მოუხმობენ“ H^+ იონები და, გარდა ამისა, მათი კარგად მიმღები Cu^{2+} იონები. აქედან გამომდინარე, ელექტრონებს ექნებათ მეტი კავშირი სპილენძის ელექტროდის მხრიდან და ისინი დაიწყებენ ამ უკანასკნელისკენ გადაადგილებას! ჩვენ მივიღებთ ელექტრულ დენს. წყალბადის ბუშტუკები უპირველესად სპილენძის ელექტროდზე წარმოიქმნება იმიტომ, რომ პირველად იქ „მიფრინდებიან“ ელექტრონები თუთიის ელექტროდიდან. გამოდის, რომ თითოეულ მეტალს აქვს ბუნებრივი მიდრეკილება H^+ იონების გარემოში ელექტრონები გასცეს; სწორედ ამ უნარს გამოხატავს ელექტროქიმიური პოტენციალი. რაც უფრო უარყოფითია ეს პოტენციალი, მით უფრო ადვილად გადასცემს მეტალი ელექტრონებს H^+ იონებს. რაც უფრო დადებითია პოტენციალი, მით უფრო ადვილად იღებს ელექტრონებს მეტალი. მეტალები მათი ელექტროქიმიური პოტენციალის სიდიდის მიხედვით (ყველაზე დაბალიდან ყველაზე მაღალ მნიშვნელობამდე) შეგვიძლია მწკრივში განვალაგოთ. ამას ეწოდება ელექტროქიმიური რიგი (ცხრილში შეტანილია

მხოლოდ შერჩეული მეტალები). ელექტრონები ყოველთვის მიედინება უფრო დაბალი პოტენციალის მქონე მეტალიდან უფრო მაღალი პოტენციალის მქონე მეტალისკენ და ამას მით უფრო სწრაფად ახორციელებენ, რაც უფრო დიდია სხვაობა ამ მეტალების პოტენციალებს შორის.

ელემენტის დასახელება	ელემენტის სიმბოლო	პოტენციალი [V]
კალიუმი	K	-2,92
კალციუმი	Ca	-2,84
ნატრიუმი	Na	-2,71
მაგნიუმი	Mg	-2,38
ალუმინი	Al.	-1,66
თუთია	Zn	-0,76
ქრომი	Cr	-0,71
რკინა	Fe	-0,44
ნიკელი	Ni	-0,24
ტყვია	Pb	-0,13
წყალბადი	H	0
სპილენძი	Cu	+0,37
ვერცხლი	Ag	+0,8
ვერცხლის წყალი	Hg	+0,85
პლატინა	Pt	+1,2
ოქრო	Au	+1,42

ზემოთმოყვანილი ცხრილის საფუძველზე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ბატარეა, რომელიც ჩვენ თუთიისა და სპილენძის გამოყენებით შევქმენით - კარგია, მაგრამ ბატარეა, რომელშიც გამოყენებული იქნება თუთია და ოქრო, იქნება გაცილებით უკეთესი (იგი უფრო მაღალ ელექტრულ ძაბვას შექმნის). მაგრამ

როგორ შეველიოთ საკუთარ იუველირულ ნაკეთობებს მხოლოდ იმისათვის, რომ ყოველივე ეს დავადასტუროთ?

გასათვალისწინებელი მომენტები

კიტრის მწილი ყველაზე ეფექტურ ბატარეას წარმოქმნის (იმისათვის რომ საკამარისი იყოს მუსიკალური ღია ბარათის სათანადო რაოდენობის დენით კვების უზრუნველყოფა, არანაკლებ სამი ცალი კიტრი არის აუცილებელია. ლიმონის შემთხვევაში - არანაკლებ ექვსი ცალისა).

თუკი ღია ბარათის ნაცვლად დიოდს ვიყენებთ, არ დაგვავიწყდეს რომ დიოდი მხოლოდ სწორი შეერთების შემთხვევაში გაანათებს (ბატარეის,“+“ უნდა შევაერთოთ დიოდის გრძელ ბოლოსთან – დიოდს შემთხვევით არ აქვს სხვადასხვა ზომის ბოლოები).

ექსპერიმენტის ჩატარების შემდეგ ლურსმნები გარეცხეთ და გაამშრალეთ (ამგვარად თქვენ მათ მრავალჯერად გამოყენებას შეძლებთ).

როდესაც ცდას სხვადასხვა ხილზე ჩავატარებთ და ლურსმნებს ერთი ხილიდან მეორეზე გადავიტანთ, არ უნდა დაგვავიწყდეს ლურსმნების გარეცხვა, რათა მეტალის ზედაპირზე წინა გამოყენებული ხილის წვენი არ დარჩეს (წინააღმდეგ შემთხვევაში შედეგი ყალბი იქნება).