



Creation of the Simple Galvanic Cell Experiment Equipment by Using Ashes as Electrolytes

Chanpheng VONGVILAY*, Somsack VANGCHANGYIA, Paoxiong SOUADA, Sivone
CHOUALUEHER and Phonepadith KEOMANICHAN

Department of Natural Science Pedagogy, Faculty of Education, Souphanouvong University, Lao PDR

Abstract

***Correspondence:** Chanpheng
VONGVILAY, Department of
Natural Science Pedagogy,
Faculty of Education,
Souphanouvong University,
Mobile: +856 20 5431 1335,
E-mail:
chanphengvongvilay@su.edu.la

This article presents information about an experiment on how to create simple galvanic cell experiment equipment by using waste ash from burning as electrolytes, a copper plate as a cathode, and a zinc plate as an anode. The main purpose is to create a set of experimental equipment for teaching physics under the title of electrochemistry, to examine the possibility of generating electricity from ash, to study the change of the mixture ratio between the ashes and water that affects the open circuit voltage (OCV), to compare the value of the open circuit voltage from the sedimentation ashes electrolyte and non-sedimentation ashes electrolyte, and to study the pH value of the ash's electrolyte within two hours.

The research revealed that it can create five sets of galvanic cells by using different quantities of ashes, and it was found that the ashes from burning can generate electricity. The same type of ash with a different quantity will give almost the same OCV values, and changing the mixture ratio between ash and water will not affect the OCV values, which found that the mixing ratio between water and dry ash to become an electrolyte must use a minimum mixing ratio of water equal to ash or use a ratio of water more than ash to mix together. The results of measuring the value of OCV over a period of 2 hours found that the average value is almost constant, equal to 0.7 V. Here, we found that if the ash is allowed to settle, the value of OCV will decrease slightly, and if the ash is not allowed to settle, the value of OCV is constantly unchanged. It was also found that the pH value of the ash in each galvanic cell during the period of 2 hours was the same, with an average high alkalinity of about 13. This shows that alkaline electrolytes can generate electricity and have almost constant electricity. These five devices can be applied as a teaching tool for the Physics and Chemistry subject in the title of electrochemistry for students at the secondary school level and bachelor's students because of an easy way to fabricate galvanic cells. The materials used are cheap and easy to find. It can also be used to study the characteristics of electrical conductivity in ash's electrolyte and the characteristics of ash's electrolyte.

Keyword: *Galvanic cell, electrolytes, ashes, open circuit voltage, electrode*

Article Info:

Submitted: Oct 31, 2022

Revised: Mar 07, 2023

Accepted: Mar 30, 2023

1. ພາກສະໜີ

ໄຟຟ້າເຄມີ (Electrochemistry) ເປັນການສຶກສາຄວາມສຳພັນກ່ຽວກັບການປ່ຽນແປງທາງເຄມີທີ່ເກີດຈາກກະແສໄຟຟ້າ ແລະ ການເກີດກະແສໄຟຟ້າຈາກປະຕິກິລິຍາເຄມີ ເຊິ່ງປະຕິກິລິຍາເຄມີໄຟຟ້າທຸກປະຕິກິລິຍາລ້ວນແຕ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບການຖ່າຍໂອນອີເລັກຕຣອນ ທີ່ເກີດຈາກຜ່ານປະຕິກິລິຍາອັອກຊີເດຊັນ (Oxidation Reaction) ແລະ ຣີດັກຊັນ (Reduction Reaction) (Whitten et al., 2007). ເຄື່ອງມື ຫຼື ອຸປະກອນທີ່ສາມາດຜະລິດພະລັງງານໄຟຟ້າຈາກປະຕິກິລິຍາເຄມີ ຫຼື ຊ່ວຍເຮັດໃຫ້ເກີດມີປະຕິກິລິຍາເຄມີໂດຍຜ່ານການໃຊ້ພະລັງງານໄຟຟ້າ ເພິ່ນເອີ້ນວ່າ ບໍ່ໄຟຟ້າເຄມີ (Electrochemical Cell) (Cracolice et al., 2011). ບໍ່ໄຟຟ້າເຄມີປະກອບດ້ວຍຂົ້ວໄຟຟ້າ (Electrode) ແລະ ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ຫຼື ທາດອີເລັກໂທຣໄລທ໌ (Electrolyte). ຂົ້ວໄຟຟ້າເປັນວັດຖຸທີ່ຊັກນຳໄຟຟ້າໄດ້ດີຢ່າງໜ້ອຍສອງຂົ້ວ (ຊະນິດດຽວກັນ ຫຼື ຕ່າງຊະນິດກັນ), ຂົ້ວໄຟຟ້າສ່ວນໃຫຍ່ແມ່ນເຮັດມາຈາກໂລຫະ ແລະ ເຮັດໜ້າທີ່ເປັນຕົວກາງໃຫ້ອີເລັກຕຣອນເຄື່ອນທີ່ຜ່ານ ໂດຍມີສ່ວນຮ່ວມໃນການເກີດປະຕິກິລິຍາ ຫຼື ບໍ່ເກີດປະຕິກິລິຍາ, ຂົ້ວໄຟຟ້າທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາ ຣີດັກຊັນ ເອີ້ນວ່າ: ຂົ້ວບວກ ຫຼື ຂົ້ວກາໂຕດ (Cathode) ສ່ວນຂົ້ວທີ່ເກີດຈາກປະຕິກິລິຍາອັອກຊີເດຊັນ ເອີ້ນວ່າ: ຂົ້ວລົບ ຫຼື ຂົ້ວອາໂນດ (Anode). ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າເປັນທາດທີ່ຢູ່ໃນສະຖານະໂດກໄດ້, ສ່ວນໃຫຍ່ແມ່ນຢູ່ໃນພາວະເປັນທາດແຫຼວ, ມີໄອອອນເປັນອົງປະກອບຢູ່ໃນທາດລະລາຍສາມາດເຄື່ອນທີ່ໄປມາ ແລະ ຊັກນຳໄຟຟ້າໄດ້, ເມື່ອເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີຢູ່ໃນບໍ່ໄຟຟ້າ ຈະເຮັດໃຫ້ໄອອອນບວກ ແລະ ໄອອອນລົບຢູ່ໃນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ເຮັດໜ້າທີ່ປັບຄວາມສົມດຸນຂອງໄຟຟ້າບັນຈຸຢູ່ໃນບໍ່ໄຟຟ້າເຄມີ (Raymond et al., 2011).

ບໍ່ໄຟຟ້າເຄມີ ສາມາດຈຳແນກອອກເປັນ ສອງ ປະເພດຄື: ບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກ (Galvanic Cell) ຫຼື ບໍ່ໄຟຟ້າໂວນຕາອິກ (Voltaic Cell) ແລະ ບໍ່ໄຟຟ້າອີເລັກໂທຣໄລທ໌ (Electrolytic Cell). ບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກ ຫຼື ໂວນຕາອິກ ເປັນ ບໍ່ໄຟຟ້າ ທີ່ໄດ້ມາຈາກການປ່ຽນພະລັງງານເຄມີໃຫ້ເປັນພະລັງງານໄຟຟ້າ ໂດຍເກີດຈາກທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ຫຼື ທາດລະລາຍເຄມີ ທີ່ຢູ່ໃນບໍ່ໄຟຟ້າເກີດປະຕິກິລິຍາກັນ ແລ້ວເຮັດໃຫ້ເກີດມີພະລັງງານໄຟຟ້າເກີດຂຶ້ນ ເຊັ່ນ: ຖ່ານໄຟສາຍ, ແບັດເຕີຣີ. ສ່ວນບໍ່ໄຟຟ້າອີເລັກໂທຣໄລທ໌ ເປັນບໍ່ໄຟຟ້າເຄມີທີ່ຕ້ອງໃຊ້ພະລັງງານພາຍນອກ (ພະລັງງານໄຟຟ້າ) ເພື່ອເຮັດໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ (Chang, 2010).

ບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກ ຫຼື ບໍ່ໄຟຟ້າໂວນຕາອິກ (Galvanic Cell or Voltaic Cell) ມີຫຼາຍແບບໂດຍອີງຕາມຊະນິດຂອງໂລຫະ ແລະ ໄອອອນຂອງໂລຫະ, ໂດຍທົ່ວໄປແລ້ວ ຮູບແບບທີ່ນັກວິໄຈສ່ວນໃຫຍ່ນິຍົມກັນສຶກສາ ແລະ ສ້າງແມ່ນບໍ່ໄຟຟ້າແດນຽວລ໌ (Daniell Cell) (Boulabiar et al., 2004) ເປັນບໍ່ໄຟຟ້າຊະນິດໜຶ່ງທີ່ມີໂຄງສ້າງງ່າຍດາຍ ປະກອບດ້ວຍຂົ້ວໄຟຟ້າຢ່າງໜ້ອຍ 2 ຂົ້ວ ທີ່ເຮັດດ້ວຍໂລຫະຕ່າງກັນ ແລະ ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ຫຼື ອີເລັກໂທຣໄລທ໌ 1 ຊະນິດ, ຈາກນັ້ນນຳເອົາຂົ້ວໄຟຟ້າທັງສອງ ຈຸມລົງໃນອ່າງທີ່ບັນຈຸທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ຫຼື ອີເລັກໂທຣໄລທ໌. ແຕ່ຖ້າຫາກເປັນບໍ່ໄຟຟ້າທີ່ປະກອບດ້ວຍທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ຫຼື ອີເລັກໂທຣໄລທ໌ສອງຊະນິດຕ່າງກັນ ແລະ ຂົ້ວໄຟຟ້າສອງຂົ້ວຄື: ຂົ້ວລົບເຮັດດ້ວຍໂລຫະສັງກະສີ (Zn) ແລະ ຂົ້ວບວກເຮັດດ້ວຍໂລຫະທອງແດງ ຈະຕ້ອງໄດ້ໃຊ້ທໍ່ເກືອ (salt bridge) ຫຼື ສາຍຊັກນຳເພື່ອເຊື່ອມຕໍ່ລະຫວ່າງອີເລັກໂທຣໄລທ໌ທັງສອງເຂົ້າກັນ. ເມື່ອຕໍ່ຄົບວົງຈອນຈະເຮັດຂົ້ວສັງກະສີຫຼ້ຍຫ້ຽນເຂົ້າ ສ່ວນຂົ້ວທອງແດງຈະໜັກຂຶ້ນ ເປັນໄປຕາມສົມຜົນປະຕິກິລິຍາຄື:

$$\text{Zn}_{(s)} + \text{Cu}_{(aq)}^{2+} \rightarrow \text{Zn}_{(aq)}^{2+} + \text{Cu}_{(s)}$$
 (Martins, 1990 ແລະ Dillard et al., 1963).

ຢູ່ໃນຂະແໜງການສຶກສາຂອງລາວເຮົາ ນັບຕັ້ງແຕ່ລະດັບຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາຈົນຮອດລະດັບມະຫາວິທະຍາໄລ ການສຶກສາ ແລະ ຮຽນຮູ້ກ່ຽວກັບບໍ່ໄຟຟ້າປະເພດຕ່າງໆ ແມ່ນຖືກຈັດຢູ່ໃນຫົວຂໍ້ໜຶ່ງຂອງລາຍວິຊາວິທະຍາສາດທຳມະຊາດເປັນຕົ້ນແມ່ນວິຊາຟີຊິກສາດ ແລະ ວິຊາເຄມີສາດ, ເຊິ່ງເປັນຫົວຂໍ້ທີ່ຈະຕ້ອງໄດ້ຮຽນຮູ້ນັບທັງພາກທິດສະດີ ແລະ ພາກປະຕິບັດຕົວຈິງເພື່ອໃຫ້ຜູ້ຮຽນໄດ້ເຂົ້າໃຈຢ່າງເລິກເຊິ່ງ. ແຕ່ວ່າຢູ່ໃນຕົວຈິງໄລຍະຜ່ານມາເຫັນວ່າການຈັດການຮຽນການສອນພາກປະຕິບັດຕົວຈິງໃນສາຍວິຊາວິທະຍາສາດທຳມະຊາດຍັງມີໜ້ອຍ, ຍັງບໍ່ທັນໄດ້ຮັບການສະໜອງຫ້ອງທົດລອງ, ສຶກສາຮຽນ-ການສອນ ແລະ ອຸປະກອນທີ່ຈຳເປັນໃຫ້ແກ່ການສອນ (Ministry of Education and Sports, 2020) ເວົ້າລວມເວົ້າສະເພາະແມ່ນ ສາຍຄູວິທະຍາສາດທຳມະຊາດ ຄະນະສຶກສາສາດ ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ ໂດຍສະເພາະແມ່ນຫຼັກສູດຄູຟີຊິກສາດ ເຊິ່ງນັບຕັ້ງແຕ່ໄດ້ຮັບການອະນຸມັດສ້າງຕັ້ງຂຶ້ນເປັນຕົ້ນມາແມ່ນຍັງບໍ່ທັນໄດ້ຮັບການສະໜອງຫ້ອງທົດລອງເທື່ອ ເຮັດໃຫ້ການຈັດການຮຽນການສອນສ່ວນໃຫຍ່ແມ່ນປະຕິບັດໄດ້ພຽງແຕ່ພາກທິດສະດີ ສ່ວນພາກປະຕິບັດຕົວຈິງມີຄວາມຫຍຸ້ງຍາກລຳບາກຫຼາຍ, ຕ້ອງໄດ້ອາໄສຫ້ອງທົດລອງຂອງພາກສ່ວນອື່ນ ຫຼື ສະຖາບັນການສຶກສາອື່ນ ແຕ່ວ່າອຸປະ

ກອນທີ່ໃຊ້ສໍາລັບການທົດລອງກໍຍັງມີຈໍາກັດ ແລະ ໃຊ້ງົບປະມານສູງ, ທາດທີ່ໃຊ້ທົດລອງແລ້ວອາດຈະກາຍເປັນຂອງເສຍ ແລະ ຖ້າບໍ່ມີລະບົບການກຳຈັດທີ່ດີກໍຈະກາຍເປັນບັນຫາຕໍ່ສິ່ງແວດລ້ອມ. ສະນັ້ນ, ເພື່ອຜັດທະນາວຽກງານການສຶກສາໃຫ້ໄດ້ມາດຕະຖານຈຶ່ງຈຳເປັນຢ່າງຍິ່ງທີ່ຈະຕ້ອງໄດ້ສຶກສາເພື່ອຫາແນວທາງໃນການແກ້ໄຂບັນຫາເຫຼົ່ານີ້, ເຊິ່ງການນຳໃຊ້ຈຳລອງແບບທີ່ໃຊ້ແທນການທົດລອງຕົວຈິງອາດຈະເປັນທາງເລືອກໜຶ່ງທີ່ສາມາດນຳໃຊ້ເປັນສື່ການສອນແທນການທົດລອງຕົວຈິງໄດ້ ແຕ່ວ່າວິທີການດັ່ງກ່າວກໍຍັງມີຂໍ້ຈຳກັດເລື່ອງທັກສະການນຳໃຊ້ຄວາມຮູ້ທາງດ້ານ ICT ແລະ ການເຂົ້າເຖິງອຸປະກອນ ICT (BOUNTHONG et al., 2023). ດັ່ງນັ້ນ, ທາງທີມງານພວກເຮົາຈຶ່ງໄດ້ພະຍາຍາມສຶກສາຫາວິທີການ ຫຼື ທາງເລືອກໃໝ່ ດ້ວຍການທົດລອງປະຍຸກໃຊ້ວັດຖຸອຸປະກອນທີ່ເສດເຫຼືອ, ຫາໄດ້ງ່າຍ ແລະ ລາຄາຖືກ ທັງເປັນການຫຼຸດຜ່ອນການນຳໃຊ້ປະລິມານທາດເຄມີໃຫ້ໜ້ອຍລົງ ຫຼື ຫຼຸດຜ່ອນການນຳໃຊ້ທາດເຄມີທີ່ອາດເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ນັກຮຽນເພື່ອນຳເອົາມາສ້າງເປັນອຸປະກອນ ຫຼື ສື່ການສອນກ່ຽວກັບໄຟຟ້າໃນຫົວຂໍ້ເລື່ອງບໍ່ໄຟຟ້າເຄມີ ແລ້ວນຳເອົາໄປໃຊ້ປະກອບເຂົ້າໃນການຮຽນ-ການສອນ ເພື່ອໃຫ້ນັກຮຽນໄດ້ປະຕິບັດພາກຕົວຈິງ, ເກີດການສັງເກດເຫັນພາບປາກົດການ ຫຼື ການປ່ຽນແປງຕ່າງໆ, ໃຫ້ເກີດມີຄວາມຈົນຕະນາການ ແລະ ມີຄວາມເຂົ້າໃຈເລິກເຊິ່ງຂຶ້ນ.

ການທົດລອງສ້າງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກ ມີຫຼາຍນັກຄົ້ນຄວ້າທີ່ໄດ້ເຮັດການວິໄຈເຊັ່ນ Grønneberg et al (2006) ໄດ້ອະທິບາຍວິທີການສ້າງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກຂະໜາດນ້ອຍ, ງ່າຍດາຍ ແລະ ສາມາດນຳໄປໃຊ້ໃນການສຶກສາທາງດ້ານຄຸນນະພາບໄດ້. ຈາກຜົນຂອງງານວິໄຈທາງວິທະຍາສາດການສຶກສາຂອງ Khatiyavong et al (2014) ແມ່ນສາມາດຜັດທະນາການສ້າງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກແບບຫຍໍ້ສ່ວນຂະໜາດອົງປະກອບໃຫ້ນ້ອຍລົງ, ໃຊ້ຕົ້ນທຶນຕໍ່າ ແລະ ມີວິທີການສ້າງແບບງ່າຍດາຍ ເພື່ອໃຊ້ເປັນອຸປະກອນສໍາລັບການສອນໄຟຟ້າເຄມີໃນລະດັບຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາຕອນປາຍ. ຕໍ່ມາ Eggen et al (2015) ກໍໄດ້ຜັດທະນາອຸປະກອນເພື່ອໃຊ້ເຂົ້າໃນການຈັດການຮຽນ - ການສອນໄຟຟ້າເຄມີ ດ້ວຍການສ້າງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກແບບງ່າຍດາຍ ແລະ ໃຊ້ອຸປະກອນລາຄາຖືກ, ຜົນການສຶກສາແມ່ນສາມາດນຳມາອະທິບາຍອົງປະກອບຂອງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກໃຫ້ນັກຮຽນໄດ້ເຂົ້າໃຈເລິກເຊິ່ງຂຶ້ນ ແລະ ນັກຮຽນສາມາດຝຶກສ້າງບໍ່ໄຟຟ້າໄດ້ດ້ວຍຕົນເອງ. ໃນຂະນະດຽວກັນ Chatmontree et al (2015) ກໍໄດ້ຜັດທະນາການສ້າງບໍ່

ໄຟຟ້າກາລວານິກ ໂດຍເນັ້ນການຮຽນຮູ້ຈາກພາກປະຕິບັດຕົວຈິງ ດ້ວຍຊຸດການທົດລອງທີ່ປະດິດມາຈາກເຈ້ຍ ເຊິ່ງສາມາດສົ່ງເສີມຄວາມຮູ້ຄວາມເຂົ້າໃຈໃຫ້ແກ່ນັກຮຽນໃນວິຊາໄຟຟ້າເຄມີໄດ້ເປັນຢ່າງດີ. ຕໍ່ມາ Malai et al (2017) ກໍໄດ້ຜັດທະນາສ້າງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກແບບງ່າຍດາຍທີ່ເຮັດມາຈາກສາຍດ້າຍເພື່ອສຶກສາໄຟຟ້າເຄມີ ເຊິ່ງສາມາດນຳໄປປະຍຸກໃຊ້ເປັນສື່ສານສອນເລື່ອງໄຟຟ້າເຄມີໄດ້. ຈາກຜົນຂອງງານວິໄຈທີ່ໄດ້ກ່າວມານັ້ນ ທາງຄະນະຜູ້ສຶກສາຈຶ່ງມີຄວາມສົນໃຈ ຢາກທົດລອງສ້າງຊຸດການທົດລອງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກແບບງ່າຍດາຍດ້ວຍການນຳໃຊ້ວັດຖຸອຸປະກອນທີ່ຫ່າງໄກ, ໃຊ້ຕົ້ນທຶນຕໍ່າ (ລາຄາຖືກ), ບໍ່ໃຊ້ທາດເຄມີທີ່ເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ຜູ້ຮຽນ ແລະ ເປັນມິດຕໍ່ສິ່ງແວດລ້ອມ ໂດຍທົດລອງເລືອກໃຊ້ຂີ້ເຖົ້າທີ່ເສດເຫຼືອຈາກການເຜົາໄໝ້ເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ໂດຍມີຈຸດປະສົງ ເພື່ອສ້າງເປັນຊຸດອຸປະກອນການທົດລອງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກແບບງ່າຍດາຍນຳໃຊ້ເປັນສື່ການສອນໃນວິຊາຝຶກສາດເລື່ອງບໍ່ໄຟຟ້າເຄມີ, ສຶກສາຄວາມເປັນໄປໄດ້ການເກີດມີຄ່າທາງໄຟຟ້າຈາກຂີ້ເຖົ້າ, ສຶກສາການປ່ຽນແປງອັດຕາສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງຂີ້ເຖົ້າ ແລະ ນ້ຳທີ່ມີຜົນຕໍ່ການເກີດຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າໃນວົງຈອນເປີດ (Open Circuit Voltage: OCV), ປຽບທຽບຄ່າ OCV ຂອງບໍ່ໄຟຟ້າລະຫວ່າງການປ່ອຍໃຫ້ຂີ້ເຖົ້າຕົກຝຶກ ແລະ ບໍ່ປ່ອຍໃຫ້ຂີ້ເຖົ້າຕົກຝຶກໃນຊ່ວງໄລຍະເວລາ 2 ຊົ່ວໂມງ ແລະ ສຶກສາຄ່າ pH ຂອງນ້ຳຂີ້ເຖົ້າໃນຊ່ວງໄລຍະເວລາ 2 ຊົ່ວໂມງ.

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ

2.1 ອຸປະກອນ

ວັດຖຸອຸປະກອນທີ່ໃຊ້ໃນການທົດລອງ ປະກອບມີ: ແຜ່ນໂລຫະທອງແດງໜາ 0.5 mm ກວ້າງ 5 cm ຍາວ 10 cm ຈຳນວນ 5 ແຜ່ນ ແລະ ແຜ່ນໂລຫະສັງກະສີ ໜາ 0.5 mm ກວ້າງ 5 cm ຍາວ 10 cm ຈຳນວນ 5 ແຜ່ນ, ຂີ້ເຖົ້າທີ່ເສດເຫຼືອຈາກການເຜົາໄໝ້ທົ່ວໄປ 1400 g, ຕຸກນ້ຳດື່ມເປົ່າຂະໜາດ 2000 ml ຈຳນວນ 5 ຕຸກ, ມິດຕັດ 1 ດວງ, ຊິງຊັ່ງມວນສານທີ່ມີມາດຕາຊັ່ງເປັນກຣາມ 1 ອັນ, ຕາໜ່າງ ຫຼື ຜ້າແສໃຊ້ຕອງຂີ້ເຖົ້າ 1 ອັນ, ເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າອະນຸກະສານ 1 ເຄື່ອງ (Multimeter) ແລະ ຫົວໜົບສາຍໄຟ 10 ຫົວ, ເຈ້ຍ Litmus (Litmus Paper) ແລະ ເຄື່ອງໝາຍແຖບສີປຽບທຽບຄ່າ pH (pH Scale Diagram).

2.2. ວິທີການ

2.2.1 ການສ້າງຊຸດອຸປະກອນການທົດລອງ

ນຳເອົາຕຸກນ້ຳດື່ມເປົ່າມາຕັດເຄິ່ງ ແລ້ວເອົາທາງເບື້ອງຫົວຕຸກຖິ້ມເພື່ອໃຊ້ເປັນຖັງບັນຈຸທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ, ຈາກ

ນັ້ນນຳເອົາຂີ້ເຖົ້າທີ່ກຽມໄວ້ມາຕອງເພື່ອແຍກເອົາເສດຫິນ ແລະ ເສດຖ່ານທີ່ເຈືອປົນອອກແລ້ວນຳໄປຊັ່ງແຍກອອກ ເປັນສ່ວນຄື: ແຍກເປັນປະລິມານ 200 g ຈຳນວນ 3 ສ່ວນ ແລະ ປະລິມານ 400 g ຈຳນວນ 2 ສ່ວນ, ຈາກນັ້ນນຳເອົາ ຂີ້ເຖົ້າທີ່ໄດ້ຊັ່ງແລ້ວນັ້ນມາຖອກລົງໃສ່ໃນຖົງບັນຈຸ, ຫຼັງ ຈາກນັ້ນເອົານ້ຳ (ນ້ຳປາປາ) ມາປະສົມລົງໃສ່ກັບຂີ້ເຖົ້າໃນ ຖົງບັນຈຸ ພ້ອມທັງກຳນົດ ສັນຍະລັກ ດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ ປະສົມຄືດັ່ງນີ້:

- T1 ແມ່ນຖົງບັນຈຸທີ່ປະກອບດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ ປະສົມລະຫວ່າງນ້ຳ 400 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ້າ 400 g
- T2 ແມ່ນຖົງບັນຈຸທີ່ປະກອບດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ ປະສົມລະຫວ່າງນ້ຳ 600 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ້າ 400 g
- T3 ແມ່ນຖົງບັນຈຸທີ່ປະກອບດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ ປະສົມລະຫວ່າງນ້ຳ 800 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ້າ 200 g
- T4 ແມ່ນຖົງບັນຈຸທີ່ປະກອບດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ ປະສົມລະຫວ່າງນ້ຳ 600 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ້າ 200 g
- T5 ແມ່ນຖົງບັນຈຸທີ່ປະກອບດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ ປະສົມລະຫວ່າງນ້ຳ 800 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ້າ 200 g

ຈາກນັ້ນຄົນໃຫ້ສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງຂີ້ເຖົ້າກັບນ້ຳ ໃຫ້ລະລາຍເຂົ້າກັນ ແລ້ວປະໄວ້ໃນບ່ອນຮົ່ມເພື່ອນຳເອົາຂົ້ວ ໄຟຟ້າມາວາງໃສ່ແລ້ວດຳເນີນການວັດແທກຄ່າໄຟຟ້າຕໍ່ໄປ (ຮູບພາບທີ 1 ກ).

2.2.2 ການວາງຂົ້ວໄຟຟ້າ, ການຕໍ່ເຄື່ອງວັດແທກ ແລະ ການອ່ານຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າໃນວົງຈອນເປີດ

ໃຊ້ແຜ່ນໂລຫະທອງແດງ 1 ແຜ່ນ ເປັນຂົ້ວໄຟຟ້າ ບວກ ແລະ ໃຊ້ແຜ່ນໂລຫະສັງກະສີ 1 ແຜ່ນເປັນຂົ້ວໄຟຟ້າ ລົບ ວາງຈຸ່ມລົງໃສ່ໃນ 1 ບໍ່ໄຟຟ້າ ໂດຍໃຫ້ທາດລະລາຍຂີ້ ເຖົ້າຖ້ວມແຜ່ນໂລຫະທັງສອງ ແລະ ວາງໃຫ້ຫ່າງກັນ 5 cm (ຫ້າມໃຫ້ແຜ່ນໂລຫະທັງສອງສຳຜັດກັນເດັດຂາດ), ຈາກ ນັ້ນຕໍ່ສອງສົ້ນຂອງເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າ (Multimeter) ໂດຍຈຳສົ້ນບວກເຂົ້າກັບແຜ່ນໂລຫະທອງແດງ (ຂົ້ວໄຟຟ້າ ບວກ) ແລະ ຈຳສົ້ນລົບເຂົ້າກັບແຜ່ນໂລຫະສັງກະສີ (ຂົ້ວ ໄຟຟ້າລົບ) ຂອງບໍ່ໄຟຟ້າໂດຍກົງ ບໍ່ຈຳເປັນຕ້ອງຕໍ່ເຄື່ອງຕ້ານ ເຂົ້າໃນວົງຈອນ ແລ້ວໃຊ້ຫົວໜົບ ໜົບສົ້ນຈຳຂອງເຄື່ອງ ວັດແທກຕິດກັບແຜ່ນຂົ້ວໄຟຟ້າໄວ້ເພື່ອບໍ່ໃຫ້ເຄື່ອງວັດແທກ ແລະ ຂົ້ວໄຟຟ້າແຍກອອກຈາກກັນ, ກຳນົດເຄື່ອງໝາຍວັດ ແທກຂອງເຄື່ອງວັດແທກເປັນຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າກົງ, ຫົວ ໜ່ວຍເປັນໂວນ (V), ຈາກນັ້ນ ອ່ານຄ່າຕົວເລກ OCV ທັນທີທີ່ສະແດງຜົນຢູ່ເທິງໜ້າຈໍຂອງເຄື່ອງວັດແທກ (ຮູບ ພາບທີ 1 ຂ).

2.2.3. ການວັດແທກ

ກ. ການວັດແທກຄ່າ OCV

ທາງຄະນະຜູ້ສຶກສາໄດ້ດຳເນີນການວັດແທກຄ່າຜົນ ລົບລະດັບໄຟຟ້າກົງໃນວົງຈອນເປີດລະຫວ່າງສອງຂົ້ວຂອງ ບໍ່ໄຟຟ້າ, ເຊິ່ງໄດ້ດຳເນີນການວັດແທກເທື່ອລະ 1 ບໍ່ໄຟຟ້າ ຈົນສຳເລັດແລ້ວຈຶ່ງດຳເນີນການບໍ່ໄຟຟ້າອື່ນໆຕ່າງໄປໂດຍ ໃຊ້ຫຼັກການແບບດຽວກັນຄື: ອ່ານຄ່າຕົວເລກແບບທັນທີທີ່ ສະແດງຜົນຢູ່ເທິງໜ້າຈໍຂອງເຄື່ອງວັດແທກຕາມແຕ່ລະ ໄລຍະເວລາທີ່ກຳນົດໄວ້ຈົນຄົບ 2 ຊົ່ວໂມງ ຄືດັ່ງນີ້:

- T1 ແລະ T2 ອ່ານຄ່າທຸກໆ 20 ນາທີ ໂດຍບໍ່ມີ ການເຄື່ອນຍ້າຍບໍ່ໄຟຟ້າແລ້ວປ່ອຍໃຫ້ຂີ້ເຖົ້າມີການຕົກຝົກ (ຕົກຕະກອນ).
- T3, T4 ແລະ T5 ອ່ານຄ່າທຸກໆ 20 ນາທີ ໂດຍບໍ່ ມີການເຄື່ອນຍ້າຍບໍ່ໄຟຟ້າ ແລະ ບໍ່ປ່ອຍໃຫ້ຂີ້ເຖົ້າຕົກຝົກ (ບໍ່ໃຫ້ຂີ້ເຖົ້າຕົກຕະກອນ) ດ້ວຍການໃຊ້ໄມ້ຄົນທາດລະລາຍ ທຸກໆ 5 ນາທີ.

ຂ. ການວັດແທກຄ່າ pH

ທາງຄະນະຜູ້ສຶກສາໄດ້ດຳເນີນການວັດແທກຄ່າ pH ຂອງບໍ່ໄຟຟ້າ ໂດຍໃຊ້ເຈ້ຍ Litmus (Litmus Paper) ຈຸ່ມ ລົງໃນທາດລະລາຍຂີ້ເຖົ້າ ແລ້ວນຳເອົາໄປປຽບທຽບກັບ ແຖບສີສະແດງຄ່າຂອງ pH (pH Scale Diagram), ໂດຍ ດຳເນີນການວັດແທກທຸກໆ 10 ນາທີຈົນຄົບ 2 ຊົ່ວໂມງ, ເຊິ່ງໄດ້ດຳເນີນການວັດແທກເທື່ອລະ 1 ບໍ່ໄຟຟ້າຈົນສຳເລັດ ແລ້ວຈຶ່ງດຳເນີນການບໍ່ໄຟຟ້າອື່ນໆຕ່າງໄປໂດຍໃຊ້ຫຼັກການ ວັດແທກ ແລະ ອ່ານຄ່າແບບດຽວກັນ.

2.2.4 ການປຽບທຽບຄ່າຜົນການວັດແທກ

ນຳເອົາຜົນບັນທຶກການວັດແທກຄ່າ OCV ແລະ ຄ່າ pH ທີ່ໄດ້ບັນທຶກຕະຫຼອດຊ່ວງໄລຍະເວລາການທົດລອງ 2 ຊົ່ວໂມງ ໄປສ້າງເປັນເສັ້ນສະແດງໂດຍນຳໃຊ້ໂປຣແກຣມ Microsoft Office Excel ເພື່ອປຽບທຽບ ແລະ ວິເຄາະ.

3. ຜົນໄດ້ຮັບ

ຈາກການສ້າງຊຸດການທົດລອງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກ ແບບງ່າຍດາຍໂດຍນຳໃຊ້ຂີ້ເຖົ້າ ເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ, ແຜ່ນໂລຫະທອງແດງເປັນຂົ້ວໄຟຟ້າບວກ ແລະ ແຜ່ນໂລຫະ ສັງກະສີເປັນຂົ້ວໄຟຟ້າລົບ ຝົບວ່າບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກເປັນບໍ່ ໄຟຟ້າເຄມີຊະນິດໜຶ່ງທີ່ມີໂຄງປະກອບສ້າງແບບງ່າຍດາຍ ປະກອບດ້ວຍອ່າງວິເຄາະໄຟຟ້າ (ຖົງບັນຈຸ), ທາດວິເຄາະ ໄຟຟ້າ ແລະ ຂົ້ວໄຟຟ້າ (ຮູບພາບທີ 1), ອຸປະກອນທີ່ໃຊ້ໃນ ການສ້າງບໍ່ໄຟຟ້າແມ່ນຊອກຫາງ່າຍ ແລະ ມີລາຄາຖືກ, ເຊິ່ງ ຈາກການທົດລອງໄດ້ຮັບຜົນຄືດັ່ງນີ້:

- 1) ໄດ້ບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກທີ່ນຳໃຊ້ຂີ້ເຖົ້າເປັນທາດ ວິເຄາະໄຟຟ້າຈຳນວນທັງໝົດ 5 ຊຸດ ໂດຍໃຊ້ອັດຕາສ່ວນ

ປະສົມຂີ້ເຖົ່າ ແລະ ນໍ້າຕ່າງກັນຄື: ບໍ່ T1 ໃສ່ນໍ້າ 600 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ່າ 400 g, ບໍ່ T2 ໃສ່ນໍ້າ 800 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ່າ 400 g, ບໍ່ T3 ໃສ່ນໍ້າ 400 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ່າ 200 g, ບໍ່ T4 ໃສ່ນໍ້າ 600 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ່າ 200 g, ບໍ່ T5 ໃສ່ນໍ້າ 800 ml ແລະ ຂີ້ເຖົ່າ 400 g, ໃນນີ້ພົບວ່າ ອັດຕາສ່ວນ ປະສົມລະຫວ່າງນໍ້າ ແລະ ຂີ້ເຖົ່າແຫ່ງ ໃຫ້ກາຍເປັນທາດ ວິເຄາະໄຟຟ້າທີ່ສາມາດໃຫ້ກຳເນີດຄ່າໄຟຟ້າໄດ້ດີຕ້ອງໃຊ້ ອັດຕາສ່ວນປະສົມຢ່າງຕໍ່າແມ່ນ 1:2.

2) ຜົນການວັດແທກຄ່າ OCV ຂອງບໍ່ໄຟຟ້າທັງໝົດ 5 ຊຸດພົບວ່າໃຫ້ຄ່າ OCV ຢູ່ລະຫວ່າງ 0.55 V - 0.75 V, ສະເລ່ຍແລ້ວມີຄ່າບໍ່ແຕກຕ່າງກັນ ແລະ ມີຄ່າຄົງທີ່ເກືອບ ເທົ່າກັບ 0.7 V (ຮູບພາບທີ 2), ໃນນັ້ນພົບວ່າສໍາລັບບໍ່ ໄຟຟ້າທີ່ປ່ອຍໃຫ້ຂີ້ເຖົ່າມີການຕົກພົກ ເມື່ອເວລາຜ່ານໄປຄ່າ OCV ຈະມີລັກສະນະຫຼຸດລົງເລັກໜ້ອຍ ແລະ ສໍາລັບບໍ່ ໄຟຟ້າທີ່ບໍ່ປ່ອຍໃຫ້ຂີ້ເຖົ່າຕົກພົກ ຄ່າ OCV ຈະມີຄ່າຄົງທີ່ ສະໝໍ່າສະເໝີ.

3) ຜົນການກວດສອບຄ່າຄວາມເປັນອາຊິດ-ບາເຊີ ຂອງທາດລະລາຍຂີ້ເຖົ່າ ໂດຍນໍາໃຊ້ເຈ້ຍ Litmus ທົດສອບ ທຸກໆ 10 ນາທີຕະຫຼອດຊ່ວງໄລຍະເວລາຂອງການທົດລອງ ທັງໝົດ 2 ຊົ່ວໂມງ ພົບວ່າແຕ່ລະບໍ່ໄຟຟ້າ ມີຄ່າ pH ບໍ່ຕ່າງ ກັນ, ມີຄ່າເກືອບຄົງທີ່ ແລະ ມີຄວາມເປັນບາເຊີສູງ ສະເລ່ຍ ປະມານເທົ່າກັບ 13 (ຮູບພາບທີ 3).

4. ວິພາກຜົນ

ຈາກຜົນການທົດລອງ ເຫັນວ່າຊຸດການທົດລອງບໍ່ ໄຟຟ້າກາລວານິກນໍາໃຊ້ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າທີ່ເຮັດດ້ວຍຂີ້ເຖົ່າ ແມ່ນສາມາດສ້າງໄດ້ຢ່າງງ່າຍດາຍ ແລະ ສາມາດຫຼີກລ້ຽງ ການນໍາໃຊ້ທາດເຄມີທີ່ອາດຈະເປັນອັນຕະລາຍໄດ້, ທັງນີ້ກໍ ຍ້ອນວ່າ ບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກເປັນບໍ່ໄຟຟ້າເຄມີຊະນິດໜຶ່ງ ທີ່ ມີໂຄງປະກອບສ້າງແບບງ່າຍດາຍ, ວັດຖຸອຸປະກອນທີ່ໃຊ້ໃນ ການປະກອບສ້າງແມ່ນສາມາດຊອກຫາໄດ້ງ່າຍ, ມີຢູ່ຕາມ ຄົວເຮືອນ ແລະ ທ້ອງຕະຫຼາດທົ່ວໄປ, ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າທີ່ ນໍາເອົາມາໃຊ້ສາມາດໃຊ້ໄດ້ທັງທາດລະລາຍທີ່ມີຄວາມເປັນ ອາຊິດ ແລະ ບາເຊີທີ່ບໍ່ເປັນອັນຕະລາຍ ແລະ ມີລາຄາຖືກ, ເຊິ່ງສອດຄ່ອງກັບງານວິໄຈຂອງ Khatiyavong et al (2014) ແລະ Eggen et al (2015) ທີ່ໄດ້ສ້າງບໍ່ໄຟຟ້າກາ ລວານິກແບບງ່າຍດາຍ, ມີຂະໜາດນ້ອຍ, ຫຼຸດຜ່ອນການ ໃຊ້ປະລິມານທາດເຄມີ, ໃຊ້ເວລາໃນການທົດລອງໜ້ອຍ ແລະ ໃຊ້ຕົ້ນທຶນຕໍ່າ, ເຊິ່ງຜົນແມ່ນສາມາດສ້າງບໍ່ໄຟຟ້າໄດ້ ຢ່າງງ່າຍດາຍ, ສາມາດເຮັດໃຫ້ດອກໄຟຟ້າ LED ສີແດງ (ດອກໄຟຟ້າໄດໂອດ) ຮຸ່ງແຈ້ງໄດ້ ແລະ ມີຄວາມເໝາະສົມ ໃນການນໍາໄປສ້າງເປັນອຸປະກອນສໍາລັບການທົດລອງ ຫຼື

ນໍາໄປໃຊ້ເປັນສື່ການສອນກ່ຽວກັບໄຟຟ້າເຄມີ ສໍາລັບນັກ ຮຽນລະດັບຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາຕອນປາຍ ແລະ ນັກສຶກ ສາລະດັບປະລິນຍາຕີໄດ້.

ນອກຈາກນີ້ແລ້ວ, ຜົນການທົດລອງໃນຊ່ວງໄລຍະ ເວລາ 2 ຊົ່ວໂມງ ຍັງຄົ້ນພົບອີກວ່າ ຂີ້ເຖົ່າສາມາດເຮັດໃຫ້ ເກີດຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າໃນວົງຈອນເປີດ ຫຼື ແຮງດັນ ໄຟຟ້າຢູ່ສອງສົ້ນຂົ້ວໄຟຟ້າຂອງບໍ່ໄຟຟ້າໄດ້ ນີ້ກໍຍ້ອນວ່າເມື່ອ ເອົາຂີ້ເຖົ່າປະສົມກັບນໍ້າແລ້ວຈະສາມາດແຍກຕົວເປັນໄອ ອອນ ແລະ ສາມາດຊັກນໍາໄຟຟ້າໄດ້, ໃນນັ້ນການປ່ຽນແປງ ອັດຕາສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງຂີ້ເຖົ່າແຫ່ງກັບນໍ້າ ແມ່ນບໍ່ມີຜົນ ຕໍ່ການເກີດຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າຂອງບໍ່ໄຟຟ້າ ແລະ ບໍ່ມີ ຜົນຕໍ່ຄ່າຄວາມເປັນບາເຊີຂອງທາດລະລາຍຂີ້ເຖົ່າ, ເນື່ອງ ຈາກວ່າຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າ ແລະ ຄ່າ pH ທີ່ວັດແທກ ໄດ້ແມ່ນມີລັກສະນະຄົງທີ່, ນີ້ສະແດງວ່າ ຂີ້ເຖົ່າໃນປະລິມານ ທີ່ແຕກຕ່າງກັນແຕ່ຈະໃຫ້ຄ່າ pH ບໍ່ແຕກຕ່າງກັນຈຶ່ງເປັນ ຜົນເຮັດໃຫ້ເກີດມີແຮງດັນໄຟຟ້າບໍ່ແຕກຕ່າງກັນ. ໃນຊ່ວງ ໄລຍະຂອງການວັດແທກຜົນໄລຍະເລີ່ມຕົ້ນ ກໍລະນີທີ່ປ່ອຍ ໃຫ້ຂີ້ເຖົ່າມີການຕົກພົກ ພົບວ່າຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າໃນ ວົງຈອນເປີດມີແນວໂນ້ມເພີ່ມຂຶ້ນເລັກໜ້ອຍ ຈາກນັ້ນມີ ລັກສະນະຫຼຸດລົງເລັກໜ້ອຍ, ແຕ່ຖ້າບໍ່ປ່ອຍໃຫ້ທາດລະລາຍ ຂີ້ເຖົ່າຕົກພົກຈະພົບວ່າຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າໃນວົງຈອນ ເປີດມີຄ່າຄົງທີ່ສະໝໍ່າສະເໝີ, ນີ້ສະແດງໃຫ້ຮູ້ໄດ້ວ່າທາດ ວິເຄາະໄຟຟ້າທີ່ໃຊ້ໃນການທົດລອງເປັນຂີ້ເຖົ່າທີ່ປະສົມກັບ ນໍ້າເຊິ່ງບໍ່ໄດ້ຜ່ານການກັ່ນຕອງເອົາຂີ້ເຖົ່າອອກຈາກນໍ້າ ຈະ ເຮັດໃຫ້ຜຸ່ນ ຫຼື ໂມເລກູນຂອງຂີ້ເຖົ່າ ກາຍເປັນສິ່ງກົດຂວາງ ໃນການເຄື່ອນທີ່ຂອງໄອອອນລະຫວ່າງທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ແລະ ຂົ້ວໄຟຟ້າ ຈຶ່ງມີຜົນຕໍ່ການເກີດມີຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟ ຟ້າໃນວົງຈອນໄດ້ ເຊິ່ງມີລັກສະນະສອດຄ່ອງກັບງານວິໄຈ ຂອງ Samor et al (2006) ທີ່ໄດ້ສຶກສາກ່ຽວກັບການຜະ ລິດບໍ່ໄຟຟ້າໂດຍນໍາໃຊ້ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າຈາກຟືດໃນທ້ອງ ຖິ່ນທີ່ທາດໄດ້ງ່າຍຄື: ໃຊ້ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າທີ່ເປັນບາເຊີຈາກ ໝາກກ້ວຍ (Banana) ແລະ ມີຄວາມເປັນອາຊິດຈາກ ໝາກເກືອ (Ebony), ໝາກເຟືອງ (Star fruit) ແລະ ໝໍ່ ໄມ້ (Bamboo shoots), ຂົ້ວໄຟຟ້າຈາກແຜ່ນທອງແດງ ແລະ ສັງກະສີ. ຜົນການສຶກສາພົບວ່າ ພຶດຊະນິດຕ່າງກັນຈະ ໃຫ້ກະແສໄຟຟ້າ, ແຮງດັນໄຟຟ້າ ແລະ ກຳລັງໄຟຟ້າຕ່າງກັນ , ເຊິ່ງພຶດທີ່ໃຫ້ກະແສໄຟຟ້າ, ແຮງດັນໄຟຟ້າ ແລະ ກຳລັງ ໄຟຟ້າສູງສຸດຈະມີຄ່າ pH ຕໍ່າ ຄື: ໝາກເຟືອງ (Star fruit), ໝາກເກືອ (Ebony), ໝໍ່ ໄມ້ (Bamboo shoots) ແລະ ກ້ວຍ (Banana) ຕາມລຳດັບ. ກະແສໄຟຟ້າ ແລະ ກຳລັງ ໄຟຟ້າຈະມີການພົວພັນກົງກັບຂະໜາດຂອງແຜ່ນໂລຫະຂົ້ວ

ໄຟຟ້າ ແລະ ຍັງພົບອີກວ່າຢູ່ໃນຊ່ວງໄລຍະເວລາຂອງການທົດລອງ 2 ຊົ່ວໂມງ ຄ່າທາງໄຟຟ້າຈາກທາດວິເຄາະໄຟຟ້າທີ່ເປັນອາຊິດຈະຫຼຸດລົງຢ່າງໄວວາ, ສ່ວນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າທີ່ເປັນບາເຊີຈະມີການປ່ຽນແປງໜ້ອຍຫຼາຍ.

5. ສະຫຼຸບ

ຈາກຜົນການທົດລອງສ້າງຊຸດການທົດລອງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກ ສາມາດສະຫຼຸບຜົນໄດ້ດັ່ງນີ້:

ການສ້າງຊຸດການທົດລອງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກ ເພື່ອນຳໃຊ້ເປັນສຶກສາສອນ ຫຼື ອຸປະກອນສຳລັບການຈັດການຮຽນ-ການສອນເລື່ອງບໍ່ໄຟຟ້າເຄມີແມ່ນສາມາດສ້າງໄດ້ແບບງ່າຍດາຍ ໂດຍນຳໃຊ້ທາດທີ່ມີຄວາມເປັນອາຊິດ ຫຼື ບາເຊີເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ, ແຜ່ນໂລຫະທອງແດງເປັນຂົ້ວໄຟຟ້າບວກ ແລະ ແຜ່ນໂລຫະສັງກະສີເປັນຂົ້ວໄຟຟ້າລົບ, ວັດຖຸອຸປະກອນທີ່ໃຊ້ໃນການປະກອບສ້າງບໍ່ຫຼາຍ, ໃຊ້ຕົ້ນທຶນຕ່ຳ ແລະ ອຸປະກອນຊອກຫາໄດ້ງ່າຍ.

ຂີ້ເຖົ້າທີ່ເປັນຝຸ່ນລອຍເມື່ອນຳມາປະສົມກັບນ້ຳຈະເກີດມີຄຸນລັກສະນະຄວາມເປັນບາເຊີສູງ ເມື່ອນຳມາໃຊ້ເຮັດເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າສຳລັບບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກຈະສາມາດໃຫ້ກຳເນີດຄ່າໄຟຟ້າໄດ້ ແລະ ມີຄ່າຄົງທີ່, ໃນການວິໄຈຄັ້ງນີ້ພົບວ່າ ການປ່ຽນແປງອັດຕາສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງນ້ຳກັບຂີ້ເຖົ້າແມ່ນບໍ່ມີຜົນຕໍ່ການເກີດຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າ ແລະ ຄ່າຄວາມເປັນອາຊິດ-ບາເຊີຂອງຂີ້ເຖົ້າ.

ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ ຜົນການຄົ້ນຄວ້າຄັ້ງນີ້ ຍັງຕ້ອງໄດ້ສຶກສາ ແລະ ເຮັດການທົດລອງໃຫ້ຫຼາຍໆຄັ້ງ, ນຳໃຊ້ເຄື່ອງມື ແລະ ວິທີການວັດແທກທີ່ໄດ້ມາດຕະຖານ, ເນື່ອງຈາກວ່າ ເຄື່ອງມື ແລະ ວິທີການວັດແທກການທົດລອງຄັ້ງນີ້ ຍັງບໍ່ໄດ້ມາດຕະຖານ, ເປັນການວັດແທກໃນວົງຈອນເປີດ, ເຄື່ອງມືວັດແທກຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າຍັງເປັນແບບເຂັມຊີ້ບອກຕົວເລກ ແລະ ເວລາທີ່ໃຊ້ໃນການອ່ານຄ່າຈາກເຄື່ອງວັດແທກຍັງບໍ່ເໝາະສົມເຮັດໃຫ້ໄດ້ຄ່າທີ່ອ່ານໄດ້ເປັນຄ່າບໍ່ແນ່ນອນ, ເຄື່ອງມືທີ່ໃຊ້ໃນການສຶກສາຄ່າ pH ກໍຍັງບໍ່ໄດ້ມາດຕະຖານ, ຄ່າທີ່ອ່ານໄດ້ເປັນຄ່າແບບປະມານ. ຖ້າຫາກຈະນຳເອົາບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກໄປປະຍຸກນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການດຳລົງຊີວິດຈິງ ຄວນສຶກສາເຖິງຜົນກະທົບທາງດ້ານໄຟຟ້າ, ຄວາມຄຸ້ມຄ່າຂອງຕົ້ນທຶນໃນການຜະລິດ ແລະ ຄວາມເຊື່ອມສະພາບຂອງໂລຫະທີ່ໃຊ້ເປັນຂົ້ວໄຟຟ້າອີກດ້ວຍ, ຄວນສຶກສາດ້ວຍການຕໍ່ບໍ່ໄຟຟ້າເປັນວົງຈອນປິດ ແລະ ສຶກສາວິທີການວັດແທກ ຫຼື ການອ່ານຄ່າໃຫ້ລະອຽດຂຶ້ນ, ສຶກສາການຕໍ່ວົງຈອນບໍ່ໄຟຟ້າເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຄ່າທາງໄຟຟ້າສູງຂຶ້ນ ແລະ ສຶກສາການເກັບຜະລິດໄຟຟ້າໄວ້ ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ປະລິມານຫຼາຍຂຶ້ນ ກ່ອນນຳເອົາໄປໃຊ້ງານຕົວຈິງ ເນື່ອງຈາກ

ວ່າຄວາມສາມາດໃນການຜະລິດຜະລິດໄຟຟ້າຈາກບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກແມ່ນຍັງໜ້ອຍຫຼາຍ.

ດັ່ງນັ້ນ, ຈຶ່ງສາມາດເວົ້າໄດ້ວ່າ ບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກສາມາດເປັນທາງເລືອກໜຶ່ງໃນການສ້າງຜະລິດໄຟຟ້າທົດແທນໃນອະນາຄົດ ເພາະເປັນບໍ່ໄຟຟ້າທີ່ມີໂຄງປະກອບສ້າງງ່າຍດາຍ, ໃຊ້ຕົ້ນທຶນໃນການຜະລິດຕ່ຳ, ອຸປະກອນທີ່ໃຊ້ໃນການສ້າງ ແລະ ວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ເຮັດເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແມ່ນຊອກຫາງ່າຍ.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ພວກຂ້າພະເຈົ້າ ໃນນາມທີມງານຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິຍານຕົນວ່າ ຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ພວກຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບທັງໝົດແຕ່ພຽງຝ່າຍດຽວ.

7. ເອກະສານອ້າງອີງ

Boulabiar, A., Bouraoui, K., Chastrette, M., & Abderrabba, M. (2004). A historical analysis of the Daniell cell and electrochemistry teaching in French and Tunisian textbooks. *Journal of Chemical Education*, 81(5), 754.

Bounseng BOUNTHONG, Somsack VANGCHANGYIA, Kinnaly THIPHAPHONE, Chanpheng VONGVILAY and Phonepadith KEOMANICHAN. (2023, Jan - Mar). Simulation instead of Experience by using GeoGebra for the Physics Teacher. *Souphanouvong University Journal of Multidisciplinary Research and Development*. ISSN 2521-0653, 9(1), 68 - 78.

Chang, Raymond. (2010). *Chemistry*. 10th ed. New York: McGraw-Hill.

Chatmontree, A., Chairam, S., Supasorn, S., Amatatongchai, M., Jarujamrus, P., Tamuang, S., & Somsook, E. (2015). Student fabrication and use of simple, low-cost, paper-based galvanic cells to investigate electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, 92(6), 1044-1048.

- Cracolice, M. S.; Peters, E. I. (2011). *Introductory Chemistry: An Active Learning Approach*, 4th ed. Singapore: Brooks/Cole Cengage Learning: Singapore.
- Dillard, C. R., & Kammeyer, P. H. (1963). An experiment with galvanic cells: For the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 40(7), 363.
- Eggen, P. O., & Skaugrud, B. (2015). An Easy-To-Assemble Three-Part Galvanic Cell. *Journal of Chemical Education*, 92(6), 1053-1055.
- Grønneberg, T., Kvittingen, L., & Eggen, P. O. (2006). Small-scale and low-cost galvanic cells. *Journal of chemical education*, 83(8), 1201.
- Khattiyavong, P., Jarujamrus, P., Supasorn, S., & Kulsing, C. (2014). The Development of Small Scale and Low-Cost Galvanic Cells as a Teaching Tool for Electrochemistry. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 5(2), 146-154.
- Malai Sawangpop, Purim Jarujamrus, Maliwan Amatatongchai, Suparb Tamuang and Sanoe Chairam. (2017). Fabrication of Simple Galvanic Cells Using Cotton Thread to Investigate Electrochemistry. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 8(2), 421-428.
- Martins, G. F. (1990). Why the Daniell cell works. *Journal of Chemical Education*, 67(6), 482.
- Ministry of Education and Sports. (2020). *Summary of the implementation of the 2020 annual development plan and the 2021 annual plan of the sub-sector*. Vientian: Ministry of Education and Sports.
- Raymond Chang, Jason Overby. (2011). *General chemistry : the essential concepts*, 6th ed. New York: McGraw-Hill.
- Samor, N., & Kaewpung, W. (2006). Production of electric cell from local plants. *Science and technology research conference: Science education for young people*. Bangkok (Thailand): 14-15 Mar 2006.
- Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, L. M., and Stanley, G. G. (2007). *Chemistry*. 8th ed. Belmont, USA: Thomson Brooks/Cole.

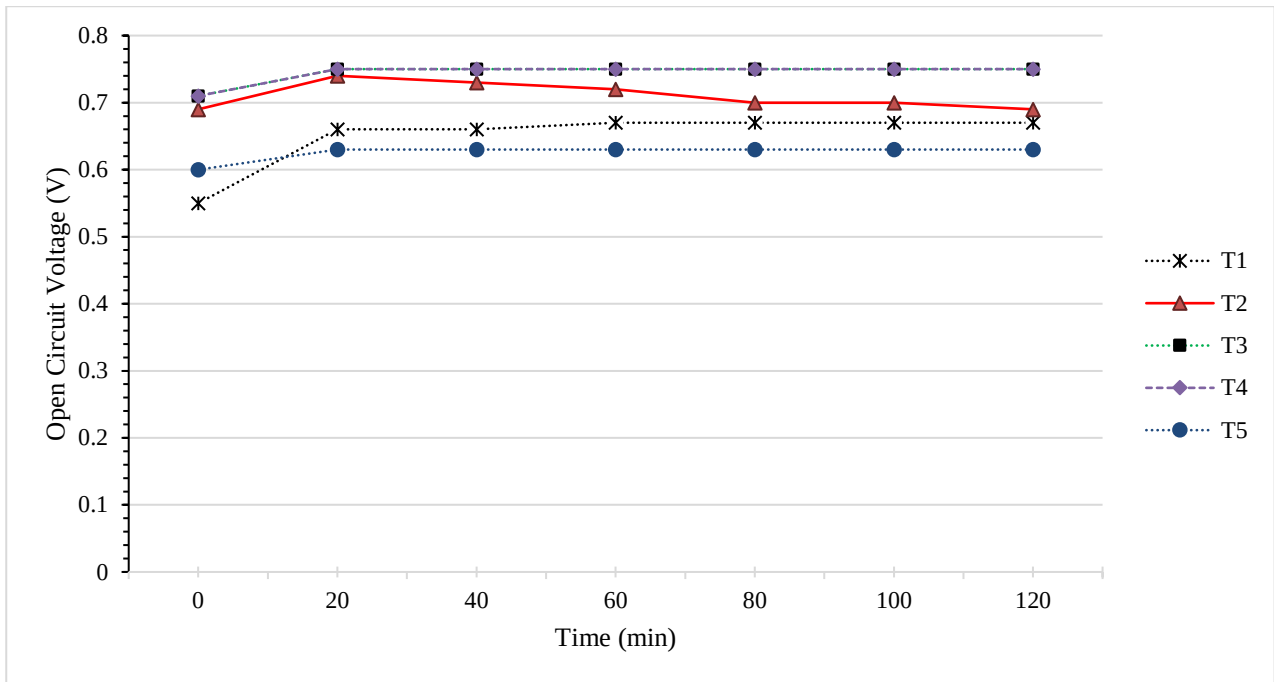


ກ

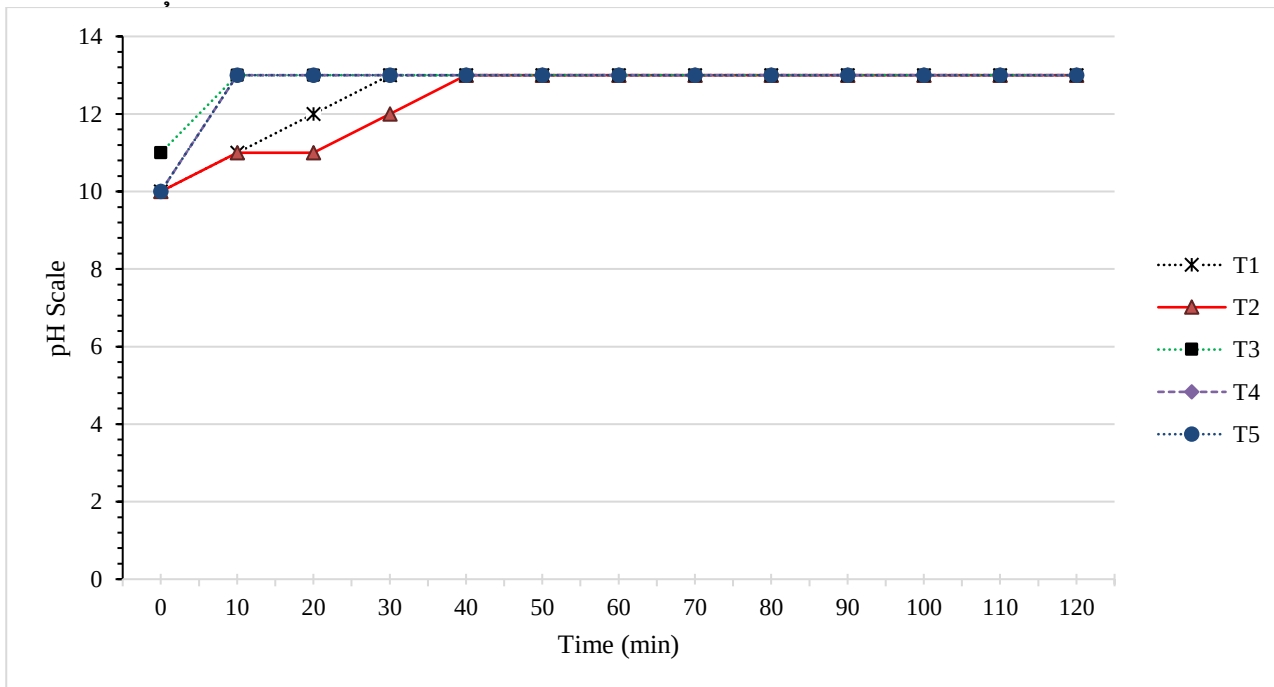


ຂ

ຮູບພາບທີ 1: ສະແດງໂຄງປະກອບສ້າງຂອງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກ ແລະ ວິທີການວັດແທກຄ່າ OCV



ຮູບພາບທີ 2: ສະແດງຜົນການວັດແທກຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າໃນວົງຈອນເປີດ (OCV) ບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກຈຳນວນ 5 ຊຸດທີ່ນຳໃຊ້ຊຶ້ເຖົ້າເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ



ຮູບພາບທີ 3: ສະແດງຜົນການວັດແທກຄ່າ pH ຂອງບໍ່ໄຟຟ້າກາລວານິກຈຳນວນ 5 ຊຸດທີ່ນຳໃຊ້ຊຶ້ເຖົ້າເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ