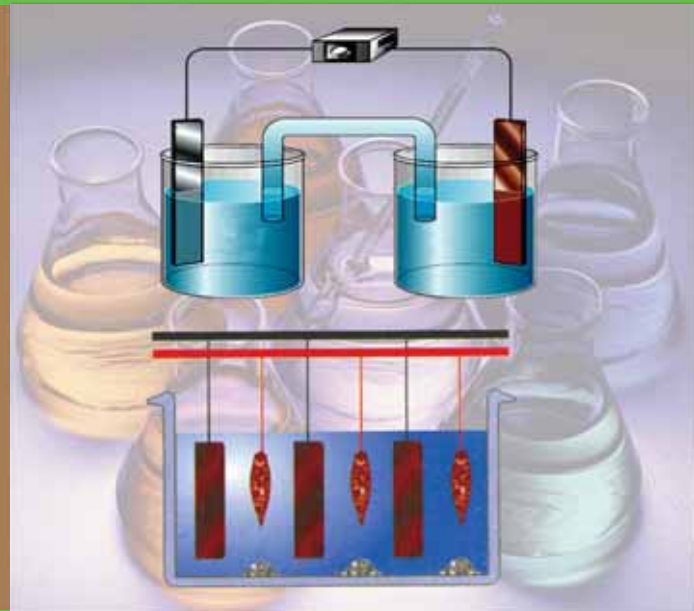


ສະໜັບສະໜູນການສ້າງຕົ້ນສະບັບໂດຍງົບປະມານແຫ່ງລັດ  
ສະໜັບສະໜູນການພິມໂດຍທະນາຄານພັດທະນາອາຊີ  
ພິມທີ່ Eastern Printing Public Co.Ltd. (ປະເທດໄທ)  
ຕາມທບ100ພຈ19032015  
ຂະໜາດ 18x25 ຊມ ຈຳນວນພິມ: 25.098 ຫົວ  
ສະຫງວນລິຂະສິດ



# ແບບຮຽນ ເຄມີສາດ

ຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາ ປີທີ 7



ກະຊວງສຶກສາທິການ ແລະ ກິລາ  
ສະຖາບັນຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດການສຶກສາ  
2016



# ແບບຮຽນ ເຄມີສາດ ຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາ ປີທີ 7

ຮຽບຮຽງໂດຍ: ຮສ. ທອງສີ ບຸນປະເສີດ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດ  
ຄຳພອນ ບັນຍາວົງ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດ  
ເພັດສະໝອນ ສີບຸນເຮືອງ, ສ.ວ.ສ  
ຄຳເຜີຍ ເພັງໄຂ, ສູນສຶກສານິເທດນະຄອນຫຼວງ  
ໄຊຍະກອນ ບັນຍາທອງ, ສ.ວ.ສ  
ທາ ສອນເພັດ, ສ.ວ.ສ  
ວິແອັດ ແກ່ນພະຈັນ, ສ.ວ.ສ

ກວດແກ້ໂດຍ: ທອງແກ້ວ ອາສາ, ສ.ວ.ສ  
ເພັດສະໝອນ ສີບຸນເຮືອງ, ສ.ວ.ສ

ພິມເຂົ້າໜ້າໂດຍ: ທາ ສອນເພັດ, ສ.ວ.ສ

ໂດຍການຮ່ວມມືຈາກ: ປານີ ສິງສັກສິດ, ແຂວງເຊກອງ  
ບຸນຈັນລີ ລິເຍ່ຍຍີ, ແຂວງໄຊສົມບູນ  
ອຸດົມພອນ ຈິດຖາວອນ, ແຂວງຫຼວງພະບາງ  
ແສງອາລຸນ ບຸນມາກ, ແຂວງຫຼວງນ້ຳທາ  
ເພັດສະໝອນ ແກ້ວອ່ອນຫຼ້າ, ແຂວງຈຳປາສັກ

ກະຊວງສຶກສາທິການ ແລະ ກິລາ  
ສະຖາບັນຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດການສຶກສາ

2016



## ຄຳນຳ

ປຶ້ມແບບຮຽນ ມ7 ເຫຼັ້ມນີ້ ໄດ້ຮັບການຮຽບຮຽງຂຶ້ນໂດຍໃຫ້ສອດຄ່ອງກັບຫຼັກສູດຊັ້ນມັດທະຍົມຕອນປາຍ ເພື່ອຕອບສະໜອງຕໍ່ຄວາມຮຽກຮ້ອງຕ້ອງການກັບສະພາບການປ່ຽນແປງຂອງເສດຖະກິດ-ສັງຄົມໃນປັດຈຸບັນ ທັງຫຍັບເຂົ້າໃກ້ກັບສາກົນ, ບັນລຸຕາມ 5 ຫຼັກມູນ ແລະ 3 ລັກສະນະຂອງການສຶກສາ ແລະ ແທດເໝາະກັບຍຸດທະສາດຂອງການພັດທະນາການສຶກສາທີ່ກະຊວງສຶກສາທິການ ແລະ ກິລາ ວາງອອກ.

ໂຄງສ້າງຂອງປຶ້ມນີ້ ແບ່ງອອກເປັນ 7 ພາກ ຄື: ເຄມີເດີນເຄື່ອນ, ທາດລະລາຍ ແລະ ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ, ການດຸນດຸ່ງທາງເຄມີ, ທິດສະດີການແຕກຕົວຂອງທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ, ໄຟຟ້າເຄມີ, ເຄມີອາຫານ ແລະ ຜະລິດຕະພັນ ແລະ ອຸດສາ ຫະກຳເຄມີ.

ແຕ່ລະພາກໄດ້ແບ່ງອອກເປັນບົດ ເຊິ່ງລວມທັງໝົດມີ 34 ບົດ, ແຕ່ລະບົດ ມີຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ, ບາງບົດ ມີກິດຈະກຳ ຫຼື ການທົດລອງໃຫ້ນັກຮຽນໄດ້ປະຕິບັດ ເຊິ່ງເປັນເປົ້າໝາຍສຳລັບຜູ້ຮຽນທຸກຄົນໄດ້ພັດທະນາຄວາມຮູ້ ຂະບວນການຄິດ, ຂະບວນການສືບສວນຫາຄວາມຮູ້, ການແກ້ໄຂບັນຫາ, ຄວາມສາມາດໃນການສື່ສານ, ການຕັດສິນໃຈ, ການນຳຄວາມຮູ້ໄປໃຊ້ປະໂຫຍດໃນຊີວິດປະຈຳວັນ ຕະຫຼອດເຖິງການມີຈິດວິທະຍາສາດ ຄຸນນະທຳ, ຄຳນິຍົມທີ່ຖືກຕ້ອງ ແລະ ເໝາະສົມ ໂດຍມຸ່ງເນັ້ນການເປັນລາວ ຄວບຄູ່ກັບການເປັນສາກົນ.

ໃນການຮຽບຮຽງປຶ້ມຄັ້ງນີ້ໄດ້ຮັບການຮ່ວມມືເປັນຢ່າງດີຈາກຄູອາຈານ ຜູ້ຊົງຄຸນວຸດທິນັກວິຊາການຈາກຂະແໜງສຶກສາ ແລະ ຄູສອນຈາກສະຖາບັນຕ່າງໆ. ດັ່ງນັ້ນ, ສະຖາບັນຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດການສຶກສາ ຈຶ່ງຂໍຂອບໃຈໄວ້ນະທີ່ນີ້ດ້ວຍ. ໃນການຈັດທຳປຶ້ມແບບຮຽນເຄມີສາດ ມ7 ເຫຼັ້ມນີ້ ຄົງບໍ່ປາສະຈາກຂໍ້ຂາດຕົກບົກຟ່ອງໄດ້ ແຕ່ຫວັງຢ່າງຍິ່ງວ່າມັນຄົງຈະເປັນປະໂຫຍດແກ່ນັກຮຽນ, ຜູ້ສອນ ແລະ ຜູ້ກ່ຽວຂ້ອງທຸກຝ່າຍເພື່ອຊ່ວຍເຮັດໃຫ້ການຈັດການຮຽນ-ການສອນເຄມີສາດມີປະສິດທິຜົນສູງຂຶ້ນ.

ສະນັ້ນ, ເມື່ອທ່ານຜູ້ຊົມໃຊ້ຫາກພົບເຫັນສິ່ງທີ່ຄວນດັດແປງ ຫຼື ມີຂໍ້ສະເໜີໃນແງ່ສ້າງສັນ ຂໍຈົ່ງກະລຸນາສົ່ງຄຳຄິດເຫັນໄປຍັງຄະນະຮຽບຮຽງທີ່ສະຖາບັນຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດການສຶກສາ ເພື່ອຈະໄດ້ນຳໄປເປັນຂໍ້ມູນໃນການປັບປຸງຄັ້ງຕໍ່ໄປໃຫ້ດີຂຶ້ນ ທຸກຄຳຄິດເຫັນຈະຖືວ່າເປັນສິ່ງສຳຄັນຍິ່ງ ແລະ ຂໍຂອບໃຈຢ່າງຈິງໃຈຕໍ່ຄວາມຫວັງດີຂອງບັນດາທ່ານດ້ວຍ.

ສະຖາບັນຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດການສຶກສາ



## ສາລະບານ

	ໜ້າ
<b>ພາກທີ I ເຄມີເດີນເຄື່ອນ .....</b>	<b>1</b>
ບົດທີ 1 ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ .....	1
ບົດທີ 2 ກົດເກນອັດຕາ ແລະ ອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາ .....	7
ບົດທີ 3 ຈົດສຳນຶກກ່ຽວກັບການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ .....	16
ບົດທີ 4 ກົນໄກຂອງປະຕິກິລິຍາເຄມີ ແລະ ປັດໄຈຕ່າງໆທີ່ມີຜົນຕໍ່ອັດຕາການເກີດ ປະຕິກິລິຍາເຄມີ .....	20
<b>ພາກທີ II ທາດລະລາຍ ແລະ ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ .....</b>	<b>24</b>
ບົດທີ 5 ທາດລະລາຍ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ .....	24
ບົດທີ 6 ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ .....	32
ບົດທີ 7 ບາງລັກສະນະຂອງທາດລະລາຍ .....	42
<b>ພາກທີ III ການດຸ່ນດູ່ງທາງເຄມີ .....</b>	<b>46</b>
ບົດທີ 8 ການດຸ່ນດູ່ງເຄມີ ແລະ ຄຳຄົງທີ່ດຸ່ນດູ່ງ .....	46
ບົດທີ 9 ການຂຽນຄຳຄົງທີ່ດຸ່ນດູ່ງ .....	51
ບົດທີ 10 ການນຳໃຊ້ຄຳຄົງທີ່ດຸ່ນດູ່ງ .....	68
ບົດທີ 11 ປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ການດຸ່ນດູ່ງເຄມີ .....	74
<b>ພາກທີ IV ທິດສະດີການແຕກຕົວຂອງທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ .....</b>	<b>81</b>
ບົດທີ 12 ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ແລະ ບໍ່ວິເຄາະໄຟຟ້າ .....	81
ບົດທີ 13 ທາດລະລາຍອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ .....	84
ບົດທີ 14 ທິດສະດີອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ .....	86
ບົດທີ 15 ການແຕກຕົວຂອງອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ .....	93
ບົດທີ 16 ການແຕກຕົວເປັນອີອົງຂອງນ້ຳ .....	105
ບົດທີ 17 pH ຂອງທາດລະລາຍ .....	110
ບົດທີ 18 ປະຕິກິລິຍາຂອງອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ .....	117
ບົດທີ 19 ທາດລະລາຍບັບເຟີ .....	128
<b>ພາກທີ V ໄຟຟ້າເຄມີ .....</b>	<b>133</b>
ບົດທີ 20 ປະຕິກິລິຍາອີກຊິດາຊົງ-ເຣດຸກຊົງ ຫຼື ປະຕິກິລິຍາເຣດຸກ .....	133

ບົດທີ 21	ປົນກັລວານິກ .....	136
ບົດທີ 22	ປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ .....	149
ບົດທີ 23	ການເກີດໝັ້ງຂອງໂລຫະ ແລະ ການປ້ອງກັນ .....	159
ບົດທີ 24	ຄວາມກ້າວໜ້າທາງເຕັກໂນໂລຊີຂອງປົນໄຟຟ້າເຄມີ .....	164
<b>ພາກທີ VI</b>	<b>ເຄມີອາຫານ ແລະ ຜະລິດຕະພັນ .....</b>	<b>169</b>
ບົດທີ 25	ເຄມີອາຫານ ແລະ ວັດຖຸເຈື່ອປົນໃນອາຫານ .....	169
ບົດທີ 26	ທາດປົນເບື້ອນໃນອາຫານ .....	177
ບົດທີ 27	ອັນຕະລາຍຈາກການນຳໃຊ້ຜະລິດຕະພັນທີ່ມີທາດພິດ ແລະ ການປ້ອງກັນທາດພິດ .....	184
<b>ພາກທີ VII</b>	<b>ອຸດສາຫະກຳເຄມີ .....</b>	<b>192</b>
ບົດທີ 28	ອຸດສາຫະກຳແຮ່ທາດ .....	192
ບົດທີ 29	ອຸດສາຫະກຳຊີມັງ .....	196
ບົດທີ 30	ອຸດສາຫະກຳເຊຣາມິກ .....	200
ບົດທີ 31	ອຸດສາຫະກຳແກ້ວ .....	204
ບົດທີ 32	ອຸດສາຫະກຳຍ້ອມຜ້າ .....	206
ບົດທີ 33	ນ້ຳຫອມ .....	210
ບົດທີ 34	ອຸດສາຫະກຳຝຸ່ນວິທະຍາສາດ .....	214
	ເອກະສານອ້າງອີງ .....	218

# ພາກທີ I ເຄມີເດີນເຄື່ອນ

## ບົດທີ 1 ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ

### 1. ຄວາມໝາຍຂອງອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ

ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ ໝາຍເຖິງປະລິມານຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນທີ່ຫຼຸດລົງ ຫຼື ປະລິມານຂອງທາດຜະລິດຕະພັນທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນຈາກປະຕິກິລິຍາຕໍ່ຫົວໜ່ວຍເວລາຊຶ່ງສາມາດຂຽນເປັນສູດການພົວພັນໄດ້ດັ່ງນີ້:

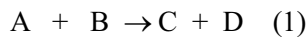
$$\begin{aligned} \text{ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ (r)} &= \frac{\text{ປະລິມານຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນທີ່ຫຼຸດລົງ}}{\text{ເວລາທີ່ໃຊ້ໄປ}} \\ \text{ຫຼື} \\ \text{ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ (r)} &= \frac{\text{ປະລິມານຂອງທາດຜະລິດຕະພັນທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນ}}{\text{ເວລາທີ່ໃຊ້ໄປ}} \end{aligned}$$

ໃນກໍລະນີທີ່ປະຕິກິລິຍາເຄມີທີ່ທາດຕັ້ງຕົ້ນ ຫຼື ທາດຜະລິດຕະພັນທາກມີຫຼາຍກວ່າໜຶ່ງ ຊະນິດເຮົາຈະວັດແທກອັດຕາການຫຼຸດລົງຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ຫຼື ຈະວັດແທກການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງທາດຜະລິດຕະພັນຊະນິດໃດກໍໄດ້ຂຶ້ນກັບຄວາມສະດວກໃນການວັດແທກ. ຫົວໜ່ວຍວັດແທກອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ ຈະໃຊ້ແບບໃດນັ້ນ ຂຶ້ນຢູ່ກັບລັກສະນະຂອງທາດທີ່ຈະວັດແທກ ເຊັ່ນ: ຖ້າທາດທີ່ຈະວັດແທກເປັນທາດແຂງ ເຮົາໃຊ້ຫົວໜ່ວຍເປັນກຣາມ (g) ຖ້າເປັນກາສ ເຮົາໃຊ້ຫົວໜ່ວຍເປັນຊັງຕີແມັດກ້ອນ ( $\text{cm}^3$ ) ຖ້າເປັນທາດລະລາຍເຮົາໃຊ້ຫົວໜ່ວຍເປັນໂມລຕໍ່ລິດ ( $\text{mol/l}$ ). ສ່ວນຫົວໜ່ວຍຂອງເວລາ, ຖ້າປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນໄວວັດແທກໂດຍໃຊ້ຫົວໜ່ວຍເປັນວິນາທີ ຫຼື ເປັນນາທີ ຖ້າປະຕິກິລິຍາເກີດຊ້າອາດວັດແທກໂດຍ ໃຊ້ຫົວໜ່ວຍເປັນຊົ່ວໂມງ ຫຼື ເປັນວັນ. ດັ່ງນັ້ນ, ຫົວໜ່ວຍທີ່ໃຊ້ວັດແທກອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີຈຶ່ງມີຫົວໜ່ວຍເປັນກຣາມຕໍ່ວິນາທີ, ຊັງຕີແມັດກ້ອນຕໍ່ວິນາທີ, ໂມລຕໍ່ວິນາທີ ແຕ່ຫົວໜ່ວຍທີ່ນິຍົມໃຊ້ແມ່ນໂມລຕໍ່ລິດຕໍ່ວິນາທີ ( $\text{mol/L.s}$ ).



## 2 ການວັດແທກອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ

ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີວັດແທກໃນຮູບຂອງການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນທີ່ຫຼຸດລົງ ຫຼື ການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຜະລິດຕະພັນທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນຕໍ່ກັບຫົວໜ່ວຍເວລາ ເຊັ່ນ: ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງທາດ A ກັບທາດ B ແລ້ວເກີດເປັນທາດ C ແລະ ທາດ D



ຖ້າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດ A ທີ່ເວລາ  $t_1$  ເທົ່າກັບ  $[A]_{t_1}$  ແລະ ເມື່ອເວລາຜ່ານໄປເປັນ  $t_2$  ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດ A ຫຼຸດລົງເປັນ  $[A]_{t_2}$  ດັ່ງນັ້ນ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດ A ທີ່ປ່ຽນແປງໄປແມ່ນ  $\Delta[A]$  ຊອກຫາໄດ້ຈາກ:  $\Delta[A] = [A]_{t_2} - [A]_{t_1}$ .

$$\begin{aligned} \text{ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ (r)} &= \frac{\text{ການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດ A}}{\text{ໄລຍະເວລາທີ່ໃຊ້ໃນການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດ A}} \\ &= \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \end{aligned}$$

ເນື່ອງຈາກວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນຫຼຸດລົງ ດັ່ງນັ້ນ,  $\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$  ຈຶ່ງມີຄ່າເປັນລົບ ຫຼື  $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$  ເມື່ອພິຈາລະນາສົມຜົນ(1) ຖືໄດ້ວ່າອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເປັນອັດຕາການຫຼຸດລົງຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ (ໃນນີ້ທາດຕັ້ງຕົ້ນຄືທາດ A ແລະ ທາດ B ) ຫຼື ເປັນອັດຕາການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຜະລິດຕະພັນ (ໃນນີ້ທາດຜະລິດຕະພັນຄືທາດ C ແລະ ທາດ D). ຈາກສົມຜົນ (1):

$$\begin{aligned} \text{ອັດຕາການຫຼຸດລົງຂອງທາດ A} &= -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \\ \text{ອັດຕາການຫຼຸດລົງຂອງທາດ B} &= -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \end{aligned}$$

(ກຳນົດໃຫ້ອັດຕາການຫຼຸດລົງມີເຄື່ອງໝາຍເປັນລົບ ແລະ ເຄື່ອງໝາຍ [ ] ແທນໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດ).

$$\text{ອັດຕາການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງທາດ C} = + \frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

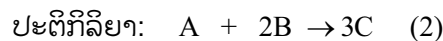
$$\text{ອັດຕາການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງທາດ D} = + \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

(ກຳນົດໃຫ້ອັດຕາການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງປະລິມານຂອງທາດມີເຄື່ອງໝາຍເປັນບວກ)

ຈາກສົມຜົນ (1) ເຫັນວ່າອັດຕາການຫຼຸດລົງ ຫຼື (ເສຍໄປ) ຂອງທາດ A ແລະທາດ B ເທົ່າກັບອັດຕາການເກີດເປັນທາດ C ແລະ ທາດ D ດັ່ງນັ້ນ:

$$\text{ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ (r)} = - \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = - \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = + \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = + \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

ສຳລັບປະຕິກິລິຍາທີ່ທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນມີຈຳນວນໂມລບໍ່ເທົ່າກັນ ການຂຽນອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາຕ້ອງຄຳນຶງເຖິງຈຳນວນໂມລຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນແລະຂອງທາດຜະລິດຕະພັນອີກ ດັ່ງສົມຜົນ:



ໃນສົມຜົນ (2) ອັດຕາການຫຼຸດລົງຂອງທາດ A ເທົ່າກັບ  $\frac{1}{2}$  ເທື່ອຂອງອັດຕາການຫຼຸດລົງຂອງທາດ B ແລະ ເທົ່າກັບ  $\frac{1}{3}$  ເທື່ອຂອງອັດຕາການເກີດຂອງທາດ C.



$$\text{ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ (r)} = - \frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = - \frac{1}{b} \frac{d[B]}{dt} = + \frac{1}{c} \frac{d[C]}{dt} = + \frac{1}{d} \frac{d[D]}{dt}$$

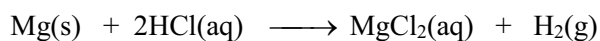
## 2.1 ການຊອກຫາອັດຕາຄວາມໄວສະເລ່ຍ ແລະ ອັດຕາຄວາມໄວຢູ່ເວລາໃດໜຶ່ງ

ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາສາມາດວັດແທກໄດ້ຫຼາຍແບບ ເຊັ່ນ: ວັດແທກແບບຄວາມໄວສະເລ່ຍ ຫຼື ວັດແທກແບບຄວາມໄວຢູ່ເວລາໃດໜຶ່ງ.

**ກິດຈະກຳ:** ເຮັດການທົດລອງກຽມກັບປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງໂລຫະມາເຢຊີອອມ(Mg) ກັບອາຊິດໂຮລໂກຣິກ (HCl).

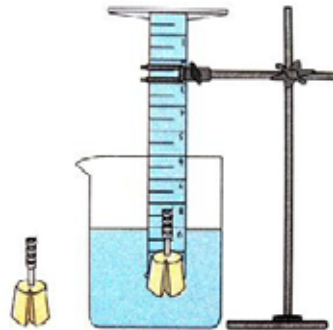
1. ຖອກທາດລະລາຍອາຊິດ HCl ເຂັ້ມຂຸ້ນ 0,2 mol/L ໃສ່ບັງຮ່າຍທີ່ມີຂີດໝາຍຂະໜາດ 10 mL ຈົນເຖິງຂີດ 10 mL.
2. ເລືອກເອົາດອນອັດທີ່ມີຂະໜາດພໍດີກັບປາກບັງຮ່າຍມາປາດທາງຂ້າງຕາມລວງຍາວໃຫ້ເປັນຮ່ອງນ້ອຍໆ ເພື່ອໃຫ້ທາດລະລາຍອາຊິດໄຫຼອອກໄດ້ເມື່ອກາສຮີໂດຣແຊນເກີດຂຶ້ນຫຼັງຈາກເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ.
3. ນຳເອົາເສັ້ນລວດມາເຢຊີອອມທີ່ຂັດຕູສະອາດຍາວປະມານ 10 cm ມາຂົດຄ້າຍຄືສະປິງ (ລໍຊໍ) ແລ້ວສູບເຂົ້າໃສ່ດອນອັດ ຫຼັງຈາກນັ້ນນຳເອົາດອນອັດມາອັດປາກບັງຮ່າຍ.
4. ຂວ້າປາກບັງຮ່າຍລົງໃນຈອກເບແຊຂະໜາດ 100 mL ທີ່ບັນຈຸນ້ຳປະມານເຄິ່ງຈອກ. ເລີ່ມຈັບເວລາເມື່ອລະດັບທາດລະລາຍອາຊິດຢູ່ຂີດໝາຍທຳອິດສ່ວນເທິງຂອງບັງຮ່າຍ (ບັງຮ່າຍຂວ້າປາກ) ຈັບເວລາ ແລະ ບັນທຶກເວລາທຸກໆໄລຍະທີ່ທາດລະລາຍອາຊິດຫຼຸດລົງ 1 mL ຈົນເຖິງຂີດກ່ອນທີ່ຈະເຫັນສູນລວດ Mg ພື້ນຂຶ້ນຈາກລະດັບທາດລະລາຍອາຊິດໃນບັງຮ່າຍ ແລ້ວບັນທຶກຜົນການທົດລອງ.

ໃນການສຶກສາອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາມີສົມຜົນດັ່ງນີ້:



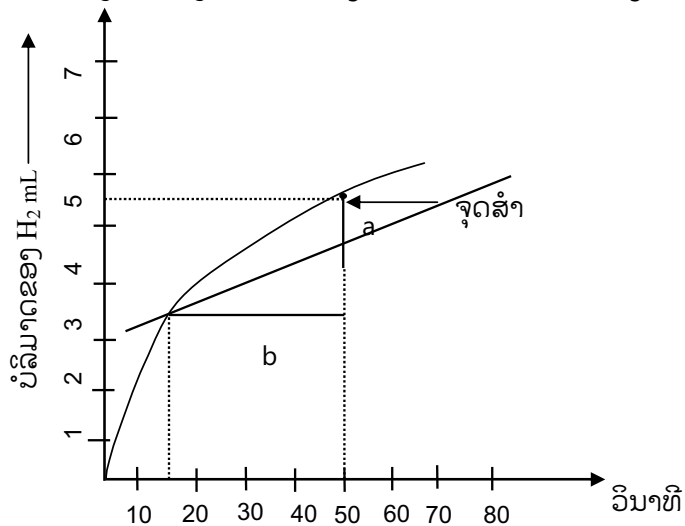
ສົມມຸດຂໍ້ມູນທີ່ບັນທຶກໄດ້ຈາກການທົດລອງ ເປັນດັ່ງນີ້:

ບໍລິມາດຂອງ $H_2$ (mL)	ເວລາ (s)
1	4
2	10
3	18
4	28
5	40
6	58
7	80
8	124



ຮູບທີ 1.1

ຖ້າເຮົາແຕ້ມເສັ້ນສະແດງລະຫວ່າງ ບໍລິມາດຂອງ  $H_2$  ກັບເວລາ ຈະເປັນດັ່ງນີ້:



ຮູບ 1.2 ເສັ້ນສະແດງລະຫວ່າງບໍລິມາດຂອງ  $H_2$  ກັບ

ການຊອກຫາອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາສະເລ່ຍ

$$\text{ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາສະເລ່ຍ} = \frac{8}{124} = 0,065 \text{ ml/s}$$

ຊອກຫາອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາຢູ່ເວລາໃດໜຶ່ງ

- ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາຊ່ວງເວລາ 4 – 10s ຊອກໄດ້ຈາກ

$$r = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{1}{6} \text{ mL/s}$$

- ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາໃນຊ່ວງເວລາ 28-40s ຊອກໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$r = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{5-4}{40-28} = \frac{1}{12} \text{ mL/s}$$

ຈາກຮູບ 1.1 ຂ້າງເທິງອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີຢູ່ວິນາທີ ທີ 50 ຊອກຫາໄດ້ດັ່ງນີ້: **ວິທີປະຕິບັດ:** ທຳອິດໃຫ້ແຕ້ມເສັ້ນສະແດງລະຫວ່າງບໍລິມາດຂອງ  $H_2$  ກັບເວລາ ໂດຍກຳນົດໃຫ້ບໍລິມາດຂອງ  $H_2$  ຢູ່ຕາມແກນຕັ້ງ ແລະ ເວລາຢູ່ຕາມແກນນອນ. ຫຼັງຈາກນັ້ນໃຫ້ຂີດເສັ້ນສຳຜັດກັບເສັ້ນໂຄ້ງຢູ່ທີ່ຈຸດ  $t = 50$  ວິນາທີ ແລະ ຂີດເສັ້ນຕັ້ງຈາກຈຸດສຳຜັດລົງມາຫາເສັ້ນນອນຢູ່ຈຸດ 50 ແລະ ຂີດເສັ້ນຈາກເສັ້ນສຳຜັດໃຫ້ຕັ້ງສາກກັບເສັ້ນຕັ້ງຂອງຈຸດ 50 ວິນາທີ, ຄວາມຊັນ (slope) ຂອງເສັ້ນສຳຜັດແມ່ນ **ອັດຕາຄວາມໄວຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາ** ຢູ່ເວລາ 50 ວິນາທີ (ເບິ່ງຮູບ 1.2)

$$\text{ຄວາມຊັນ (slope)} = \frac{a}{b}$$

ໂດຍ a ແມ່ນບໍລິມາດຂອງ  $H_2$  ແລະ b ແມ່ນ ເວລາ.

$$\begin{aligned} \text{ດັ່ງນັ້ນ, ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີຢູ່ ວິນາທີທີ່ 50} &= \frac{a}{b} \\ &= \frac{5,8-3,4}{50-15} = \frac{2,4}{35} \\ &= 0,069 \text{ mL/s} \end{aligned}$$

**ໝາຍເຫດ:** ຖ້າຕ້ອງການຊອກຫາອັດຕາເກີດປະຕິກິລິຍາຢູ່ຈຸດໃດໜຶ່ງ ກໍປະຕິບັດແບບດຽວກັນນີ້.

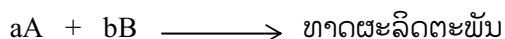
## ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີຄວາມໝາຍວ່າແນວໃດ ແລະ ມີຫົວໜ່ວຍ ແນວໃດ?

## ບົດທີ 2 ກົດເກນອັດຕາ ແລະ ອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາ

### 1. ກົດເກນອັດຕາ

ກົດເກນອັດຕາແມ່ນສົມຜົນທາງຄະນິດສາດ ເຊິ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າອັດຕາຄວາມໄວຂອງປະຕິກິລິຍາຂຶ້ນກັບຄ່າຄົງທີ່ອັດຕາ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ຫຼື ຂອງທາດຜະລິດຕະພັນ. ໃນນີ້ເຮົາຈະພິຈາລະນາສະເພາະກົດເກນອັດຕາທີ່ຂຶ້ນກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນເທົ່ານັ້ນ ພິຈາລະນາທາດ A ແລະ B ເມື່ອປະຕິກິລິຍາກັນແລ້ວເກີດທາດຜະລິດຕະພັນ.



ກົດເກນອັດຕາຄື:  $\text{ອັດຕາຄວາມໄວຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາ (r) = k [A]^x [B]^y$  (1)

ຈາກສູດມີຄວາມໝາຍວ່າ ອັດຕາຄວາມໄວຂອງປະຕິກິລິຍາຂຶ້ນກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດ A ກຳລັງ x ຄູນໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດ B ກຳລັງ y (x ແລະ y ເປັນເລກຈຳນວນຖ້ວນ) ສ່ວນ k ເປັນຄ່າຄົງທີ່ ເອີ້ນວ່າ: ຄ່າຄົງທີ່ອັດຕາ. ເລກກຳລັງ x, y ເອີ້ນວ່າ ອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາ.

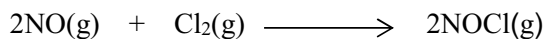
x ເປັນອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາເມື່ອປຸງປຸງກັບທາດ A

y ເປັນອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາເມື່ອປຸງປຸງກັບທາດ B

ຜົນບວກຂອງເລກກຳລັງທັງໝົດໃນກົດເກນອັດຕາ (x + y) ເອີ້ນວ່າ: ອັນດັບລວມຂອງປະຕິກິລິຍາ.

### ກ. ວິທີການທົດລອງເພື່ອຊອກຫາອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາ

**ຕົວຢ່າງ 1:** ການທົດລອງທີ່ຈະນຳໄປສູ່ການຊອກຫາຄ່າ x, y ຕ້ອງເປັນການທົດລອງທີ່ເປັນໄປຢ່າງມີລະບົບຄື: ຕ້ອງມີການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນຕົວໜຶ່ງໃນຂະນະທີ່ໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນຕົວອື່ນໆຄົງທີ່ແລ້ວວັດແທກອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາໃນແຕ່ລະການທົດລອງເຊັ່ນ: ການທົດລອງເພື່ອຊອກຫາອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາດັ່ງນີ້:



ເຮັດການທົດລອງ 3 ຄັ້ງ ການທົດລອງແຕ່ລະຄັ້ງໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ NO ຫຼື Cl<sub>2</sub> ມີຄ່າແຕກຕ່າງກັນ ແລ້ວວັດແທກອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາຂອງແຕ່ລະຕົວຢ່າງ ການທົດລອງ.

ຕາຕະລາງ 2.1 ສະແດງຂໍ້ມູນການທົດລອງຊອກຫາອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ

ການທົດລອງ	ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເລີ່ມຕົ້ນ(mol/dm <sup>3</sup> )		ອັດຕາເລີ່ມຕົ້ນ (mol/ dm <sup>3</sup> .s)
	[NO]	[Cl <sub>2</sub> ]	
ຄັ້ງທີ 1	0,01	0,02	2,3 x 10 <sup>-4</sup>
ຄັ້ງທີ 2	0,02	0,02	9,2 x 10 <sup>-4</sup>
ຄັ້ງທີ 3	0,01	0,01	1,15 x 10 <sup>-4</sup>

ຈາກກົດເກນອັດຕາທົ່ວໄປສໍາລັບປະຕິກິລິຍານີ້:

ກົດເກນອັດຕາຄື:  $\text{ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ } (r) = k [\text{NO}]^x [\text{Cl}_2]^y$  (2)

ຈາກຂໍ້ມູນໃນຕາຕະລາງ 2.1 ຈົ່ງຊອກຫາ:

ກ. ຈົ່ງຂຽນກົດເກນອັດຕາ

ຂ. ຈົ່ງຊອກຫາອັນດັບລວມຂອງປະຕິກິລິຍາ

ຄ. ຈົ່ງຊອກຫາຄ່າ k (ຄ່າຄົງທີ່ອັດຕາ)

ງ. ຈົ່ງຊອກຫາອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ (r) ເມື່ອ [NO] = 0,03 mol/dm<sup>3</sup> ແລະ [Cl<sub>2</sub>] = 0,04 mol/dm<sup>3</sup>.

**ວິທີແກ້:** ກ. ການຊອກຫາອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາ ຫຼື ການຊອກຫາຄ່າ x, y ຊອກຫາໄດ້ດ້ວຍ 2 ວິທີ ຄື:

**ວິທີທີ1:** ການຊອກຫາຄ່າ x ຫຼື ຊອກຫາຄ່າອັດຕາຄວາມໄວຂອງປະຕິກິລິຍາຂຶ້ນກັບ [NO] ມີຫຼັກການຄື: ໃຫ້ເລືອກການທົດລອງມາ 2 ການທົດລອງ ເຊິ່ງການທົດລອງທີ່ເລືອກມານັ້ນ

ຕ້ອງມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{Cl}_2$  ຄົງທີ່ ແຕ່ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{NO}$  ປ່ຽນແປງ.

ໃນນີ້ຈະເລືອກເອົາການທົດລອງຄັ້ງທີ 1 ແລະ ຄັ້ງທີ 2. ຈະເຫັນວ່າອັດຕາຄວາມໄວຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາເປັນອັດຕາສ່ວນກົງກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງຂອງ  $\text{NO}$  ກຳລັງ 2 ຄື: ເມື່ອຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{NO}$  ເພີ່ມຂຶ້ນເປັນສອງເທົ່າ (ຈາກ 0,01 M ເປັນ 0,02 M).

ອັດຕາຄວາມໄວຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາເປັນ 4 ເທົ່າ ຫຼື  $2^2$  (ຈາກ  $2.3 \times 10^{-4} \text{Ms}^{-1}$  ເປັນ  $9,2 \times 10^{-4} \text{Ms}^{-1}$ ) ນັ້ນຄື: ອັດຕາຄວາມໄວຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາປ່ຽນແປງໄປຕາມຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{NO}$  ກຳລັງ 2 ສາມາດຂຽນໄດ້ດັ່ງນີ້:

ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ  $r$  ຂຶ້ນກັບ  $[\text{NO}]^2$  (  $r \propto [\text{NO}]^2$  ) ນັ້ນຄື:  $x = 2$

ດັ່ງນັ້ນ, ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເມື່ອປຸງບທຽບກັບທາດ  $\text{NO}$  ເປັນປະຕິກິລິຍາອັນດັບສອງ.

ການຊອກຫາຄ່າ  $y$  ຫຼື ການຊອກຫາອັດຕາຄວາມໄວຂອງປະຕິກິລິຍາທີ່ຂຶ້ນກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{Cl}_2$ . ມີຫຼັກການແບບດຽວກັນກັບການຊອກຫາຄ່າ  $x$  ນັ້ນຄື: ໃຫ້ເລືອກເອົາ 2 ການທົດລອງມາ ເຊິ່ງການທົດລອງທັງສອງນັ້ນຕ້ອງໃຫ້ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{NO}$  ຄົງທີ່ແຕ່ໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{Cl}_2$  ປ່ຽນແປງ. ໃນນີ້ເລືອກການທົດລອງທີ 1 ແລະ ການທົດລອງທີ 3 ເຫັນວ່າອັດຕາຄວາມໄວຂອງປະຕິກິລິຍາປ່ຽນແປງໂດຍກົງກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{Cl}_2$  ຄື: ເມື່ອຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{Cl}_2$  ເພີ່ມຂຶ້ນເປັນ 2 ເທົ່າ (ຈາກ 0,01 M ເປັນ 0,02 M) ຂອງອັດຕາຄວາມໄວຂອງປະຕິກິລິຍາຈະເພີ່ມຂຶ້ນເປັນ 2 ເທົ່າ (ຈາກ  $1,15 \times 10^{-4} \text{M.s}^{-1}$  ເປັນ  $2,3 \times 10^{-4} \text{M.s}^{-1}$ ) ສາມາດຂຽນໄດ້ດັ່ງນີ້:

ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ,  $r \propto [\text{Cl}_2]$  ( ນັ້ນຄື  $y = 1$  )

ດັ່ງນັ້ນ, ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເມື່ອປຸງບທຽບກັບທາດ  $\text{Cl}_2$  ເປັນປະຕິກິລິຍາອັນດັບໜຶ່ງ.

ກົດເກນອັດຕາຄື:  $\text{ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ } (r) = k [\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]$  (3)



**ວິທີທີ 2:** ການຊອກຫາຄ່າຂອງ  $x$  ໂດຍວິທີນີ້ມີຫຼັກການແບບດຽວກັບການຊອກຫາຄ່າຂອງ  $x$  ໃນວິທີທີ 1 ຄື: ເລືອກເອົາການທົດລອງທີ 1 ແລະ ການທົດລອງທີ 2 ເພາະວ່າການທົດລອງທັງສອງນີ້ມີ  $[Cl_2]$  ຄົງທີ່ ແຕ່  $[NO]$  ປ່ຽນແປງ. ຫຼັງຈາກນັ້ນ ແທນຄ່າອັດຕາຄວາມໄວຂອງປະຕິກິລິຍາຄືແທນຄ່າ  $[NO]$  ແລະ  $[Cl_2]$  ຂອງການທົດລອງທີ 1 ແລະ ການທົດລອງທີ 2 ເຂົ້າໃສ່ໃນສົມຜົນກົດເກນອັດຕາ (3) ດັ່ງນີ້:

ແທນຄ່າຂໍ້ມູນການທົດລອງທີ 1 ໃສ່ໃນສົມຜົນ (3) ຈະໄດ້:

$$2,3 \times 10^{-4} = k (0,01)^x (0,02)^y \quad (1)$$

ແທນຄ່າຂໍ້ມູນການທົດລອງທີ 2 ໃສ່ໃນສົມຜົນ (3) ຈະໄດ້:

$$9,2 \times 10^{-4} = k (0,02)^x (0,02)^y \quad (2)$$

ກຳຈັດຄ່າ  $y$  ໂດຍເອົາສົມຜົນ (2) ຫານໃຫ້ສົມຜົນ (1) ດັ່ງນີ້:

$$\frac{(1)}{(2)} = \frac{9,2 \times 10^{-4}}{2,3 \times 10^{-4}} = \frac{k(0,02)^x (0,02)^y}{k(0,01)^x (0,02)^y}$$

$$4 = 2^x$$

$$2^2 = 2^x$$

$$\text{ເຮົາໄດ້} \quad x = 2$$

ການຊອກຫາຄ່າ  $y$  ກໍມີຫຼັກການແບບດຽວກັນກັບການຊອກຫາຄ່າ  $x$ . ໃນວິທີທີ່ 1 ຄື ເລືອກການທົດລອງທີ 1 ແລະ ການທົດລອງທີ 3 ຫຼັງຈາກນັ້ນແທນຄ່າອັດຕາຄວາມໄວຂອງປະຕິກິລິຍາ ( $r$ ), ແທນຄ່າ  $[NO]$  ແລະ ແທນຄ່າ  $[Cl_2]$  ຂອງການທົດລອງທີ 1 ແລະ ການທົດລອງທີ 3 ເຂົ້າໃສ່ໃນສົມຜົນກົດເກນອັດຕາ (3) ດັ່ງນີ້:

$$2,3 \times 10^{-4} = k (0,01)^x (0,02)^y$$

$$1,15 \times 10^{-4} = k (0,01)^x (0,01)^y$$

$$\frac{(1)}{(3)} = \frac{2,3 \times 10^{-4}}{1,15 \times 10^{-4}} = \frac{k(0,01)^x (0,02)^y}{k(0,01)^x (0,01)^y}$$

$$2 = 2^y$$

$$y = 1$$

ແທນຄ່າ  $x$  ແລະ ຄ່າ  $y$  ໃສ່ໃນສົມຜົນເບື້ອງຕົ້ນ ຈະໄດ້ກົດເກນອັດຕາທີ່ຊອກຫາອັນດັບປະຕິກິລິຍາແລ້ວຈະໄດ້:

ກົດເກນອັດຕາ ຄື: ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ ( $r$ ) =  $k [\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]^1$

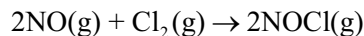
**ຂ. ອັນດັບລວມຂອງປະຕິກິລິຍາ**

ອັນດັບລວມຂອງປະຕິກິລິຍາ =  $x + y = 2 + 1 = 3$

ດັ່ງນັ້ນ, ອັນດັບລວມຂອງປະຕິກິລິຍາ ເປັນປະຕິກິລິຍາອັນດັບສາມ.

**ຄ. ການຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ອັດຕາ ( $k$ ) ຈາກກົດເກນອັດຕາ**

ຕົວຢ່າງ 1: ຈົ່ງຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ອັດຕາ ( $k$ ) ຢູ່ອຸນຫະພູມ 300 K ສຳລັບປະຕິກິລິຍາຕໍ່ໄປນີ້:



ຈາກຂໍ້ມູນການທົດລອງໃນຕາຕະລາງ (1.2) ເຫັນວ່າປະຕິກິລິຍານີ້ມີກົດເກນອັດຕາເປັນ:

$$r = k[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2] \rightarrow k = \frac{r}{[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]}$$

ແທນຄ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ແລະ ອັດຕາເລີ່ມຕົ້ນຂອງການທົດລອງທີ 3 ຈາກຕາຕະລາງ (1.2) ຈະໄດ້:

$$k = \frac{1,15 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}}{(0,01 \text{ mol/dm}^3)^2 (0,01 \text{ mol/dm}^3)}$$

$$k = 1,2 \times 10^2 \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$$

ຖ້າແທນຄ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ແລະ ອັດຕາຄວາມໄວ ໂດຍໃຊ້ຂໍ້ມູນຂອງການທົດລອງທີ 1 ແລະ ການທົດລອງທີ 2 ຈາກຕາຕະລາງ (1.2) ກໍຈະໄດ້ຄ່າ  $k = 1,2 \times 10^2 \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6} \text{ s}^{-1}$  ເທົ່າກັນທັງສອງການທົດລອງ ດັ່ງນັ້ນ, ໃນການຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ອັດຕາ ( $k$ ) ຂອງປະຕິກິລິຍາໃດໜຶ່ງຈະໃຊ້ຂໍ້ມູນຈາກການທົດລອງໃດກໍໄດ້ ເພາະວ່າບໍ່ວ່າຈະໃຊ້ຂໍ້ມູນຈາກການທົດລອງໃດກໍຈະໄດ້ຜົນຂອງຄ່າຄົງທີ່ອັດຕາເທົ່າກັນ.

**ງ. ການຊອກຫາອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເມື່ອກຳນົດຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດ**

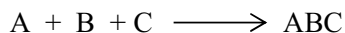
ຈາກກົດເກນອັດຕາ:  $r = k [\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]$  ແລະ  $k = 1,2 \times 10^2 \text{ mol}^2/\text{dm}^6\text{s}^1$

ດັ່ງນັ້ນ, ຖ້າ  $[\text{NO}] = 0,03 \text{ mol} / \text{dm}^3$  ແລະ  $[\text{Cl}_2] = 0,04 \text{ mol} / \text{dm}^3$  ເມື່ອແທນ  
ຄ່າ  $k$ , ຄ່າ  $[\text{NO}]$  ແລະ ຄ່າ  $[\text{Cl}_2]$  ເຂົ້າ ຈະໄດ້:

$$r = (1,2 \times 10^2 \text{ mol}^2/\text{dm}^6.\text{s}^1)(0,03 \text{ mol} / \text{dm}^3)^2(0,04 \text{ mol} / \text{dm}^3)$$

$$r = 4,3 \times 10^{-3} \text{ mol} / \text{dm}^3.\text{s}^1$$

**ຕົວຢ່າງ2:** ທາດ A, B ແລະ C ປະຕິກິລິຍາກັນເກີດເປັນທາດ ABC ດັ່ງສົມຜົນ:



ຈົ່ງຊອກຫາ:

ກ. ຈົ່ງຊອກຫາ:ອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາເມື່ອປຸງປຸງປຸງກັບທາດ A ຫຼື ປຸງປຸງປຸງກັບ  
ທາດ ຫຼື B ຫຼື ປຸງປຸງປຸງກັບທາດ C (ທາດໃດທາດໜຶ່ງພຽງທາດດຽວ)

ຂ. ຈົ່ງຊອກຫາ:ອັນດັບລວມຂອງປະຕິກິລິຍາ

ຄ. ຈົ່ງຂຽນກົດເກນອັດຕາຂອງປະຕິກິລິຍາ

ໃຊ້ຂໍ້ມູນຂອງການທົດລອງສະແດງໃນຕາຕະລາງ 1.3

ຕາຕະລາງ 2.2 ສະແດງຂໍ້ມູນການທົດລອງຂອງປະຕິກິລິຍາດັ່ງນີ້

ການທົດລອງ ທີ	ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເລີ່ມຕົ້ນ (mol/L)			ອັດຕາເລີ່ມຕົ້ນ (mol/L)
	[A]	[B]	[C]	
1	1,0	0,15	0,3	$7,2 \times 10^{-3}$
2	1,0	0,15	0,1	$2,4 \times 10^{-3}$
3	2,0	0,15	0,1	$9,6 \times 10^{-3}$
4	1,0	0,15	0,1	$2,4 \times 10^{-3}$

**ວິທີແກ້:**

ຈາກກົດເກນອັດຕາທົ່ວໄປທົ່ວໄປ:ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ  $(r) = k [\text{A}]^m [\text{B}]^n [\text{C}]^x$  (1)

ຊອກຫາຄ່າຂອງ  $m$ , ນຳໃຊ້ຂໍ້ມູນຈາກການທົດລອງທີ 2 ແລະ ການທົດລອງທີ 3 ຈະເຫັນ  
ວ່າ [B] ແລະ [C] ມີຄ່າຄົງທີ່ ຄືເປັນ  $0,15 \text{ mol/L}$  ແລະ  $0,1 \text{ mol/L}$  ແຕ່ [A]

ປ່ຽນແປງຄື 1,0 mol/L ແລະ 2,0 mol/L ໃຊ້ຂໍ້ມູນຈາກການທົດລອງທີ 2. ແທນຄ່າເຂົ້າໃນສົມຜົນ (1)

$$2,4 \times 10^{-3} = k (1,0)^m (0,15)^n (0,1)^x \quad (1)$$

$$9,6 \times 10^{-3} = k (2,0)^m (0,15)^n (0,1)^x \quad (2)$$

ເອົາ (1) ຫານ (2) ຈະໄດ້ 
$$\frac{2,4 \times 10^{-3}}{9,6 \times 10^{-3}} = \left( \frac{1,0}{2,0} \right)^m$$

$$\left( \frac{1}{4} \right) = \left( \frac{1}{2} \right)^m$$

$$\left( \frac{1}{2} \right)^2 = \left( \frac{1}{2} \right)^m$$

ດັ່ງນັ້ນ  $m = 2$

ຊອກຫາຄ່າຂອງ n, ເລືອກໃຊ້ການທົດລອງທີ 2 ແລະ ການທົດລອງທີ 4 ເພາະວ່າໃນສອງການທົດລອງນີ້ [A] ແລະ [C] ຄົງທີ່ ແຕ່ [B] ປ່ຽນແປງ, ແທນຄ່າເຂົ້າໃນສົມຜົນ 1

ຈາກການທົດລອງທີ 4:  $2,4 \times 10^{-3} = k (1,0)^m (0,15)^n (0,1)^x \quad (4)$

ເອົາ (2) ຫານ (4) ຈະໄດ້

$$\frac{2,4 \times 10^{-3}}{2,4 \times 10^{-3}} = \frac{k(1,0)^m (0,15)^n (0,1)^x}{k(1,0)^m (0,01)^n (0,1)^x}$$

$$1 = \left( \frac{0,15}{0,01} \right)^n$$

ຈະໄດ້  $1 = 1^n$

ດັ່ງນັ້ນ,  $n = 0$

ຊອກຫາຄ່າຂອງ x, ເລືອກໃຊ້ຂໍ້ມູນຂອງການທົດລອງທີ 1 ແລະ ການທົດລອງທີ 2. ແທນຄ່າເຂົ້າໃນສົມຜົນ 3

ຈາກການທົດລອງທີ 1:  $7,2 \times 10^{-3} = k (1,0)^m (0,15)^n (0,3)^x$  (1)

$$(1) / (2) \quad \frac{7,2 \times 10^{-3}}{2,4 \times 10^{-3}} = \frac{k(1,0)^m (0,15)^n (0,3)^x}{k(1,0)^m (0,01)^n (0,1)^x}$$

$$3 = 3^x$$

$$x = 1$$

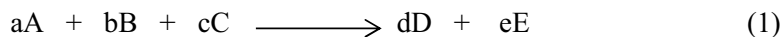
ດັ່ງນັ້ນ, ອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາເມື່ອປຸງບາງກັບທາດ C ເປັນປະຕິກິລິຍາດັບໜຶ່ງ.

ຂ. ອັນດັບລວມຂອງປະຕິກິລິຍາ ຄື  $m + n + x = 2 + 0 + 1 = 3$

ຄ. ກົດເກນອັດຕາ  $r = k [A]^2 [B]^0 [C]^1$  ຫຼື  $r = k [A]^2 [C]^1$

## 2 ກົດເກນດິບເຟີເຣນຊຽນ (Differential rate law)

ດັ່ງໄດ້ກ່າວມາແລ້ວວ່າກົດເກນອັດຕາເປັນສົມຜົນທາງຄະນິດສາດທີ່ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາຂຶ້ນຢູ່ກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນແນວໃດ ເຊັ່ນ:



ຂຽນກົດເກນອັດຕາໄດ້ດັ່ງນີ້: ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ  $(r) = k [A]^x [B]^y [C]^z$  (2)

ການວັດແທກອັດຕາການເກີດຂອງປະຕິກິລິຍາໃດໜຶ່ງຈະວັດແທກໃນຮູບຂອງການຫຼຸດລົງຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ຫຼື ຈະວັດແທກໃນຮູບຂອງການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງທາດຜະລິດຕະພັນຕໍ່ຫົວໜ່ວຍເວລາ ດັ່ງນັ້ນ, ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາຈຶ່ງຂຽນໃນຮູບແບບດິບເຟີເຣນຊຽລໄດ້ດັ່ງນີ້: ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ ດັ່ງນີ້:

$$(r) = -\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{d[B]}{dt} = -\frac{1}{c} \frac{d[C]}{dt} = +\frac{1}{d} \frac{d[D]}{dt} = +\frac{1}{e} \frac{d[E]}{dt}$$

ແທນຄ່າ  $r$  ໃນຮູບແບບດິບເຟີເຣນຊຽລໃນກົດເກນອັດຕາ ຫຼື ສົມຜົນ (2) ກໍຈະໄດ້ກົດເກນອັດຕາເມື່ອປຸງບາງກັບທາດຕັ້ງຕົ້ນຂອງທາດໃດທາດໜຶ່ງ ຫຼື ເມື່ອປຸງບາງກັບທາດຜະລິດຕະພັນທາດໃດທາດໜຶ່ງດັ່ງນີ້:

$$-\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = k [A]^x [B]^y [C]^z$$

$$\begin{aligned}
-\frac{1}{b} \frac{d[B]}{dt} &= k [A]^x [B]^y [C]^z \\
-\frac{1}{c} \frac{d[C]}{dt} &= k [A]^x [B]^y [C]^z \\
+\frac{1}{d} \frac{d[D]}{dt} &= k [A]^x [B]^y [C]^z \\
+\frac{1}{e} \frac{d[E]}{dt} &= k [A]^x [B]^y [C]^z
\end{aligned}$$

ກົດເກນອັດຕາທີ່ຂຽນໃນຮູບແບບສົມຜົນດິບເພີເຣນຊຽລແບບນີ້ມີຊື່ເອີ້ນສະເພາະວ່າ:

**ກົດເກນອັດຕາ ດິບເພີເຣນຊຽລ.**

### ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ກົດເກນອັດຕາມີການພົວພັນລະຫວ່າງອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາກັບຄ່າຄົງທີ່ອັດຕາ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນແນວໃດ ? (ໃຫ້ຂຽນເປັນແບບສົມຜົນ).
2. ປະຕິກິລິຍາ:  $A + B \longrightarrow C$  ມີຜົນການທົດລອງດັ່ງນີ້:

ການທົດລອງທີ	ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ(Mol/L)		ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ (Mol/L/s)
	[A]	[B]	
1	0,01	0,01	2,0
2	0,01	0,02	4,0
3	0,03	0,02	12,0

ຖ້າກຳນົດໃຫ້  $r$  = ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາ,  $k$  = ຄ່າຄົງທີ່ຂອງປະຕິກິລິຍາ ແລະ  $[A]$  = ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ A,  $[B]$  = ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ B

ຖາມວ່າ:

ກ. ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍານີ້ຂຽນແນວໃດ?

- a.  $r = k[A]$
- b.  $r = k[B]$
- c.  $r = k[A][B]$
- d.  $r = k[A][B]^2$

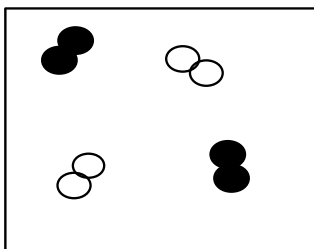
### ບົດທີ 3 ຈົດສຳນຶກກ່ຽວກັບການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ

#### 1. ທິດສະດີການຕຳກັນຂອງໂມເລກຸລ ຫຼື ອີອົງ

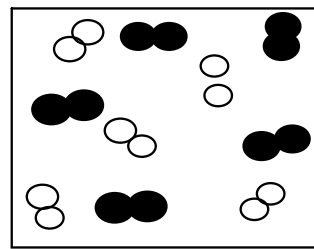
ເມື່ອເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີຈະຕ້ອງມີການສະຫຼາຍພັນທະເກົ່າ ແລະ ສ້າງພັນທະໃໝ່. ພະລັງງານທີ່ຕ້ອງໃຊ້ໃນການສະຫຼາຍພັນທະໄດ້ຈາກພະລັງງານເດີນເຄື່ອນຂອງໂມເລກຸລ ຫຼື ຂອງອີອົງ. ການປ່ຽນແປງພະລັງງານເດີນເຄື່ອນໄປເປັນພະລັງງານທີ່ໃຊ້ສະຫຼາຍພັນທະນັ້ນ ໂມເລກຸລ ຫຼື ອີອົງຈະຕ້ອງເຄື່ອນທີ່ຕໍາກັບໂມເລກຸລ ຫຼື ອີອົງອື່ນໆ. ຖ້າໂມເລກຸລ ຫຼື ອີອົງຕໍາກັນເລື້ອຍໆຈະເຮັດໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາຂຶ້ນ ດັ່ງນັ້ນ, ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິ ຍາແມ່ນຂຶ້ນກັບຄວາມຖີ່ ແລະ ທິດທາງໃນການຕໍາກັນຂອງໂມເລກຸລ ຫຼື ອີອົງ.

$$\text{ອັດຕາ} = \frac{\text{ຈຳນວນຄັ້ງການຕໍາກັນ}}{\Delta t}$$

ຖ້າຄວາມຖີ່ໃນການຕໍາກັນຂອງໂມເລກຸລ ຫຼື ອີອົງຫາກປ່ຽນແປງໄປ ຈະມີຜົນເຮັດໃຫ້ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາກໍປ່ຽນແປງໄປນຳ. ຕົວປ່ຽນແປງທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບການຕໍາກັນຂອງໂມເລກຸລຄື: ຈຳນວນໂມເລກຸລ ຫຼື ຈຳນວນອີອົງຕໍ່ຫົວໜ່ວຍບໍລິມາດ ດັ່ງຮູບ 1.



(ກ)



(ຂ)

ຮູບທີ 3.1 ຈຳນວນໂມເລກຸລ ຫຼື ຈຳນວນອີອົງຕໍ່ຫົວໜ່ວຍບໍລິມາດ

ຮູບ (ຂ) ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ຫຼື ຈຳນວນຂອງໂມເລກຸລຫຼາຍກວ່າຮູບ (ກ). ໂມເລກຸລໃນຮູບ (ຂ) ມີໂອກາດທີ່ຈະຕຳກັນຫຼາຍກວ່າຮູບ (ກ) ແລະ ການຕຳກັນເລື້ອຍໆມີສ່ວນເຮັດໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ ດັ່ງນັ້ນ, ຮູບ (ຂ) ມີໂອກາດເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີໄດ້ຫຼາຍກວ່າຮູບ (ກ).

## 2. ພະລັງງານກະຕຸ້ນ

ພະລັງງານກະຕຸ້ນ (Activated energy, ຂຽນຫຍໍ້  $E_a$ ) ໝາຍເຖິງພະລັງງານໂມເລກຸລຈຳເປັນຕ້ອງມີເພື່ອໃຫ້ໂມເລກຸລເຄື່ອນທີ່ເຂົ້າຕຳກັນແລ້ວເຮັດໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ. ຖ້າໂມເລກຸລທີ່ຕຳກັນແຕ່ລະຄັ້ງບໍ່ສາມາດປະຕິກິລິຍາໄດ້ທັງໝົດອາດຈະເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີໄດ້ພຽງແຕ່ບາງໂມເລກຸລເທົ່ານັ້ນ.

## 3. ພະລັງງານກັບການດຳເນີນໄປຂອງປະຕິກິລິຍາ

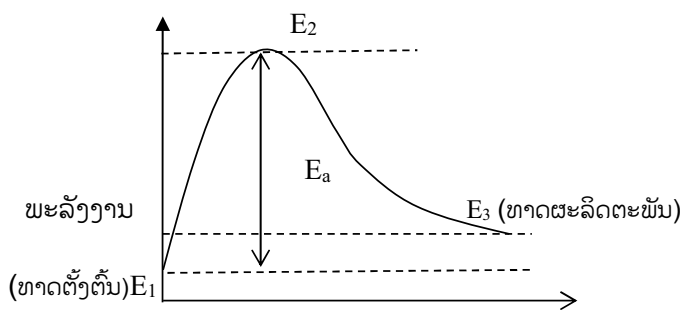
ການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີຈະມີພະລັງງານເຂົ້າມາກ່ຽວຂ້ອງນຳ ເນື່ອງຈາກມີການສະຫຼາຍພັນທະເກົ່າ ແລະ ສ້າງພັນທະໃໝ່ລະຫວ່າງອາໂຕມຂອງທາດ. ເຮົາສາມາດແບ່ງປະຕິກິລິຍາເຄມີໃນແງ່ຂອງພະລັງງານອອກເປັນ 2 ປະເພດ ຄື:

1. ປະຕິກິລິຍາດູດພະລັງງານ ຫຼື ປະຕິກິລິຍາດູດຄວາມຮ້ອນ
2. ປະຕິກິລິຍາຄາຍພະລັງງານ ຫຼື ປະຕິກິລິຍາຄາຍຄວາມຮ້ອນ

### ກ. ປະຕິກິລິຍາດູດພະລັງງານ:

ໝາຍເຖິງປະຕິກິລິຍາທີ່ມີການຖ່າຍເທພະລັງງານຈາກສິ່ງແວດລ້ອມເຂົ້າສູ່ລະບົບ ດັ່ງນັ້ນ, ໃນປະຕິກິລິຍາດູດພະລັງງານທາດຜະລິດຕະພັນຈະມີພະລັງງານສູງກວ່າພະລັງງານຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ. ສາມາດແຕ້ມເສັ້ນສະແດງການພົວພັນລະຫວ່າງພະລັງງານກັບການດຳເນີນໄປຂອງປະຕິກິລິຍາໃນແງ່ຂອງປະຕິກິລິຍາດູດພະລັງງານ ດັ່ງນີ້:

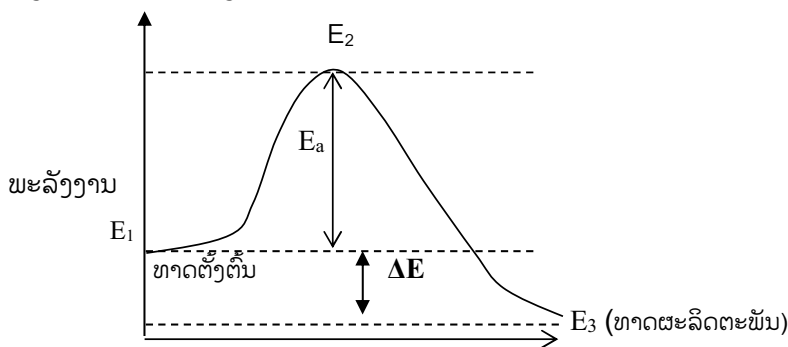




ຮູບທີ 3.2 ການດຳເນີນໄປຂອງປະຕິກິລິຍາ

ຈາກເສັ້ນສະແດງອະທິບາຍໄດ້ວ່າ: ທາດຕັ້ງຕົ້ນມີພະລັງງານ  $E_1$  ເມື່ອໂມເລກຸລຂອງ ທາດຕັ້ງຕົ້ນຕຳກັນ ແລະ ພະລັງງານສູງຂຶ້ນເປັນ  $E_2$  ຫຼັງຈາກນັ້ນ ກໍຈະປ່ຽນເປັນທາດຜະລິດ ຕະພັນເຊິ່ງມີພະລັງງານເປັນ  $E_3$ . ຜົນລົບລະຫວ່າງພະລັງງານ  $E_2$  ແລະ  $E_1$  ຄືພະລັງງານ ກະຕຸ້ນຂອງປະຕິກິລິຍາ ( $E_a$ ). ເນື່ອງຈາກວ່າທາດຜະລິດຕະພັນທີ່ເກີດຂຶ້ນມີພະລັງ ງານເປັນ  $E_3$  ເຊິ່ງມີຄ່າໃຫຍ່ກວ່າ  $E_1$  ລະບົບຈຶ່ງດູດພະລັງງານເຂົ້າໄປມີຄ່າເທົ່າກັບ  $E_3 - E_1 = +\Delta E$  ສະແດງວ່າປະຕິກິລິຍານີ້ເປັນປະຕິກິລິຍາດູດພະລັງງານ.

**ຂ. ປະຕິກິລິຍາຄາຍພະລັງງານ:** ໝາຍເຖິງປະຕິກິລິຍາທີ່ມີການຖ່າຍເທພະລັງງານຈາກ ລະບົບອອກໄປສູ່ສິ່ງແວດລ້ອມ ດັ່ງນັ້ນ, ໃນປະຕິກິລິຍາຄາຍພະລັງງານທາດຕັ້ງຕົ້ນຈະມີພະ ລັງງານສູງກວ່າທາດຜະລິດຕະພັນ ສາມາດແຕ້ມຮູບເສັ້ນສະແດງການພົວພັນລະຫວ່າງການ ດຳເນີນໄປຂອງປະຕິກິລິຍາໄດ້ດັ່ງນີ້:



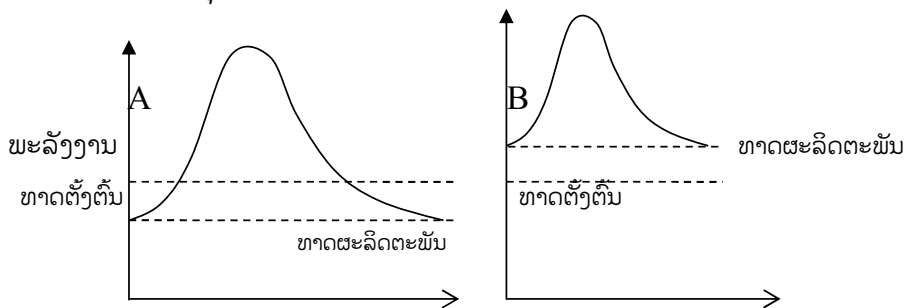
ຮູບທີ 3.3 ການດຳເນີນໄປຂອງປະຕິກິລິຍາ

ຈາກເສັ້ນສະແດງ ຈຶ່ງອະທິບາຍໄດ້ວ່າ: ທາດຕັ້ງຕົ້ນມີພະລັງງານ  $E_1$  ເມື່ອໂມເລກຸລຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນຕໍາກັນ ແລະ ມີພະລັງງານສູງຂຶ້ນເປັນ  $E_2$  ກໍຈະໄປປ່ຽນເປັນທາດຜະລິດຕະພັນໄດ້. ຜົນລົບລະຫວ່າງພະລັງງານ  $E_2$  ແລະ  $E_1$  ຄື: ພະລັງງານກະຕຸ້ນຂອງປະຕິກິລິຍາ ( $E_a$ ) ແຕ່ກໍລະນີນີ້ພະລັງງານຂອງທາດຜະລິດຕະພັນທີ່ເກີດຂຶ້ນມີພະລັງງານ  $E_3$  ເຊິ່ງມີຄ່ານ້ອຍກວ່າພະລັງງານຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ  $E_1$  ສະແດງວ່າເປັນປະຕິກິລິຍາຄາຍພະລັງງານມີຄ່າເທົ່າກັບ  $E_3 - E_1 = -\Delta E$ .

**ໝາຍເຫດ:** ປະຕິກິລິຍາດູດພະລັງງານ ຫຼື ຄາຍພະລັງງານຈະບໍ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບພະລັງງານກະຕຸ້ນ( $E_a$ ).

### ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ສັງເກດເສັ້ນສະແດງລຸ່ມນີ້:



ຂໍ້ສະຫຼຸບກ່ຽວກັບປະຕິກິລິຍາ A ແລະ ປະຕິກິລິຍາ B ຈາກເສັ້ນສະແດງເທິງນີ້ຂໍ້ໃດຖືກຕ້ອງ?

ກ. ປະຕິກິລິຍາ A ເກີດງ່າຍກວ່າ ປະຕິກິລິຍາ B ເພາະວ່າປະຕິກິລິຍາ A ມີພະລັງງານກະຕຸ້ນສູງກວ່າ.

ຂ. ປະຕິກິລິຍາ B ເກີດງ່າຍກວ່າ ປະຕິກິລິຍາ A ເພາະວ່າປະຕິກິລິຍາ B ເປັນປະຕິກິລິຍາດູດພະລັງງານ.

ຄ. ຢູ່ອຸນຫະພູມດຽວກັນປະຕິກິລິຍາ B ເກີດໄວກວ່າປະຕິກິລິຍາ A.

ງ. ເມື່ອເພີ່ມອຸນຫະພູມພະລັງງານກະຕຸ້ນທັງສອງເທົ່າກັນ.

1. (ກ) ແລະ (ຂ)    2. (ກ) ແລະ (ງ)    3. (ຂ) ແລະ (ຄ)    ໘. (ຂ) ແລະ (ງ)

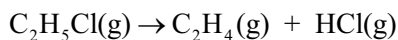
## ບົດທີ 4 ກົນໄກຂອງປະຕິກິລິຍາເຄມີ ແລະ ປັດໄຈຕ່າງໆທີ່ມີຜົນຕໍ່ ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ

### 1 ກົນໄກຂອງປະຕິກິລິຍາເຄມີ

ການສຶກສາເຖິງປັດໄຈທີ່ມີອິດທິພົນຕໍ່ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍານັບວ່າມີຄວາມສຳຄັນຫຼາຍ ເພາະວ່ານອກຈາກສາມາດຄວບຄຸມໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນໄດ້ໄວ ຫຼື ເກີດຊ້າຕາມຄວາມຈຳເປັນ ແລະ ເໝາະສົມແລ້ວ ຍັງຊ່ວຍໃຫ້ເຂົ້າໃຈໄດ້ວ່າປະຕິກິລິຍາເຄມີເກີດຂຶ້ນໄດ້ແນວໃດນຳອີກ. ເພາະວ່າສົມຜົນສະແດງປະລິມານສຳພັນຂອງປະຕິກິລິຍາບໍ່ໄດ້ບອກວ່າປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນໄດ້ແນວໃດ ເປັນພຽງແຕ່ສະຫຼຸບຈຳນວນໂມລຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນທີ່ເຂົ້າຮ່ວມປະຕິກິລິຍາ ແລະ ຈຳນວນໂມລຂອງທາດຜະລິດຕະພັນທີ່ໄດ້ຈາກການເກີດປະຕິກິລິຍາເທົ່ານັ້ນ, ຂັ້ນຕອນໃນຂະບວນການທີ່ທາດຕັ້ງຕົ້ນປ່ຽນໄປເປັນທາດຜະລິດຕະພັນນັ້ນເອີ້ນວ່າ: ກົນໄກຂອງປະຕິກິລິຍາ.

ປະຕິກິລິຍາເຄມີອາດເກີດຂຶ້ນໃນຂັ້ນຕອນດຽວ ຫຼື ເກີດຂຶ້ນຫຼາຍຂັ້ນຕອນ.

**ປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນຂັ້ນຕອນດຽວ:** ອັນດັບຂອງປະຕິກິລິຍາເມື່ອປຸງບທຽບກັບທາດຕັ້ງຕົ້ນຈະເທົ່າກັບເລກສຳປະສິດຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນນັ້ນເຊັ່ນ: ປະຕິກິລິຍາການສະລາຍຕົວຂອງທາດ  $C_2H_5Cl$ .

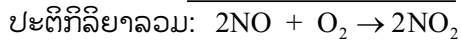
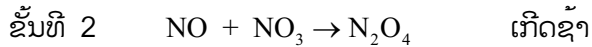
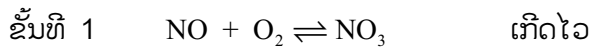


ປະຕິກິລິຍານີ້ເກີດຂຶ້ນຂັ້ນຕອນດຽວ ດັ່ງນັ້ນ, ກົດເກນອັດຕາຂຽນໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$\text{ກົດເກນອັດຕາ } r = k [C_2H_5Cl]$$

**ປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນດ້ວຍຫຼາຍຂັ້ນຕອນ**

ຖ້າຫາກປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນດ້ວຍຫຼາຍຂັ້ນຕອນຕ້ອງພິຈາລະນາກົນໄກຂອງປະຕິກິລິຍາ ເຊັ່ນ: ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງກາສ  $NO$  ກັບກາສ  $O_2$  ປະກອບດ້ວຍຂັ້ນຕອນຍ່ອຍ (ໄດ້ພິສູດມາແລ້ວ) ດັ່ງນີ້:



ທາດ  $\text{NO}_3$  ໃນຂັ້ນຕອນທີ 1 ແລະ ທາດ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ໃນຂັ້ນຕອນທີ 2 ເປັນທາດທີ່ເກີດຂຶ້ນຊົ່ວຄາວ ແລະ ຖືກໃຊ້ໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາທັນທີ ດັ່ງນັ້ນ, ຈຶ່ງບໍ່ປາກົດຕົວເປັນທາດຜະລິດຕະພັນຂອງປະຕິກິລິຍາເອີ້ນວ່າ: **ທາດລະຫວ່າງກາງ (intermediates)**. ຂັ້ນຕອນຍ່ອຍຕ່າງໆ ເຊິ່ງສະແດງລຳດັບຂັ້ນຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາ ເອີ້ນວ່າ: **ກົນໄກຂອງປະຕິກິລິຍາເຄມີ**.

ເຮົາບໍ່ສາມາດຂຽນກົດເກນອັດຕາຈາກສົມຜົນສະແດງປະລິມານສຳພັນໄດ້ ແຕ່ຖ້າເປັນສົມຜົນສະແດງປະລິມານສຳພັນຂອງແຕ່ລະຂັ້ນຕອນຍ່ອຍ ສາມາດຂຽນກົດເກນອັດຕາໄດ້ທັນທີເພາະວ່າເປັນປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນຈິງໃນແຕ່ລະຂັ້ນຕອນຍ່ອຍນັ້ນໆ ເຊັ່ນ: ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງກາສ  $\text{NO}$  ກັບກາສ  $\text{O}_2$  ເຊິ່ງປະກອບດ້ວຍ 3 ຂັ້ນຕອນຍ່ອຍ

**ຂັ້ນຕອນທີ 1** ມີກາສ  $\text{NO}$  ແລະ ກາສ  $\text{O}_2$  ແນວລະ 1 ໂມລເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນ. ຈຶ່ງຂຽນກົດເກນອັດຕາໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$\text{ກົດເກນອັດຕາຂັ້ນທີ 1,} \quad r_1 = k_1 [\text{NO}] [\text{O}_2]$$

ໃນຂັ້ນຕອນຍ່ອຍທີ 2 ມີກາສ  $\text{NO}$  ແລະ  $\text{NO}_3$  ແນວລະ 1 ໂມລ ເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນຂຽນກົດເກນອັດຕາຂອງຂັ້ນຕອນຍ່ອຍທີ 2 ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$\text{ກົດເກນອັດຕາຂັ້ນທີ 2,} \quad r_2 = k_2 [\text{NO}] [\text{NO}_3]$$

ໃນຂັ້ນຕອນຍ່ອຍທີ 3 ມີ  $[\text{N}_2\text{O}_4]$  ເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ຂຽນກົດເກນອັດຕາຂັ້ນຕອນທີ 3 ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$\text{ກົດເກນອັດຕາຂັ້ນທີ 3,} \quad r_3 = k_3 [\text{N}_2\text{O}_4]$$

### ຂັ້ນຕອນກຳນົດກົດເກນອັດຕາ

ໃນກົນໄກຂອງປະຕິກິລິຍານີ້ລະຫວ່າງກາສ  $\text{NO}$  ແລະ ກາສ  $\text{O}_2$  ປະກອບດ້ວຍ 3 ຂັ້ນຕອນຍ່ອຍ, ຂັ້ນຕອນທີ່ເກີດຊ້າທີ່ສຸດແມ່ນຂັ້ນຕອນທີ 2. ອັດຕາລວມຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາຂຶ້ນຢູ່ກັບຂັ້ນຕອນຍ່ອຍທີ່ເກີດຊ້າທີ່ສຸດ. ເຮົາເອີ້ນຂັ້ນຕອນທີ່ເກີດຊ້າທີ່ສຸດຂອງ

ປະຕິກິລິຍາວ່າ: **ຂັ້ນຕອນກຳນົດອັດຕາ** ແລະ ຖືວ່າກົດເກນອັດຕາຂອງຂັ້ນຕອນນີ້ເປັນກົດເກນອັດຕາຂອງປະຕິກິລິຍາລວມໄດ້.

ອັດຕາລວມຂອງປະຕິກິລິຍາ = ອັດຕາຂອງຂັ້ນຕອນທີ 2 =  $k_2 [\text{NO}] [\text{NO}_3]$

## 2 ປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ

ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາຂຶ້ນກັບປັດໄຈ 4 ຢ່າງຄື: ທຳມະຊາດຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ, ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ, ອຸນຫະພູມ, ແລະ ທາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ.

### 1) ທຳມະຊາດຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ

ທາດຕັ້ງຕົ້ນບາງຊະນິດເກີດປະຕິກິລິຍາຍາກຕ້ອງໃຊ້ເວລາດົນຈຶ່ງຈະເກີດປະຕິກິລິຍາໄດ້ເຊັ່ນ: ແຜ່ນໂລຫະເງິນເກີດປະຕິກິລິຍາກັບອົກຊີແຊນໃນອາກາດເກີດຂຶ້ນຊ້າ. ທາດຕັ້ງຕົ້ນບາງຊະນິດພັດເກີດປະຕິກິລິຍາໄດ້ໄວຄື: ແຜ່ນມັງການນິອອມເກີດປະຕິກິລິຍາກັບອົກຊີແຊນໃນອາກາດໄດ້ໄວກວ່າ.

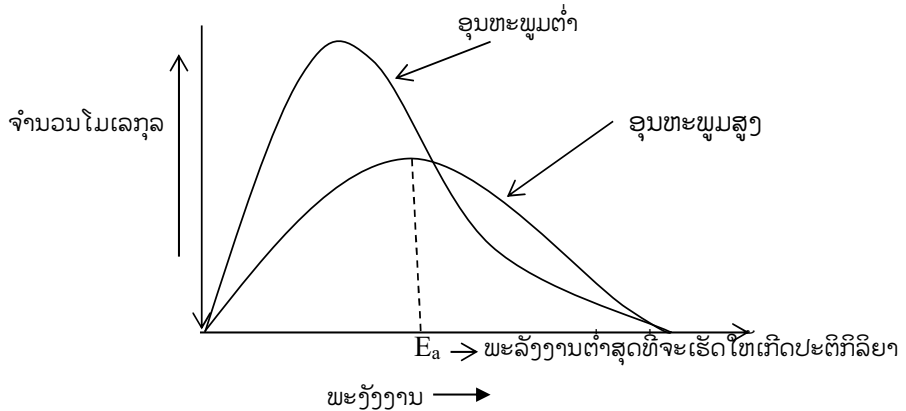
### 2) ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ (ຫຼື ຄວາມດັນໃນກໍລະນີເປັນກາສ)

ໂດຍທົ່ວໄປ ຖ້າທາດຕັ້ງຕົ້ນມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນສູງ ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາກໍຈະໄວຂຶ້ນ ເພາະວ່າການເພີ່ມຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນເຂົ້າໃນປະຕິກິລິຍາຈະເຮັດໃຫ້ໂອກາດທີ່ອະນຸພາກຕຳກັນມີຫຼາຍຂຶ້ນ.

### 3) ອຸນຫະພູມ

ການເພີ່ມອຸນຫະພູມສຳລັບປະຕິກິລິຍາດູດພະລັງງານຈະເຮັດໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເກີດໄວຂຶ້ນ ນັ້ນຄືໂມເລກຸລຈະເຄື່ອນທີ່ໄວຂຶ້ນ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ຈຳນວນຄັ້ງຂອງການຕຳກັນມີຫຼາຍຂຶ້ນ ແລະ ສິ່ງສຳຄັນຄືການເພີ່ມອຸນຫະພູມເປັນການເພີ່ມອະນຸພາກທີ່ມີພະລັງງານສູງ ດັ່ງນັ້ນ, ໂອກາດທີ່ອະນຸພາກຈະຕຳກັນມີຜົນສຳເລັດກໍຫຼາຍຂຶ້ນ. ພິຈາລະນາຮູບ 1 ຈະເຫັນວ່າຈຳນວນໂມເລກຸລ (ເຊິ່ງເປັນອັດຕາສ່ວນໂດຍກົງກັບເນື້ອທີ່ໃຕ້ເສັ້ນສະແດງ) ທີ່ມີພະລັງງານເດີນເຄື່ອນເທົ່າກັບ ຫຼື ຫຼາຍກວ່າພະລັງງານກະຕຸ້ນ ( $E_a$ ) ຢູ່ທີ່ພາວະອຸນຫະພູມສູງຈະມີຫຼາຍກວ່າອຸນຫະພູມຕ່ຳ. ເຮົາສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ: ການເພີ່ມອຸນຫະພູມມີຜົນເຮັດໃຫ້ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາໄດ້ດີ

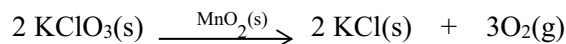
ຂຶ້ນ ເພາະວ່າຈຳນວນຄັ້ງຂອງການຕຳກັນຢ່າງມີປະສິດທິພາບຫຼາຍຂຶ້ນ. ໂດຍທົ່ວໄປເມື່ອເພີ່ມອຸນຫະພູມຂຶ້ນ  $10^{\circ}\text{C}$  ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາຈະເພີ່ມຂຶ້ນເປັນ 2 ເທົ່າ.



ຮູບທີ 4.1 ອິດທິພົນຂອງອຸນຫະພູມຕໍ່ຈຳນວນໂມເລກຸລຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນທີ່ຕ້ອງມີພະລັງງານຢ່າງຕໍ່ເທົ່າກັບ  $E_a$  ສຳລັບການເກີດປະຕິກິລິຍາ.

#### 4) ທາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ (catalyst)

ທາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາເປັນທາດທີ່ຕື່ມເຂົ້າໄປ ມີບົດບາດເພື່ອເຮັດໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເກີດໄວຂຶ້ນ ໂດຍບໍ່ໄດ້ເຂົ້າຮ່ວມໃນປະຕິກິລິຍາຢ່າງຖາວອນ. ຫຼັງຈາກປະຕິກິລິຍາສິ້ນສຸດລົງຈະໄດ້ທາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາກັບຄືນມາຄືເກົ່າ ເຊັ່ນ: ໃນການປຸງແຕ່ງກາສ  $\text{O}_2$  ໂດຍການເຜົາ  $\text{KClO}_3$  ຖ້າໃຊ້  $\text{MnO}_2$  ປະສົມລົງໄປເລັກນ້ອຍເພື່ອເຮັດໜ້າທີ່ເປັນທາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ຈະເຮັດໃຫ້  $\text{KClO}_3$  ສະລາຍຕົວໄວຂຶ້ນ ແລະ ສະລາຍຕົວຢູ່ອຸນຫະພູມຕ່ຳລົງກວ່າການເຜົາ  $\text{KClO}_3$  ພຽງຢ່າງດຽວ.



#### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີມີປັດໄຈໃດແດ່ ຈົ່ງອະທິບາຍແຕ່ລະປັດໄຈ?
2. ກົນໄກຂອງປະຕິກິລິຍາເຄມີແມ່ນຫຍັງ?
3. ທາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາເຄມີແມ່ນທາດແນວໃດ?

## ພາກທີ II ທາດລະລາຍ ແລະ ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ

### ບົດທີ 5 ທາດລະລາຍ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຊຸ້ນ

#### 1. ຄວາມສໍາຄັນກ່ຽວກັບທາດລະລາຍ.

ທາດລະລາຍແມ່ນ ທາດປົນຊະນິດໜຶ່ງເຊິ່ງມີເນື້ອແທ້ຂອງວັດຖຸເປັນອັນໜຶ່ງອັນດຽວ ທີ່ເກີດຈາກທາດສົດຕັ້ງແຕ່ສອງຊະນິດຂຶ້ນໄປປົນເຂົ້າກັນ ດ້ວຍອັດຕາສ່ວນທີ່ບໍ່ແນ່ນອນ ແລະ ມີຄຸນລັກສະນະເປັນໄປຕາມອັດຕາສ່ວນທີ່ເໝາະສົມ.

ອົງປະກອບທີ່ສໍາຄັນຂອງທາດລະລາຍມີສອງຢ່າງຄື: ທາດຖືກລະລາຍ (Solution) ແລະ ທາດພາລະລາຍ.

#### ຕົວຢ່າງ:

- ນໍ້າເຄັມ = ເກືອ + ນໍ້າ ເຊິ່ງເກືອ ແມ່ນທາດຖືກລະລາຍ ແລະ ນໍ້າ ແມ່ນຕົວລະລາຍ.
- ທອງນາກ = ຄໍາ + ທອງແດງ ເຊິ່ງຄໍາ ແມ່ນທາດຖືກລະລາຍ ແລະ ທອງແດງ ແມ່ນຕົວລະລາຍ.

ຢາກຮູ້ວ່າ ໃນທາດລະລາຍໃດໜຶ່ງມີທາດໃດເປັນທາດຖືກລະລາຍ ແລະ ທາດໃດເປັນທາດພາລະລາຍໃຫ້ກໍານົດເອົາດັ່ງນີ້:

- ຖ້າທາດທີ່ນໍາມາປົນກັນມີສະພາວະອັນດຽວກັນໃຫ້ຖືວ່າ ທາດທີ່ມີປະລິມານຫຼາຍກວ່າເປັນຕົວລະລາຍ ແລະ ທາດທີ່ມີປະລິມານໜ້ອຍເປັນທາດຖືກລະລາຍ.
- ຖ້າທາດທີ່ນໍາມາປົນກັນມີສະພາວະຕ່າງກັນໃຫ້ຖືວ່າທາດທີ່ມີສະພາວະຄືກັບທາດລະລາຍນັ້ນ ເປັນທາດພາລະລາຍເຊັ່ນ: ເກືອລະລາຍໃນນໍ້າ ຖືວ່າເກືອເປັນທາດຖືກລະລາຍ ແລະ ນໍ້າເປັນທາດພາລະລາຍ

#### 2. ຊະນິດຂອງທາດລະລາຍ.

ທາດລະລາຍແບ່ງເປັນ 3 ຊະນິດຕາມພາວະຂອງທາດຄື: ທາດລະລາຍທີ່ເປັນອາຍ, ທາດລະລາຍທີ່ເປັນທາດແຫຼວ ແລະ ທາດລະລາຍທີ່ເປັນທາດແຂງ. ຕົວຖືກລະລາຍໃນທາດລະລາຍຕ່າງໆອາດເປັນທາດອາຍ, ທາດແຫຼວ ຫຼື ທາດແຂງກໍໄດ້.

ທາດລະລາຍໃນພາວະຕ່າງໆ	ຊະນິດຂອງທາດລະລາຍ	ຕົວຢ່າງ
ທາດລະລາຍທີ່ເປັນທາດອາຍ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ທາດອາຍໃນທາດອາຍ</li> <li>- ທາດແຫຼວໃນທາດອາຍ</li> <li>- ທາດແຂງໃນທາດອາຍ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ອາກາດມີອີກຊີແຊນໃນນີໂຕຣແຊນ</li> <li>- ອາກາດຊຸ່ມ(ນ້ຳໃນອາກາດ)</li> <li>- ອາຍ <math>I_2</math> ໃນອາກາດ</li> </ul>
ທາດລະລາຍທີ່ເປັນທາດແຫຼວ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ທາດອາຍໃນທາດແຫຼວ</li> <li>- ທາດແຫຼວໃນທາດແຫຼວ</li> <li>- ທາດແຂງໃນທາດແຫຼວ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ນ້ຳໂຊດາ (<math>CO_2</math> ໃນນ້ຳ )</li> <li>- ເຫຼົ້າໃນນ້ຳ</li> <li>- ເກືອ ຫຼື ນ້ຳຕານໃນນ້ຳ</li> </ul>
ທາດລະລາຍທີ່ເປັນທາດແຂງ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ທາດອາຍໃນທາດແຂງ</li> <li>- ທາດແຫຼວໃນທາດແຂງ</li> <li>- ທາດແຂງໃນທາດແຂງ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>H_2</math> ໃນ Pd</li> <li>- Hg ໃນ Ag</li> <li>- ໂລຫະປະສົມເຊັ່ນ Cu ໃນ Zn</li> </ul>

## 2. ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍ (Concentration of solution)

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍເປັນຄ່າທີ່ບອກປະລິມານຂອງທາດຖືກລະລາຍຢູ່ໃນທາດພາລະລາຍ.

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍບອກໄດ້ຫຼາຍວິທີດັ່ງນີ້:

### 2.1 ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເປັນສ່ວນຮ້ອຍ.

ໝາຍເຖິງປະລິມານຂອງທາດຖືກລະລາຍທີ່ມີໃນທາດລະລາຍ 100 ຫົວໜ່ວຍ.

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ເປັນສ່ວນຮ້ອຍຂອງທາດລະລາຍແບ່ງອອກເປັນ 4 ປະເພດດັ່ງນີ້:

#### ກ. ສ່ວນຮ້ອຍໂດຍມວນສານຕໍ່ມວນສານ.

ແມ່ນມວນສານຂອງທາດຖືກລະລາຍທີ່ມີໃນທາດລະລາຍ 100 ຫົວໜ່ວຍມວນສານ.

**ຕົວຢ່າງ:** ທາດລະລາຍເກືອ 15%, ໂດຍມວນສານ ໝາຍເຖິງທາດລະລາຍ 100g ຈະມີເກືອລະລາຍຢູ່ 15g ແລະ ມີນ້ຳ 85g. ການຄິດໄລ່ສ່ວນຮ້ອຍໂດຍມວນສານຕໍ່ມວນສານ ສາມາດໃຊ້ສູດດັ່ງນີ້:



$$\% \text{ ໂດຍມວນສານຕໍ່ມວນສານ} = \frac{\text{ມວນສານທາດຖືກລະລາຍ}}{\text{ມວນສານທາດລະລາຍ}} \times 100$$

(ມວນສານຂອງທາດລະລາຍ=ມວນສານຂອງທາດຖືກລະລາຍ+ມວນສານຂອງທາດພາລະລາຍ)

## ຂ. ສ່ວນຮ້ອຍໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດ.

ໝາຍເຖິງມວນສານຂອງທາດຖືກລະລາຍທີ່ມີຢູ່ໃນທາດລະລາຍ 100 ຫົວໜ່ວຍບໍລິມາດ ເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍກລຸຍໂກ 20% ໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດ ໝາຍເຖິງທາດລະລາຍ 100 mL ໃດ ມີ ກລຸຍໂກ 20g. ການຄິດໄລ່ສ່ວນຮ້ອຍໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດສາມາດໃຊ້ສູດໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$\% \text{ ໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດ} = \frac{\text{ມວນສານທາດຖືກລະລາຍ}}{\text{ບໍລິມາດຂອງທາດລະລາຍ}} \times 100$$

## ຄ. ສ່ວນຮ້ອຍໂດຍບໍລິມາດຕໍ່ມວນສານ

ໝາຍເຖິງບໍລິມາດຂອງທາດຖືກລະລາຍໃນທາດລະລາຍ 100g ຫົວໜ່ວຍບໍລິມາດ ເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍອາຊິດຊຸນຟູຣິກ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  80% ໂດຍບໍລິມາດຕໍ່ມວນສານ (v/m) ໝາຍເຖິງທາດລະລາຍ 100g ມີ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  80 mL ຫຼື 80  $\text{cm}^3$  ມີສູດຄິດໄລ່ດັ່ງນີ້:

$$\% \text{ ໂດຍບໍລິມາດຕໍ່ມວນສານ} = \frac{\text{ບໍລິມາດທາດຖືກລະລາຍ}}{\text{ມວນສານຂອງທາດລະລາຍ}} \times 100$$

## ງ. ສ່ວນຮ້ອຍໂດຍບໍລິມາດຕໍ່ບໍລິມາດ.

ໝາຍເຖິງປະລິມານບໍລິມາດຂອງທາດຖືກລະລາຍທີ່ມີໃນທາດລະລາຍ 100 ຫົວໜ່ວຍບໍລິມາດ.

**ຕົວຢ່າງ:** ທາດລະລາຍ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  80% ໂດຍບໍລິມາດຕໍ່ບໍລິມາດ ໝາຍເຖິງທາດລະລາຍ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  100 mL ຈະມີ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  80mL. ການຄິດໄລ່ສ່ວນຮ້ອຍໂດຍບໍລິມາດຕໍ່ບໍລິມາດ ສາມາດໃຊ້ສູດໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$\% \text{ ໂດຍບໍລິມາດຕໍ່ບໍລິມາດ} = \frac{\text{ບໍລິມາດທາດຖືກລະລາຍ}}{\text{ບໍລິມາດຂອງທາດລະລາຍ}} \times 100$$

## 2.2 ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເປັນ ໂມລາຣິຕີ (Molarity)

ໝາຍເຖິງ ຈຳນວນໂມລຂອງທາດຖືກລະລາຍທີ່ມີໃນທາດລະລາຍ 1 L ຫຼື 1000 mL ເຊິ່ງໃຊ້ທົ່ວໜ່ວຍເປັນ molar ຫຼື  $\text{mol/dm}^3$  ຫຼື  $\text{mol/L}$  ຫຼື M ເຊັ່ນ:

- ຖ້າໃຫ້ NaOH 40g = 1 mol ລະລາຍໃນນ້ຳ 1dm<sup>3</sup>, ຈະໄດ້ທາດລະລາຍທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 1 mol/ dm<sup>3</sup> ຫຼື ເວົ້າວ່າໄດ້ທາດລະລາຍ NaOH ເຂັ້ມຂຸ້ນ 1 molar (1 M) ມີ NaOH 40 g ຫຼື 1 mol.

- ທາດລະລາຍ NaCl ເຂັ້ມຂຸ້ນ 2 molar ໝາຍວ່າທາດລະລາຍ NaCl 1L ມີ NaCl ລະລາຍ ຢູ່ 2 mol ຫຼື  $2 \times 58,44 = 116,88$  g.

ຕົວຢ່າງ: ທາດລະລາຍ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ເຂັ້ມຂຸ້ນ 27% ໂດຍມວນສານ, ມີຄວາມໜາແໜ້ນ 1,198 g/cm<sup>3</sup> ຈະມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຈັກ molar.

**ວິທີແກ້:** ຊອກຈຳນວນໂມລຂອງ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ໃນທາດລະລາຍ 1 L. ທາດລະລາຍ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ເຂັ້ມຂຸ້ນ 27% ໂດຍມວນສານ ເຊິ່ງມີຄວາມໝາຍວ່າ: ທາດລະລາຍ 100g

ປຸງເປັນບໍລິມາດ  $V = \frac{m}{D} = \frac{100}{1,198} \text{ cm}^3$  ມີ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 27 ຈາກ

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{ບໍ່} \quad n = \frac{27}{98} \text{ mol}$$

ດັ່ງນັ້ນ, ທາດລະລາຍ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 dm<sup>3</sup> ຫຼື 1000 cm<sup>3</sup> ຈະມີ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

$$= \frac{27}{98} \text{ mol} (1000 \text{ cm}^3) \left( \frac{1,198}{100} \right) = 3,30 \text{ mol}$$

ທາດລະລາຍ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ເຂັ້ມຂຸ້ນ 3,30 molar.

## 2.3 ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເປັນ ໂມລາລິຕີ (Molality).

ໝາຍເຖິງຈຳນວນໂມລຂອງທາດຖືກລະລາຍທີ່ມີໃນຕົວລະລາຍ 1kg . ໃຊ້ທົ່ວໜ່ວຍເປັນ molal ຫຼື mol/kg ຫຼື m ເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍກລຸຍໂກ ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 2ໂມລ/ກິໂລກຣາມ ຫຼື 2m ຈະມີກລຸຍໂກ 2 ໂມລ ຮ່ວມກັບທາດພາລະລາຍ 1kg ຫຼື 1000g.

**ຕົວຢ່າງ:** ນໍ້າຕານມີສູດ  $C_{12}H_{22}O_{11}$  ໜັກ 10 g ລະລາຍໃນນໍ້າ 125g ຈະມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຈັກ molal. C = 12 , H= 1, O = 16

**ວິທີແກ້:** ນໍ້າໜັກສູດຂອງນໍ້າຕານ (ມວນສານໂມເລກຸລ) = 342

$$\text{ນໍ້າ 125 g ມີນໍ້າຕານລະລາຍຢູ່} = 10 \text{ g ຈາກ } n = \frac{m}{M} \text{ ບໍ່ } n = \frac{10}{342} \text{ mol}$$

$$\text{ດັ່ງນັ້ນ, ນໍ້າ 1 kg ຫຼື 1000g ມີນໍ້າຕານລະລາຍຢູ່} = \left( \frac{10}{342} \text{ mol} \times \frac{1,000 \text{ g}}{125 \text{ g}} \right)$$

$$\text{ທາດລະລາຍເຂັ້ມຂຸ້ນ } 0,23 \text{ molal}$$

## 2.4 ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເປັນນໍມາລິຕີ (Normality) ຫຼື N.

ໝາຍເຖິງຈຳນວນມວນສານກຣາມທຽບເທົ່າຂອງທາດຖືກລະລາຍທີ່ມີໃນທາດລະລາຍ 1 L. ໃຊ້ຫົວໜ່ວຍເປັນ Normal ຫຼື N ເຊັ່ນ:

- ທາດລະລາຍ HCl ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 1 N ໝາຍຄວາມວ່າທາດລະລາຍ HCl 1 L ມີ HCl ລະລາຍ ຢູ່ 1 ກຣາມ ທຽບເທົ່າ ຄິດເປັນມວນສານເທົ່າກັບ 36,5g

- ທາດລະລາຍຂອງ  $H_2SO_4$  1 N ໝາຍເຖິງທາດລະລາຍ  $H_2SO_4$  1 L ມີ  $H_2SO_4$  ລະລາຍຢູ່ 1 g ທຽບເທົ່າຄິດເປັນມວນສານເທົ່າກັບ 49 g .

$$\text{ຈຳນວນ ກຣາມທຽບເທົ່າ} = \frac{\text{ມວນສານໂມເລກຸລ}}{\text{ຈຳນວນທຽບເທົ່າ}}$$

**ຈຳນວນທຽບເທົ່າ:**

- ຈຳນວນທຽບເທົ່າຂອງອາຊິດເທົ່າກັບຈຳນວນໂປຣຕົງໃນໜຶ່ງໂມເລກຸລຂອງອາຊິດນັ້ນ.
- ຈຳນວນທຽບເທົ່າຂອງບາເຊີເທົ່າກັບຈຳນວນອີອົງຮີດຣົກຊິນໃນໜຶ່ງໂມເລກຸລຂອງບາເຊີນັ້ນ.
- ຈຳນວນທຽບເທົ່າຂອງເກືອເທົ່າກັບຜົນຄູນລະຫວ່າງໄຟຟ້າບັນຈຸບວກກັບບັນຈຸລົບໃນໜຶ່ງໂມເລກຸລຂອງເກືອນັ້ນ.
- ຈຳນວນທຽບເທົ່າຂອງທາດທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊິງ-ຮີດົກຊິງ ເທົ່າກັບຈຳນວນເອເລັກຕຣົງທີ່ເສຍໄປ ຫຼື ຮັບເຂົ້າ ໃນໜຶ່ງໂມເລກຸລຂອງທາດນັ້ນ.

**ຕົວຢ່າງ 1:** ທາດລະລາຍ  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ມີມວນສານໂມເລກຸລ 98 ມີຈຳນວນທຽບເທົ່າ = 3 ມີມວນສານ ກຣາມທຽບເທົ່າ  $\frac{98}{3} = 32,67\text{g}$  ໝາຍວ່າ  $\text{H}_3\text{PO}_4$  32,67g ລະລາຍໃນນ້ຳ 1L ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 1N.

**ຕົວຢ່າງ 2:** ທາດລະລາຍ  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ມີມວນສານໂມເລກຸລ 94 ມີຈຳນວນທຽບເທົ່າ = 2 ມີມວນສານ ກຣາມທຽບເທົ່າ  $\frac{74}{2} = 37\text{g}$  ໝາຍວ່າ  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  37 g ລະລາຍໃນນ້ຳ 1L ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 1N.

**ຕົວຢ່າງ 3:** ທາດລະລາຍ  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  ມີມວນສານໂມເລກຸລ 392 ມີຈຳນວນທຽບເທົ່າ = 6 ມີມວນສານ ກຣາມທຽບເທົ່າ  $\frac{392}{6} = 65,33\text{g}$  ໝາຍວ່າ  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  65,33 g ລະລາຍໃນນ້ຳ 1L ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 1N.

**ຕົວຢ່າງ 4:** ທາດລະລາຍ  $\text{KMnO}_4$  ມີມວນສານໂມເລກຸລ 158 ເມື່ອ  $\text{KMnO}_4$  ຖືກອີດົວກາຍເປັນ  $\text{Mn}^{2+}$  ນັ້ນຄື  $\text{Mn}^{7+} + 5\text{e} \longrightarrow \text{Mn}^{2+}$  ດັ່ງນັ້ນ, ມີຈຳນວນທຽບເທົ່າ = 5 ມີມວນສານກຣາມ.

ທຽບເທົ່າ  $\frac{158}{5} = 31,6\text{g}$  ໝາຍວ່າ  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  31,6 g ລະລາຍໃນນ້ຳ 1L ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 1N.

## 2.5 ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເປັນເສດສ່ວນໂມລ

ໝາຍເຖິງອັດຕາສ່ວນລະຫວ່າງຈຳນວນ ໂມລຂອງທາດຖືກລະລາຍກັບຈຳນວນໂມລທັງໝົດ(ຈຳນວນໂມລທາດຖືກລະລາຍບວກ ກັບ ຈຳນວນໂມລຂອງຕົວລະລາຍ) ເສດສ່ວນໂມລ ໃຊ້ສັນຍະລັກແມ່ນ X ເຊິ່ງຄິດໄລ່ຕາມສູດລຸ່ມນີ້:

$$\text{ເສດສ່ວນໂມລ} = \frac{\text{ຈຳນວນໂມລທາດຖືກລະລາຍ}}{\text{ທາດຖືກລະລາຍ (X) ຈຳນວນໂມລ ທາດຖືກລະລາຍ + ຈຳນວນໂມລ ທາດພາລະລາຍ}}$$

$$\text{ຫຼື ຂຽນເປັນ: } X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}$$

$$\text{ຫຼື } X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}$$

$$\text{ຫຼື } X_i = \frac{n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}$$

**ຕົວຢ່າງ:** ທາດລະລາຍໜຶ່ງປະກອບມີນ້ຳ 36g ແລະ ກູເຊີຣິນ  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  46g , ເສດສ່ວນໂມລແຕ່ລະ ສ່ວນປະກອບຈະມີເທົ່າໃດ?

**ວິທີແກ້:** ຊອກຈຳນວນໂມລ ຂອງແຕ່ລະສ່ວນປະກອບ:

$$\begin{aligned} n &= \frac{m}{M} & \text{p } n(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{36}{18} = 2 \text{ mol} \\ \text{ຈາກ: } n(\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3) &= \frac{46}{92} = 0,5 \text{ mol} \\ X(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{2}{2+0,5} = 0,8 \\ X(\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3) &= \frac{0,5}{2+0,5} = 0,2 \end{aligned}$$

### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

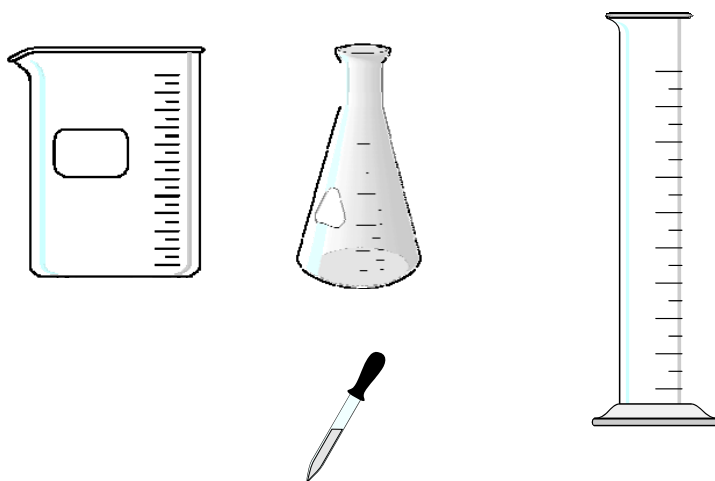
1. ທາດລະລາຍໜຶ່ງ ເຊິ່ງປະກອບດ້ວຍກລຸຍໂກ  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ຈຳນວນ 100 g ໃນນ້ຳ 200g ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ເປັນສ່ວນຮ້ອຍໂດຍມວນສານຕໍ່ມວນສານເທົ່າໃດ?
2. ຖ້າອາກາດ  $1000 \text{ cm}^3$  ມີກາສ  $\text{N}_2\text{O}$  ຈຳນວນ  $3,30 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$  ຈະມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດຂອງ  $\text{N}_2\text{O}$  ໃນອາກາດເທົ່າໃດ?
3. ຈົ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເປັນສ່ວນຮ້ອຍໂດຍມວນສານຕໍ່ໄປນີ້:
  - ກ. NaCl 50g ໃນນ້ຳ 200g
  - ຂ. ອາຊິດອາເຊຕິກ 0,4 mol ໃນນ້ຳ 3,0 mol
4. ຈົ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເປັນສ່ວນຮ້ອຍໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດຕໍ່ໄປນີ້:
  - ກ. NaCl mol ໃນທາດລະລາຍ  $0,650 \text{ dm}^3$
  - ຂ. HCl 0,015 mol ໃນທາດລະລາຍ  $10 \text{ cm}^3$
  - ຄ.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  400 g ໃນທາດລະລາຍ  $800 \text{ cm}^3$

- ງ.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  53 g ໃນທາດລະລາຍ  $1 \text{ dm}^3$
5. ຈະຕ້ອງການນ້ຳຈັກກິໂລກຣາມ ເພື່ອລະລາຍ  $\text{NaCl}$  234g ໃຫ້ໄດ້ທາດລະລາຍທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,25 \text{ mol/kg}$
  6. ທາດລະລາຍທີ່ມີນ້ຳ  $0,5 \text{ mol}$  ແລະ ເອຕາໂນນ  $0,03 \text{ ໂມລ}$  ຈົ່ງຄິດໄລ່ຫາເສດສ່ວນໂມລຂອງທາດຖືກລະລາຍມີເທົ່າໃດ?
  7. ຈົ່ງຊອກຫາເສດສ່ວນໂມລຂອງທຸກອົງປະກອບໃນທາດລະລາຍ  $\text{NaCl}$  10% ໂດຍມວນສານຕໍ່ມວນສານ?
  8. ທາດລະລາຍຊະນິດໜຶ່ງປຸງແຕ່ງໄດ້ຈາກການປະສົມເອຕາໂນນ  $10\text{g}$  ກັບນ້ຳຈຳນວນ  $100\text{g}$  ຈົ່ງຊອກຫາເສດສ່ວນໂມລຂອງເອຕາໂນນໃນທາດລະລາຍ?
  9. ຈົ່ງຊອກຫາເສດສ່ວນໂມລຂອງອົງປະກອບແຕ່ລະຊະນິດໃນທາດລະລາຍທີ່ປະກອບດ້ວຍທາດ A  $0,5 \text{ mol}$ ; B  $2,0 \text{ mol}$  ແລະ ນ້ຳ  $5,0 \text{ mol}$ ?

## ບົດທີ 6 ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ

### 1. ການກຽມທາດລະລາຍ

ໃນຫ້ອງທົດລອງເຄມີ ສ່ວນຫຼາຍການໃຊ້ທາດລະລາຍມີຄວາມຈຳເປັນຕ້ອງໄດ້ມີການກະກຽມທາດລະລາຍໃຫ້ມີຄວາມເຂັ້ມຊັນຕາມທີ່ຕ້ອງການ ຖ້າທາດລະລາຍມີຄວາມເຂັ້ມຊັນ ບໍ່ແນ່ນອນກໍຈະມີຜົນຕໍ່ການທົດລອງໄດ້. ທາດລະລາຍທີ່ຈະນຳໃຊ້ໃນການທົດລອງຕ້ອງຖືກຕ້ອງຊັດເຈນ; ທາດລະລາຍຈະມີຄວາມຖືກຕ້ອງຊັດເຈນພຽງໃດນັ້ນມັນຂຶ້ນຢູ່ກັບຄວາມບໍລິສຸດຂອງທາດ, ການຊັ່ງນ້ຳໜັກ ແລະ ການແທກບໍລິມາດຂອງທາດລະລາຍ. ໂດຍປົກກະຕິແລ້ວ ການກະກຽມທາດລະລາຍຢູ່ໃນຫ້ອງທົດລອງຕ້ອງມີການຄຳນວນຢ່າງລະອຽດ, ຈະຕ້ອງໃຊ້ເຄື່ອງຊ່ຽງທີ່ສາມາດຊ່ຽງທາດໄດ້ເຖິງທົດສະນິຍົມໃນຕຳແໜ່ງທີ 4 ຂອງກຣາມ ແລະ ອ່ານຄ່າ ໄດ້ລະອຽດເຖິງ 0,0001 ກຣາມ, ສ່ວນພາຊະນະທີ່ໃຊ້ກຽມທາດລະລາຍ ແລະ ວັດບໍລິມາດຈະໃຊ້ກວດວັດບໍລິມາດທີ່ສະອາດ ເຊິ່ງມີຂະໜາດແຕກຕ່າງກັນ.



ຮູບ 6.1 ຊຸດອຸປະກອນການກະກຽມທາດລະລາຍ

## 2. ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ.

ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍມີ 2 ວິທີຄື: ເອົາທາດທີ່ບໍລິສຸດມາລະລາຍໃນທາດພາລະລາຍໂດຍກົງ ຫຼື ນຳເອົາທາດລະລາຍທີ່ມີຢູ່ແລ້ວ ມາຕື່ມທາດພາລະລາຍເພື່ອໃຫ້ທາດລະລາຍຈາງລົງ, ລາຍລະອຽດ ແຕ່ວິທີການປຸງແຕ່ງມີດັ່ງນີ້:

### 2.1 ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍໂດຍກົງ.

ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍໂດຍກົງ ແມ່ນການຊຸ່ງເອົາທາດທີ່ຕ້ອງການຈະລະລາຍໄປລະລາຍໃນທາດພາລະລາຍສ່ວນໃດສ່ວນໜຶ່ງກ່ອນພໍເລັກນ້ອຍ; ຫຼັງຈາກນັ້ນຈຶ່ງຕື່ມທາດພາລະລາຍ ແລ້ວຄົນເຂົ້າກັນເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຕາມບໍລິມາດທີ່ຕ້ອງການ.

ສຳລັບການຄິດໄລ່ໃນການປຸງແຕ່ງນີ້ ມີສອງວິທີຄື:

- ຄິດໄລ່ແບບເລກສາມປະການ.

- ຄິດໄລ່ໂດຍໃຊ້ແບບຕັ້ງ:  $n = \frac{CV}{1000}$  ເຊິ່ງ  $n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_0} = \frac{V}{V_0}$

$n$  ແມ່ນຈຳນວນໂມລ

$C$  ແມ່ນຄວາມເຂັ້ມຊຸ່ນໂມລ/ລິດ

$m$  ແມ່ນມວນສານຂອງທາດຖືກລະລາຍ

$M$  ແມ່ນມວນສານໂມເລກຸນຂອງທາດຖືກລະລາຍ

$N$  ແມ່ນຈຳນວນອະນຸພາກ( ໂມເລກຸນ, ອາໂຕມ ຫຼື ອີອົງ)

$N_0$  ແມ່ນຈຳນວນອາໂວຄາໂດຣ  $= 6,02 \times 10^{23}$

$V$  ແມ່ນບໍລິມາດທາດລະລາຍ

$V_0$  ແມ່ນບໍລິມາດຂອງທາດອາຍ 22,4 L/ mol ຂອງທາດອາຍຢູ່ເງື່ອນໄຂມາດຕາ

ຖານ (STP).

**ການຄິດໄລ່ທາປະລິມານຂອງທາດຖືກລະລາຍ**



**ຕົວຢ່າງ:** ມວນສານຂອງເກືອແກງ NaCl ທີ່ຈະເອົາມາປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍໃຫ້ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $1,0 \text{ mol/dm}^3$  ໃນບໍລິມາດ  $250 \text{ cm}^3$  ຕ້ອງໃຊ້ NaCl ຈັກກຮາມ? ແລະ ເຮັດວິທີໃດ?

**ວິທີແກ້:**

- ມວນສານໂມເລກຸລຂອງ NaCl =  $23 + 35,5 = 58,5$
- ທາດລະລາຍມີບໍລິມາດເທົ່າ  $250 \text{ cm}^3$

$$m = \frac{CV}{1000} = m = \frac{m}{M} = m = \frac{CVM}{1000}$$

ແທນຄ່າໃສ່ຈະໄດ້

$$m = \frac{CVM}{1000} = m = \frac{1,0 \times 250 \times 58,5}{1000} = 14,625 \text{ g}$$

- ຫຼື ຄິດໄລ່ແບບເລກສາມປະການ. ທາດລະລາຍມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $1,0 \text{ mol/L}$  ມີຄວາມໝາຍວ່າ ທາດລະລາຍ  $1 \text{ L}$  ຫຼື  $1000 \text{ cm}^3$  ມີ NaCl  $1,0 \text{ mol}$  ຫຼື  $58,5 \text{ g}$
- ເຮົາຕ້ອງການທາດລະລາຍ  $250 \text{ cm}^3$  ຕ້ອງໃຊ້ NaCl ຈັກ g ?

$$X = \frac{58,5 \times 250}{1000} = 14,625 \text{ g}$$

ສະແດງວ່າ ຕ້ອງຊຶ້ງເກືອແກງ NaCl ຈຳນວນ  $14,625 \text{ g}$  ລະລາຍລົງໃນນ້ຳກັ່ນໃຫ້ມີບໍລິມາດ  $250 \text{ mL}$

**ການເຮັດໃຫ້ເປັນທາດລະລາຍ**

ເມື່ອຊຶ້ງ NaCl ຕາມປະລິມານທີ່ຄິດໄລ່ໄດ້ຄື:  $14,625 \text{ g}$  ແລ້ວນຳມາລະລາຍດ້ວຍນ້ຳກັ່ນປະມານ  $100 \text{ cm}^3$  ໃນບົກເກີ; ເທ ທາດລະລາຍຜ່ານຈວຍຕອງລົງໃນກວດທີ່ມີຂະໜາດບັນຈຸບໍລິມາດ  $250 \text{ cm}^3$  ແລ້ວໃຊ້ນ້ຳກັ່ນ ຈຳນວນເລັກນ້ອຍລ້າງບົກເກີ 2-3 ຄັ້ງ ແລະ ເທຜ່ານຈວຍຕອງ ຈົນທາດລະລາຍຖືກຊະລ້າງລົງໄປຈົນໝົດ, ບໍລິມາດທາດລະລາຍໃນກວດບໍ່ຄວນເກີນ  $2/3$  ຂອງບໍລິມາດທາດທັງໝົດ ຈາກນັ້ນ ສັ່ນກວດຄ່ອຍໆ ເພື່ອໃຫ້ທາດລະລາຍປະສົມກັນເປັນເນື້ອດຽວແລ້ວເຕີມນ້ຳກັ່ນລົງໄປເທື່ອລະໜ້ອຍ ຈົນກວ່າຈະໄດ້ບໍລິມາດທາດລະລາຍ  $250 \text{ cm}^3$ .

## 2.2 ການປຸງແຕ່ງໂດຍເຮັດໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເພີ່ມຂຶ້ນ ຫຼື ຈາງລົງ.

ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ ໂດຍເຮັດໃຫ້ເຂັ້ມຂຸ້ນເພີ່ມຂຶ້ນ ຫຼື ຈາງລົງ ແມ່ນໃຊ້ກຳລະນີທີ່ມີທາດລະລາຍຢູ່ແລ້ວນຳມາປຸງແຕ່ງໃໝ່ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນທີ່ຕ້ອງການ ເຊິ່ງມີວິທີດັ່ງນີ້:

ກ) ການປຸງແຕ່ງໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເພີ່ມຂຶ້ນ ຕ້ອງຕື່ມທາດຖືກລະລາຍລົງໄປ ຫຼື ອາດຈະເຮັດໃຫ້ຕົວລະລາຍລະເຫີຍອອກໄປ.

ຂ) ການປຸງແຕ່ງໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເຈືອຈາງລົງ ຕ້ອງຕື່ມຕົວລະລາຍລົງໄປ, ແຕ່ຕ້ອງຜ່ານການ ຄິດໄລ່ ຕາມສູດດັ່ງລຸ່ມນີ້.

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

- $C_1$  ແລະ  $C_2$  ແມ່ນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເປັນໂມລ/ລິດ ເກົ່າ ແລະ ໃໝ່ ຕາມລຳດັບ
- $V_1$  ແລະ  $V_2$  ແມ່ນບໍລິມາດຂອງທາດລະລາຍເກົ່າ ແລະ ໃໝ່ ຕາມລຳດັບ
- ການຄິດໄລ່ນ້ຳກັ່ນທີ່ຕ້ອງການຕື່ມລົງໃນທາດລະລາຍ:  $V = V_2 - V_1$

**ຕົວຢ່າງ1:** ທາດລະລາຍຂອງ NaOH ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 0,1 mol/L 250 mL ຢູ່ໃນກວດແກ້ວໜຶ່ງ, ຢາກປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍດັ່ງກ່າວໃຫ້ໄດ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 2 mol/L ຈະເຮັດແນວໃດ?

**ວິທີແກ້:** ອີງຕາມສູດ  $C_1V_1 = C_2V_2$

ຮູ້ວ່າ  $C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$  ແລະ  $C_2 = 2 \text{ mol/L}$

$V_1 = 250 \text{ mL}$  ແລະ  $V_2 = ?$

$250 \text{ mL} = 0,25 \text{ L}$

$0,1 \times 0,25 = 2 \times V_2$

$$\text{ດັ່ງນັ້ນ } V_2 = \frac{0,1 \times 0,25}{2} = 0,0125 \text{ L} = 12,5 \text{ mL}$$

ໝາຍວ່າ ຕ້ອງເຮັດໃຫ້ຕົວລະລາຍລຸດລົງ, ໃຫ້ບໍລິມາດຍັງເຫຼືອ 12,5 g ຫຼື ຕື່ມທາດຖືກລະລາຍລົງໄປອີກ ແຕ່ຕ້ອງໄດ້ຄຳນວນຢ່າງລະອຽດດັ່ງນີ້. ທາດລະລາຍ 0,1 mol/L ມີຄວາມໝາຍວ່າ ທາດລະລາຍ 1 L ມີ NaOH 0,1 mol = 4g

ທາດລະລາຍ 250 mL ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 0,1 mol/L ຈະມີ NaOH = 1 g  
ດັ່ງນັ້ນ, ທາດລະລາຍ 250 mL ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 2 mol/L ຈະມີ

$$\text{NaOH} = \frac{2 \times 1}{0,1} = 20 \text{ g}$$

**ຕົວຢ່າງ 2:** ທາດລະລາຍຂອງ KOH ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 5 ໂມລ/ລິດ ຢູ່ໃນກວດແກ້ວໜຶ່ງ, ຢາກປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍດັ່ງກ່າວໃຫ້ໄດ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 0,2 mol/L ບໍລິມາດ 250 mL ຈະເຮັດແນວໃດ?

**ວິທີແກ້:** ຮູ້:  $C_1 = 5 \text{ mol/L}$ ;  $C_2 = 0,2 \text{ mol/L}$ ;  $V_2 = 250 \text{ ml}$ ;  $V_1 = ?$

ນຳໃຊ້ສູດ  $C_1 V_1 = C_2 V_2$

$$V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{0,2 \text{ mol/L} \times 250 \text{ ml}}{5 \text{ mol/L}} = 10 \text{ ml} \approx 10 \text{ cm}^3$$

ສະນັ້ນ ເອົາທາດລະລາຍຂອງ KOH ເບື້ອງຕົ້ນ 10 mL ຫຼື  $10 \text{ cm}^3$ , ແລ້ວຕື່ມນ້ຳກັນຈົນໃຫ້ໄດ້ທາດລະລາຍ 250 mL ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 0,2 mol/L(M).

**ຄ)** ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ ຈາກທາດລະລາຍທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນແຕກຕ່າງກັນ ແມ່ນການນຳເອົາທາດລະລາຍຊະນິດດຽວກັນ ແຕ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນແຕກຕ່າງກັນມາປົນກັນໂດຍຄິດໄລ່ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃໝ່ອີງຕາມສູດລຸ່ມນີ້:

$$CV = C_1 V_1 + C_2 V_2 + \dots + C_n V_n$$

$C_1, C_2 \dots C_n$  ແທນໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍເດີມ ມີຫົວໜ່ວຍເປັນ  $\text{mol/dm}^3$  ຫຼື  $\text{mol/L}$

$V_1, V_2 \dots V_n$  ແທນໃຫ້ບໍລິມາດເດີມຂອງທາດລະລາຍມີຫົວໜ່ວຍ  $\text{cm}^3$  ຫຼື  $\text{dm}^3$

$C$  ແທນໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃໝ່ຂອງທາດລະລາຍ

$V$  ແທນໃຫ້ບໍລິມາດໃໝ່ຂອງທາດລະລາຍ

**ຕົວຢ່າງ:** ເມື່ອທາດລະລາຍ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ແຕ່ລະກວດທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 0,1; 0,3; 0,5 mol/L ຈຳນວນ 300mL; 250mL; 50mL ຕາມລຳດັບ. ຖ້າເອົາມາປົນກັນໃສ່ໃນກວດດຽວກັນຈະໄດ້ທາດລະລາຍໃໝ່ທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເທົ່າໃດ?

ວິທີແກ້: ອີງຕາມສູດ  $CV = C_1V_1 + C_2V_2 + C_3V_3$

ຮູ້ວ່າ:  $C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$ ;  $C_2 = 0,3 \text{ mol/L}$ ;  $C_3 = 0,5 \text{ mol/L}$

$V_1 = 300 \text{ mL}$ ;  $V_2 = 250 \text{ mL}$ ;  $V_3 = 50 \text{ mL}$

$V_{\text{ໝົ່}} = 300 \text{ mL} + 250 \text{ mL} + 50 \text{ mL} = 600 \text{ mL}$   $C_{\text{ໝົ່}} = ?$

ເຮົາຈະໄດ້

$$C = \frac{C_1V_1 + C_2V_2 + C_3V_3}{V} = \frac{0,1 \times 300 + 0,3 \times 270 + 0,5 \times 50}{600} = 0,22 \text{ mol/L}$$

### 3. ການປຸງໜົ່ວໜ່ວຍຄວາມເຂັ້ມຊຸ້ນ.

#### 3.1 ສ່ວນຮ້ອຍໂດຍມວນສານຕໍ່ມວນສານເປັນໂມລຕໍ່ລິດ.

ກຳນົດໃຫ້  $n$  = ຈຳນວນໂມລຂອງທາດ  $C$  = ຄວາມເຂັ້ມຊຸ້ນຂອງທາດລະລາຍ

$V$  = ບໍລິມາດຂອງທາດລະລາຍ  $m$  = ມວນສານຂອງທາດຖືກລະລາຍ

$M$  = ມວນສານໂມເລກຸນ ຂອງທາດຖືກລະລາຍ

$\Sigma m$  = ຜົນບວກມວນສານຂອງທາດຖືກລະລາຍ ແລະ ຕົວລະລາຍ.

$$\text{ຈາກ } n = \frac{CV}{1000} \quad \text{ແລະ } n = \frac{m}{M} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{1000m}{MV}$$

$$\text{ຈາກ } \% \text{ ຂອງທາດ} = \frac{m \times 100}{\Sigma m} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{\% \times \Sigma m}{100}$$

$$\text{ແທນຄ່າໃສ່ຈະໄດ້ } C = \frac{\frac{\% \times \Sigma m}{100} \times 1000}{MV}$$

$$= \frac{\% \times \Sigma m \times 10}{MV} \quad \text{ຍ້ອນວ່າ: } \frac{m}{V} = D \quad (D = \text{ຄວາມໜາແໜ້ນ})$$

$$\text{ດັ່ງນັ້ນ } C = \frac{\% \times 10 \times D}{M}$$

ຕົວຢ່າງ: ນ້ຳສົ້ມຊະນິດໜຶ່ງມີອາຊິດອາເຊຕິກ ຢູ່ 8% ໂດຍມວນສານ ແລະ ມີຄວາມໜາແໜ້ນ  $1,13 \text{ g/cm}^3$  ຖາມວ່າ ນ້ຳສົ້ມດັ່ງກ່າວມີອາຊິດອາເຊຕິກເຂັ້ມຊຸ້ນເປັນ  $\text{mol/dm}^3$  ເທົ່າໃດ?

**ວິທີແກ້:**

ຮູ້ວ່າ:  $D = 1,13 \text{ g/cm}^3$ ,  $X = 8\%$ ,  $M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 60$  ຊອກຫາ  $C = ?$

ອີງຕາມແບບຕັ້ງ:  $C = \frac{\% \times 10 \times D}{M}$  ແທນຄ່າຈະໄດ້

$$C = \frac{8\% \times 10 \times 1,13}{60} = 1,5 \text{ mol/L}$$

### 3.2 ສ່ວນຮ້ອຍໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດເປັນໂມລຕໍ່ລິດ.

ກໍລະນີນີ້ ບໍ່ຕ້ອງການອາໄສຄວາມໜາແໜ້ນຂອງທາດລະລາຍກໍໄດ້  
ແຕ່ເຮົາສາມາດນຳໃຊ້ສູດໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$C = \frac{\% \times 10}{M}$$

ຕົວຢ່າງ: ທາດລະລາຍມີຄວາມເຂັ້ມຊຸ້ນ 15% ໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດ ຈົ່ງປ່ຽນຄວາມເຂັ້ມຊຸ້ນ  
ດັ່ງກ່າວເປັນໂມລ/ລິດ.

**ວິທີແກ້:**

ຮູ້ວ່າ:  $X = 15\%$ ,  $M_{\text{NaCl}} = 58,5$  ຊອກຫາ  $C = ?$

ອີງຕາມແບບຕັ້ງ:  $C = \frac{\% X \times 10}{M}$  ແທນຄ່າຈະໄດ້

$$C = \frac{15\% \times 10}{58,5} = 2,56 \text{ mol/L}$$

### 3.3 ການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຊຸ້ນ Molarity ເປັນ Normality.

Normality = Molarity x ຈຳນວນທຽບເທົ່າ

ຕົວຢ່າງ: ຈົ່ງຄິດໄລ່ເປັນ N ຂອງທາດລະລາຍລຸ່ມນີ້:

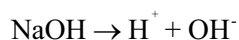
ກ. ທາດລະລາຍ NaOH 0,2 M

ຂ. ທາດລະລາຍ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 M

**ວິທີແກ້:** ອີງຕາມສູດ Normality = Molarity x ຈຳນວນທຽບເທົ່າ

ກ.  $0,2 \times 1 = 0,2 \text{ N}$

ຫຼື NaOH ແຕກຕົວໄດ້ຄັ້ງດຽວຄື:  $\text{NaOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$  ສະນັ້ນ  $\text{OH}^- = 1$



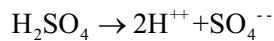
$$1M \rightarrow 1N$$

$$0,2M \rightarrow ?$$

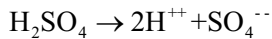
$$\text{ຈະໄດ້ } \frac{0,2M \times 1N}{1M} = 0,2N$$

$$\text{ຂ. } 0,5 \times 2 = 1 N$$

ຫຼື  $H_2SO_4$  ແຕກຕົວໄດ້ສອງຄັ້ງຄື:



$$\text{ສະນັ້ນ } 2H^{++} = 2$$



$$1M \rightarrow 2N$$

$$0,5 M \rightarrow ?$$

$$\text{ຈະໄດ້ } \frac{0,5M \times 2N}{1M} = 1N$$

### ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ທາດລະລາຍ  $NH_4Cl$  ເຂັ້ມຊັ້ນ 40% ໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດ ຈຳນວນ  $50 \text{ cm}^3$  ຖ້າຕ້ອງການເຮັດໃຫ້ທາດລະລາຍມີຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນເພີ່ມຂຶ້ນເປັນ 60% ໂດຍມວນສານຕໍ່ບໍລິມາດຈະຕ້ອງຕື່ມ  $NH_4Cl$  ລົງໄປຈັກກຣາມ?
2. ທາດລະລາຍອາຊິດນິຕຣິກທີ່ປຸງແຕ່ງຈາກທາດລະລາຍອາຊິດນິຕຣິກ 0,1 M ຈຳນວນ 50,00 mL ກັບອາຊິດນິຕຣິກ 0,20 M ຈຳນວນ 100 mL ແລ້ວຕື່ມນໍ້າອີກ 50 mL ຈະໄດ້ທາດລະລາຍທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນ ເປັນ molar ເທົ່າໃດ?
3. ນໍ້າສົ້ມມີອາຊິດອາເຊຕິກ ລະລາຍ 5% ໂດຍມວນສານ ຕໍ່ ມວນສານຄວາມໜາແໜ້ນຂອງອາຊິດອາເຊຕິກບໍລິສຸດ  $1,06 \text{ g/cm}^3$  ຈົ່ງຊອກຫາ:
  - ກ. ຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນຂອງນໍ້າສົ້ມເປັນ M
  - ຂ. ນໍ້າສົ້ມ  $500 \text{ cm}^3$  ມີນໍ້າປົນຢູ່ຈັກກຣາມ?

4. ຈົ່ງຊອກຫາມວນສານຂອງທາດຖືກລະລາຍນາຕຣີໂມໂນຮີໂດຣ ພຶດສະພັດ ໃນທາດລະລາຍເຂັ້ມຊັ້ນ 0,460 M ຈຳນວນ 1,75 L.
5. ຈົ່ງປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ KOH 0,50 mol/L ຈຳນວນ 250mL ຈາກ:
  - ກ. KOH ທີ່ເປັນທາດແຂງ
  - ຂ. ທາດລະລາຍ KOH 1,25 M
6. ຖ້າຕ້ອງການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ ຊີນ(II)ນິຕຣັດ 0,05 mol/dm<sup>3</sup> ຈຳນວນ 100 cm<sup>3</sup> ຈາກທາດລະລາຍ ຊີນ(II) ນິຕຣັດ 0,2 mol/dm<sup>3</sup> ຈົ່ງຊອກຫາ:
  - ກ. ຈະຕ້ອງໃຊ້ທາດລະລາຍຊີນ(II)ນິຕຣັດ 0,2 mol/dm<sup>3</sup> ປະລິມານເທົ່າໃດ?
  - ຂ. ທາດລະລາຍທີ່ເຈືອຈາງແລ້ວ ມີຊີນ(II) ນິຕຣັດລະລາຍຢູ່ຈັກກຣາມ?
7. ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍມາເຢຊຸນພັດ 0,1 mol/L ຈຳນວນ 100 cm<sup>3</sup> ຈະຕ້ອງໃຊ້ມາເຢຊຸນພັດຈັກກຣາມ ແລະ ໃຫ້ຄິດໄລ່ເປັນຈຳນວນໂມລ?
8. ຈົ່ງຄິດໄລ່ການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍເງິນນິຕຣັດ 0,1 mol/dm<sup>3</sup> ຈຳນວນ 250 cm<sup>3</sup> ຈາກພິກເງິນນິຕຣັດ.
9. ຖ້າຕ້ອງການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍກາລີອີອົດດົວ 2 mol/L ຈຳນວນ 250 cm<sup>3</sup> ຈະຕ້ອງໃຊ້ກາລີອີອົດດົວຈັກກຣາມ ແລະ ໃຫ້ຄິດໄລ່ເປັນຈຳນວນໂມລ?
10. ຊີນ(II)ນິຕຣັດ 3,31g ໃຊ້ປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍຊີນ (II) ນິຕຣັດ ທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນ 0,25 mol/dm<sup>3</sup>  
ຈົ່ງຊອກຫາບໍລິມາດຂອງທາດລະລາຍ ແລະ ຈຳນວນໂມລຂອງຊີນ(II)ນິຕຣັດ?
11. ຈົ່ງຊອກຫາປະລິມານຂອງທາດລະລາຍເລີ່ມຕົ້ນທີ່ຕ້ອງການເພື່ອນຳໃຊ້ໃນການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍຕໍ່ໄປນີ້:
  - ກ. ປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ HCl 6,0 mol/dm<sup>3</sup> ຈຳນວນ 500 cm<sup>3</sup> ຈາກທາດລະລາຍ HCl 12 mol/dm<sup>3</sup>
  - ຂ. ປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ HNO<sub>3</sub> 1,0 mol/dm<sup>3</sup> ຈຳນວນ 100 cm<sup>3</sup> ຈາກທາດລະລາຍ HNO<sub>3</sub> 6 mol/dm<sup>3</sup>

12. ທາດລະລາຍ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ເຂັ້ມຊັ້ນ 27% ໂດຍມວນສານ ແລະ ມີຄວາມໜາແໜ້ນ  $1,198\text{g/cm}^3$  ຈະມີຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນຈັກ M ?
13. ຈົ່ງຄິດໄລ່ຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນຂອງທາດລະລາຍລຸ່ມນີ້ ມີຈັກນໍມາລິຕີ (N)
- ກ.  $\text{HNO}_3$  6,66g ໃນທາດລະລາຍ  $1\text{ dm}^3$
- ຂ.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20,5g ໃນທາດລະລາຍ  $1\text{ dm}^3$
14. ຖ້າຕ້ອງການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍອາຊິດອາເຊຕິກເຂັ້ມຊັ້ນ 0,5 M ຈຳນວນ 150 ml ຈາກທາດລະລາຍອາຊິດອາເຊຕິກທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນ 2 M ຈະຕ້ອງໃຊ້ຈັກ mL ແລະ ຈະຕື່ມນໍ້າກໍ່ນອີກຈັກ mL?
15. ໃນການປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍ  $\text{HNO}_3$  ເຂັ້ມຊັ້ນ  $0,1\text{mol/dm}^3$  ຈຳນວນ 2 L ຈະຕ້ອງໃຊ້  $\text{HNO}_3$  ຈັກ g ?



## ບົດທີ 7 ບາງລັກສະນະຂອງທາດລະລາຍ

### 1. ລັກສະນະຄອລລິເກຕິບ (Colligative property).

ແມ່ນຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບຂອງທາດລະລາຍ ເຊິ່ງຂຶ້ນຢູ່ກັບປະລິມານທາດຖືກລະລາຍທີ່ເປັນໂມເລກຸລໂກວາລັງໄດ້ແກ່ຈຸດກ້າມແຂງທີ່ຫຼຸດລົງ, ຈຸດຟົດທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນ, ຄວາມດັນອາຍຫຼຸດລົງ ແຕ່ໃນນີ້ຈະກ່າວສະເພາະຈຸດກ້າມແຂງທີ່ຫຼຸດຕໍ່າລົງ ແລະ ຈຸດຟົດທີ່ສູງຂຶ້ນດັ່ງນີ້:

1.1. ຈຸດກ້າມແຂງທີ່ຫຼຸດລົງ ໝາຍເຖິງຈຸດກ້າມແຂງຂອງທາດລະລາຍ ຕໍ່າກວ່າຈຸດກ້າມແຂງຂອງທາດພາລະລາຍເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍຂອງນໍ້າຕານ ຫຼື ທາດລະລາຍຢູເຣຍ ທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 1 m ຫຼື 1 mol/kg ຈະມີຈຸດກ້າມແຂງ  $-1,86^{\circ}\text{C}$  ສະແດງວ່າ: ຈຸດກ້າມແຂງຂອງທາດລະລາຍນໍ້າຕານ ຫຼື ທາດລະລາຍຢູເຣຍທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເທົ່າກັນ ຖ້າທຽບໃສ່ກັບຈຸດກ້າມແຂງຂອງທາດພາລະລາຍຄື: ນໍ້າມີຈຸດກ້າມແຂງ  $0^{\circ}\text{C}$  ຈະມີຄ່າຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດກ້າມແຂງຄື:  $0^{\circ}\text{C} - (-1,86^{\circ}\text{C}) = 1,86^{\circ}\text{C}$  . ດັ່ງນັ້ນ, ຄຳນີ້ຈຶ່ງເອີ້ນວ່າ: ຄ່າຄົງທີ່ການຫຼຸດລົງຂອງຈຸດກ້າມແຂງຂອງນໍ້າ  $K_f = 1,86^{\circ}\text{C}$ .

1.2. ຈຸດຟົດທີ່ສູງຂຶ້ນ ໝາຍເຖິງຈຸດຟົດຂອງທາດລະລາຍສູງກວ່າຈຸດຟົດຂອງທາດພາລະລາຍຄືເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍ ນໍ້າຕານ ຫຼື ທາດລະລາຍຢູເຣຍ ທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ 1mol/kg ຈະມີຈຸດຟົດເທົ່າກັນຄື:  $100,512^{\circ}\text{C}$ . ສະແດງວ່າ ຄ່າຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດຟົດລະຫວ່າງທາດລະລາຍກັບທາດພາລະລາຍຄື: ນໍ້າເຊິ່ງມີຈຸດຟົດເທົ່າກັບ  $100^{\circ}\text{C}$  ຈະມີຄ່າຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດຟົດຄື  $0,512^{\circ}\text{C}$ . ສະນັ້ນ, ຄ່າຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດຟົດຄົງທີ່ ນີ້ເອີ້ນວ່າ ຄ່າຄົງທີ່ການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງຈຸດຟົດຂອງນໍ້າ  $K_b = 0,512^{\circ}\text{C}$ .

### 2. ການຄິດໄລ່ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດກ້າມແຂງ ແລະ ຈຸດຟົດ.

ການຄິດໄລ່ ສາມາດຊອກໄດ້ດ້ວຍວິທີປຸງທຽບແບບເລກສາມປະການ ຫຼື ໃຊ້ສູດຕາມຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດກ້າມແຂງ ແລະ ຈຸດຟົດ ດັ່ງນີ້:

$$\Delta T_f = K \cdot m$$

ເຊິ່ງ  $\Delta T_f$  ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງອຸນຫະພູມທີ່ປຸງແປງ.

$K_f$  ຄ່າຄົງທີ່ຂອງທາດລະລາຍ

$m$  ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເປັນໂມລາລິຕີ ຫຼື ໂມລຕ໌ກິໂລກຣາມ.

ຖ້າປຸງບທຽບໃສ່ມວນສານຂອງທາດພາລະລາຍ, ມວນສານຂອງທາດຖືກລະລາຍ ແລະ ມວນສານໂມເລກຸລຂອງທາດຖືກລະລາຍຈະໄດ້ສູດຄິດໄລ່ ດັ່ງນີ້:

**ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດກ້າມແຂງ**

**ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດຟົດ**

$$\Delta T_f = K_f m = K_f \frac{m_1 \times 1000}{m_2 \times M}$$

$$\Delta T_b = K_b m = K_b \frac{m_1 \times 1000}{m_2 \times M}$$

$\Delta T_f$  ຄືຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດກ້າມແຂງ

$\Delta T_b$  ຄືຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດຟົດແຂງ

$K_f$  ຄືຄ່າຄົງທີ່ຂອງຈຸດກ້າມແຂງຂອງທາດລະລາຍ

$K_b$  ຄືຄ່າຄົງທີ່ຂອງຈຸດຟົດຂອງທາດລະລາຍ.

$m_1$  ຄືມວນສານທາດຖືກລະລາຍເປັນກຣາມ  $m_2$  ຄືມວນສານຂອງທາດພາລະລາຍເປັນກຣາມ  
 $M$  ຄືມວນສານໂມເລກຸລຂອງທາດຖືກລະລາຍ.

**ໝາຍເຫດ:** ຄ່າຄົງທີ່  $K_f$  ແລະ  $K_b$  ແມ່ນໄດ້ຈາກການທົດລອງຕົວຈິງ ເຊິ່ງຂຶ້ນກັບ ຊະນິດຂອງທາດລະລາຍ ຈາກການທົດລອງໄດ້ ຄ່າຄົງທີ່  $K_f$  ແລະ  $K_b$  ຂອງບາງທາດລະລາຍດັ່ງນີ້:

ທາດພາລະລາຍ	ຈຸດກ້າມແຂງ(°C)	$K_f$ °C/m	ຈຸດຟົດ (°C)	$K_b$ °C/m
ນ້ຳ	0	1,86	100	0,512
ແບັງແຊນ	5,5	5,12	80,1	2,53
ອາຊິດອາເຊຕິກ	16,5	3,90	118	3,07
ກາກບອນເຕຕາຟຼໍໂຣ	- 22,8	29,8	76,8	5,02
ຄຣ໌ໂຣຟອມ	- 63,5	4,68	61.2	3,63
ເຫຼົ້າອີທິລິກ	- 114,6	1,99	78,4	1,22

**ຕົວຢ່າງ:** ທາດລະລາຍທີ່ເກີດຈາກນ້ຳຕານຊາຍ  $C_{12}H_{22}O_{11}$  15,0g ລະລາຍໃນນ້ຳ 200g ຈະມີຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຈຸດກ້າມແຂງ ແລະ ຈຸດຟືດເທົ່າໃດ?  
( $K_f = 1,8$ ;  $K_b = 0,51$  )

**ວິທີແກ້:**

ຮູ້ວ່າ:  $K_f = 1,8$ ;  $m_1 = 15g$ ;  $M = 342$   $K_b = 0,51$ ;  $m_2 = 200g$ ;  $M = 18$

$$\Delta T_f = ?$$

$$\Delta T_b = ?$$

$$\text{ແບບຕັ້ງ} \quad \Delta T_f = K_f \cdot m = K_f \cdot \frac{m_1 \times 1000}{m_2 \times M}$$

$$\Delta T_b = K_b \cdot m = K_b \cdot \frac{m_1 \times 1000}{m_2 \times M}$$

$$\Delta T_f = \frac{1,8 \times 15 \times 1000}{200 \times 342}$$

$$\Delta T_b = \frac{0,51 \times 15 \times 1000}{200 \times 342}$$

$$\Delta T_f = \frac{1,8 \times 15 \times 1000}{200 \times 342} = 0,4^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_b = \frac{0,51 \times 15 \times 1000}{200 \times 18} = 2,125^\circ\text{C}$$

**ໝາຍເຫດ:** ສຳລັບທາດຖືກລະລາຍທີ່ມີໂຄງຮ່າງເປັນອີອົງຈະມີ  $\Delta T_f$  ແລະ  $\Delta T_b$  ຂຶ້ນກັບຈຳນວນໂມລອີອົງທີ່ແຕກຕົວໃນທາດພາລະລາຍເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍເກືອ NaCl ເຊິ່ງມີສອງໂມລອີອົງ ( $Na^+ + Cl^-$ ) ຈະມີ  $\Delta T_b$  ເປັນ  $1,86 \times 2 = 3,72^\circ\text{C}$ .

## ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ຈົ່ງຄິດໄລ່ຫາຈຸດກ້າມແຂງ ແລະ ຈຸດຟືດຂອງທາດລະລາຍຄລູໂກ ໃນນ້ຳທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຊຸ້ນ 0,02 m ຮູ້ວ່າ: ນ້ຳມີຄ່າ  $K_b = 0,51\text{ }^{\circ}\text{C/m}$  ແລະ  $K_f = 1,86\text{ }^{\circ}\text{C/m}$ .
2. ຈົ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຊຸ້ນ (m) ຂອງ ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ) ທີ່ຈະຕື່ມລົງໃນນ້ຳຈຳນວນ 37,8 g ເພື່ອປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍທີ່ມີຈຸດກ້າມແຂງ  $-0,150\text{ }^{\circ}\text{C}$  ຮູ້ວ່າ: ນ້ຳມີຄ່າ  $K_f = 1,86\text{ }^{\circ}\text{C/m}$ .
3. ຄິດໄລ່ຫາຈຸດກ້າມແຂງຂອງທາດລະລາຍຕໍ່ໄປນີ້:
  - ກ. ທາດລະລາຍກາກບອນເຕຕາກູຣິວ 3,00g ໃນແບ້ງແຊນ 190g. ( $k_f = 5,12$ )
  - ຂ. ທາດລະລາຍເມຕາໂນນໃນນ້ຳເຂັ້ມຊຸ້ນ 1,5m. ( $k_f = 1,86$ )
  - ຄ. ທາດລະລາຍອາຊິດອາເຊຕິກ 0,02 mol ໃນນ້ຳ 200g. ( $k_f = 1,8$ )
4. ທາດລະລາຍນາຟທາແລນ ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ ) 2,11g ລະລາຍໃນຊີແລນ 35g ເປັນທາດລະລາຍມີຈຸດກ້າມແຂງ  $11,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ທາດພາລະລາຍມີຈຸດກ້າມແຂງ  $13,25\text{ }^{\circ}\text{C}$  ຈົ່ງຄິດໄລ່ຫາຄ່າ  $K_f$  ຂອງຊີແລນ?
5. ທາດລະລາຍຊະນິດປຸງແຕ່ງຈາກການລະລາຍກລູຍໂກ 18,00g ໃນນ້ຳ 150,0g ທາດລະລາຍທີ່ໄດ້ມີຈຸດຟືດ  $100,34\text{ }^{\circ}\text{C}$  ຈົ່ງຄິດໄລ່ຫາມວນສານໂມເລກຸລຂອງກລູຍໂກ ກຳນົດຄ່າ  $K_b$  ຂອງນ້ຳ  $0,51\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
6. ຈົ່ງຊອກຫາມວນສານນາຟທາແລນ ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ ) ຈະຕ້ອງຕື່ມລົງໃນແບ້ງແຊນ  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$  50,0g ເພື່ອປຸງແຕ່ງທາດລະລາຍທີ່ມີຈຸດກ້າມແຂງເທົ່າກັບນ້ຳບໍລິສຸດ, ຈຸດກ້າມແຂງຂອງແບ້ງແຊນ  $5,53\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? ,  $K_f$  ຂອງແບ້ງແຊນ 5,12?

### ພາກທີ III ການດຸນດຸ່ງທາງເຄມີ

ການດຸນດຸ່ງທາງເຄມີເປັນສະພາວະທີ່ບໍ່ສາມາດສັງເກດເຫັນການປ່ຽນແປງຕ່າງໆໄດ້ ເລີຍເມື່ອປະຕິກິລິຍາເຄມີຢູ່ໃນສະພາວະທີ່ດຸນດຸ່ງໝາຍເຖິງຄວາມເຂັ້ມຊັນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນມີຄ່າຄົງທີ່ ແລະ ບໍ່ເຫັນມີການປ່ຽນແປງໃດໆໃນລະບົບ, ຢ່າງໃດກໍຕາມການປ່ຽນແປງໃນລະດັບໂມເລກຸລຍັງເກີດຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງຈາກທາດຕັ້ງຕົ້ນຕ້ອງການປ່ຽນເປັນທາດຜະລິດຕະພັນ ແລະ ເຊັ່ນດຽວກັນກັບໂມເລກຸລຂອງທາດຜະລິດຕະພັນກໍຕ້ອງການປ່ຽນເປັນໂມເລກຸລຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ການປ່ຽນແປງທີ່ເກີດແບບຕໍ່ເນື່ອງ ຫຼື ໃນສະພາວະໄດນາມິກ (Dynamic situation) ດັ່ງກ່າວຈຶ່ງເປັນຫົວຂໍ້ທີ່ສໍາຄັນທີ່ຕ້ອງໄດ້ຮຽນຮູ້ກັນໃນບົດນີ້ ເຊິ່ງຈະໄດ້ຮູ້ເຖິງການເກີດປະຕິກິລິຍາຫຼາຍໆຊະນິດ, ທີ່ເກີດຂຶ້ນທີ່ສະພາວະດຸນດຸ່ງ, ຄວາມໝາຍຂອງຄ່າຄົງທີ່ການດຸນດຸ່ງ, ຄວາມສໍາພັນລະຫວ່າງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ ແລະ ຄ່າຄົງທີ່ອັດຕາພ້ອມທັງປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ສະພາວະດຸນດຸ່ງຂອງລະບົບ.

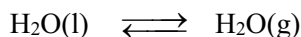
#### ບົດທີ 8 ການດຸນດຸ່ງເຄມີ ແລະ ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ

##### 1. ຈົດສໍານຶກກ່ຽວກັບການດຸນດຸ່ງເຄມີ

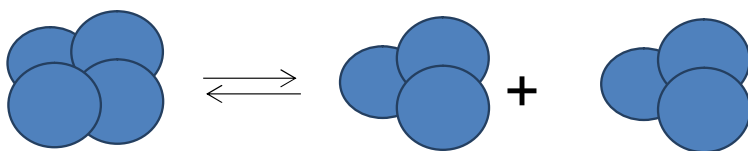
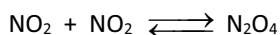
ມີປະຕິກິລິຍາເຄມີທີ່ເກີດຂຶ້ນແບບທົດທາງດຽວ ສ່ວນຫຼາຍແລ້ວມັກເກີດຂຶ້ນແບບກັບປັ້ນຄືນໄດ້ ແລະ ໃນຂະບວນການທີ່ເກີດແບບກັບປັ້ນຄືນໄດ້ນັ້ນ ປະຕິກິລິຍາຈະເກີດໄປຂ້າງໜ້າກ່ອນ ນັ້ນຄືເກີດເປັນທາດຜະລິດຕະພັນ ແລະ ເມື່ອມີທາດຜະລິດຕະພັນເກີດຂຶ້ນຂະບວນການປັ້ນກັບຈະເລີ່ມເກີດຂຶ້ນທັນທີເຮັດໃຫ້ທາດຜະລິດຕະພັນດັ່ງກ່າວກາຍເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ການດຸນດຸ່ງທາງເຄມີ (Chemical equilibrium) ເກີດຂຶ້ນເມື່ອອັດຕາຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາໄປຂ້າງໜ້າເທົ່າກັບອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາປັ້ນກັບ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຊັນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນມີຄ່າຄົງທີ່.

ການດຸນດຸ່ງທາງເຄມີກ່ຽວຂ້ອງກັບການປ່ຽນແປງຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນ ການດຸນດຸ່ງທາງເຄມີຂອງທາດຊະນິດດຽວກັນທີ່ເກີດຂຶ້ນລະຫວ່າງ 2 ສະຖານະນັ້ນເຮົາຮຽກວ່າ ດຸນດຸ່ງທາງກາຍະພາບ (physical equilibrium) ເພາະວ່າ ກ່ຽວຂ້ອງກັບຂະບວນການປ່ຽນແປງທາງກາຍະພາບ.

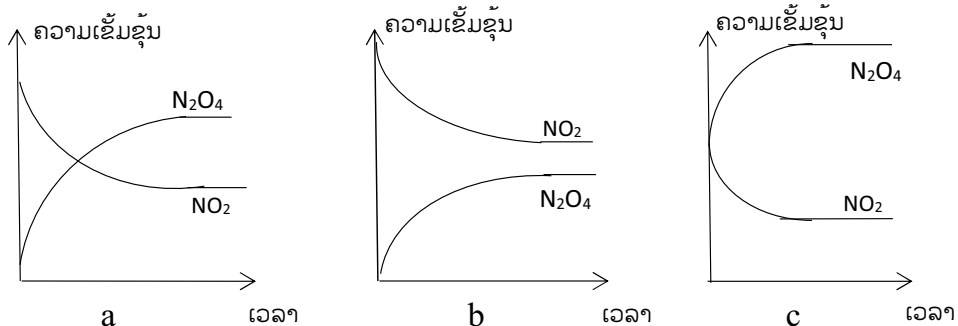
ຕົວຢ່າງ: ເຊັ່ນການລະເຫີຍຂອງນ້ຳພາຍໃນພາຊະນະປິດພາຍໃຕ້ອຸນຫະພູມທີ່ກຳນົດ  
ໃນຂະນະນີ້ຈຳນວນໂມເລກຸລຂອງນ້ຳທີ່ຄວບແໜ້ນເທົ່າກັບທີ່ລະເຫີຍໄປ.



ການສຶກສາເລື່ອງການດູ່ງທາງກາຍະພາບນັບວ່າມີປະໂຫຍດຫຼາຍ ເຊັ່ນ: ຄວາມ  
ດັນອາຍຢູ່ສະພາດູ່ງ, ຢ່າງໃດກໍຕາມນັກເຄມີ ມີຄວາມສົນໃຈໃນເລື່ອງຂະບວນການທາງ  
ເຄມີທີ່ເກີດຂຶ້ນຢູ່ສະພາວະດູ່ງ ຕົວຢ່າງ: ເຊັ່ນປະຕິກິລິຍາທີ່ປັ່ນກັບໄດ້ຂອງກາສນິໂຕຣ  
ແຊນດີອົກຊິດ ( $\text{NO}_2$ ) ແລະ ດີນິໂຕຣແຊນເຕຕຣາອົກຊິດ ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ). ສັງເກດຮູບທີ 8.1



ຮູບທີ 8.1 ປະຕິກິລິຍາແບບປັ່ນກັບໄດ້ຂອງ  $\text{NO}_2$  ແລະ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ຢູ່ພາວະດູ່ງ



ຮູບທີ 8.2 ການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{NO}_2$  ແລະ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ກັບເວລາ.

- ເມື່ອເລີ່ມຕົ້ນມີພຽງ  $\text{NO}_2$  ຢ່າງດຽວ
- ເມື່ອເລີ່ມຕົ້ນມີພຽງ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ຢ່າງດຽວ
- ເມື່ອເລີ່ມຕົ້ນມີ  $\text{NO}_2$  ແລະ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ປະສົມຢູ່ນຳກັນ ເສັ້ນຊື່ຕັ້ງສາກກັບແກນ X ເປັນ  
ເສັ້ນທີ່ສະແດງເຖິງພາວະດູ່ງ

ເຮົາສາມາດຕິດຕາມການດຳເນີນໄປຂອງປະຕິກິລິຍາດັ່ງກ່າວໄດ້ຈາກ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ເພາະວ່າ  
 $\text{N}_2\text{O}_4$  ເປັນກາສທີ່ບໍ່ມີສີ ທັງທີ່  $\text{NO}_2$  ເປັນກາສສີນ້ຳຕານເຂັ້ມ, ເຮັດໃຫ້ສາມາດສັງເກດໄດ້

ງ່າຍໂດຍສະເພາະແມ່ນພາວະທີ່ອາກາດເປັນພິດ, ສົມມຸດວ່າ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ສິດເຂົ້າໄປໃນກວດສູນຍາກາດບາງຄັ້ງຈະສັງເກດເຫັນເປັນສີນ້ຳຕານຂອງ  $\text{NO}_2$  ເກີດຂຶ້ນທັນທີ, ຄວາມເຂັ້ມຂອງສີຈະເພີ່ມຂຶ້ນເລື້ອຍຈົນກະທັ້ງຄົງທີ່ເມື່ອເຖິງພາວະດຸນດຸ່ງ ຫຼັງຈາກນັ້ນ ບໍ່ສາມາດສັງເກດເຫັນການປ່ຽນແປງຂອງສີນ້ຳຕານໄດ້ອີກແລ້ວ (ຄວາມເຂັ້ມຂອງສີນ້ຳຕານບໍ່ມີການປ່ຽນແປງ) ນີ້ກໍເພາະວ່າຄວາມເຂັ້ມຂອງ  $\text{NO}_2$  ແລະ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ມີຄ່າຄົງທີ່ ນອກຈາກນີ້ ຍັງສາມາດຕິດຕາມການເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຸ່ງໄດ້ອີກຈາກການສີດກາສ  $\text{NO}_2$  ເຂົ້າໄປໃນກວດແລ້ວສັງເກດເຫັນສີນ້ຳຕານຄ່ອຍໆຈາງລົງຈົນພິດໄປ, ຫຼື ສາມາດຕິດຕາມໄດ້ຈາກກາສປະສົມລະຫວ່າງ  $\text{NO}_2$  ແລະ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ໂດຍເບິ່ງຈາກສີທີ່ປ່ຽນແປງໄປຈົນກະທັ້ງສີນັ້ນຄົງທີ່, ທັງສາມແບບທີ່ກ່າວມານັ້ນເປັນການຕິດຕາມການປ່ຽນແປງຂອງປະຕິກິລິຍາທີ່ເປັນແບບກັບປັ້ນຄົນໄດ້. ສິ່ງທີ່ຄວນລະວັງຄືຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງນັ້ນຍັງຄົງມີການປ່ຽນແປງຂອງ  $\text{NO}_2$  ໄປເປັນ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ແລະ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ໄປເປັນ  $\text{NO}_2$  ຕະຫຼອດເວລາ ແຕ່ບໍ່ເຫັນການປ່ຽນແປງຂອງສີເນື່ອງຈາກອັດຕາການເກີດທາດໃໝ່ໄປຂ້າງໜ້າເທົ່າກັບອັດຕາການເກີດປັ້ນກັບ ໂດຍການຫຼຸດລົງຂອງ  $\text{NO}_2$  ເກີດໄວເທົ່າກັບການເກີດ  $\text{NO}_2$  ແລະ ການເກີດ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ເທົ່າກັບການສະຫຼາຍຕົວຂອງ  $\text{N}_2\text{O}_4$

ຮູບທີ 8.2 ສະແດງການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{NO}_2$  ແລະ  $\text{N}_2\text{O}_4$  ທັງສາມແບບ.

## 2. ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ

ຕາຕະລາງ 1 ສະແດງຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ຈາກການທົດລອງຂອງ  $\text{NO}_2 - \text{N}_2\text{O}_4$  ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$  ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງກາສສະແດງໃນຫົວໜ່ວຍໂມລາຣີທີ່ ເຊິ່ງຄຳນວນໄດ້ຈາກຈຳນວນໂມລຂອງກາສຢູ່ພາວະເລີ່ມຕົ້ນກັບພາວະດຸນດຸ່ງ ໂດຍບໍລິມາດຂອງພາຊະນະທີ່ບັນຈຸມີຫົວໜ່ວຍເປັນລິດ ການວິເຄາະຂໍ້ມູນຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງໂດຍການຄຳນວນຕາມອັດຕາສ່ວນ: ຕາຕະລາງ 1 ລະບົບ  $\text{NO}_2 - \text{N}_2\text{O}_4$  ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$ .

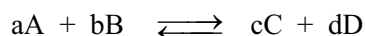
ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ເລີ່ມຕົ້ນ (M)		ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຢູ່ ພາວະດຸນດຸ່ງ(M)		ອັດຕາສ່ວນຂອງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ (M)	
$[\text{NO}_2]$	$[\text{N}_2\text{O}_4]$	$[\text{NO}_2]$	$[\text{N}_2\text{O}_4]$	$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$	$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$

0.000	0.670	0.0547	0.643	0.0851	$4.65 \times 10^{-3}$
0.0500	0.446	0.0457	0.448	0.102	$4.66 \times 10^{-3}$
0.0300	0.500	0.0475	0.491	0.0967	$4.60 \times 10^{-3}$
0.0400	0.600	0.0523	0.594	0.0880	$4.60 \times 10^{-3}$
0.200	0.000	0.0204	0.0898	0.227	$4.63 \times 10^{-3}$

ລະຫວ່າງ  $\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$  ມີຄ່າແຕກຕ່າງກັນຫຼາຍຂະນະທີ່ອັດຕາສ່ວນຂອງ  $\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$  ຂັ້ນຂ້າງຄົງທີ່ເຊິ່ງ ມີຄ່າສະເລ່ຍເທົ່າກັບ  $4,63 \times 10^{-3}$

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 4,63 \times 10^{-3} \quad (8.1)$$

ເມື່ອ  $K$  ເປັນຄ່າຄົງທີ່ຂອງປະຕິກິລິຍາ  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$  ຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$ . ສໍາລັບເລກກຳລັງ 2 ຂອງ  $[\text{NO}_2]$  ທີ່ສະແດງໃນສົມຜົນ 1.1 ນັ້ນມີຄ່າ ເທົ່າກັບເລກສໍາປະສິດຢູ່ທາງໜ້າຂອງ  $\text{NO}_2$  ໃນສົມຜົນເຄມີ. ດັ່ງນັ້ນ ສາມາດຊອກຫາຄ່າການ ພົວພັນຂອງຄ່າຄົງທີ່ກັບສົມຜົນເຄມີຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງໄດ້ສະແດງດັ່ງລຸ່ມນີ້. ຈະພິຈາລະນາຈາກ ສົມຜົນເຄມີແບບກັບປັ້ນຄືນໄດ້ຕໍ່ໄປນີ້:



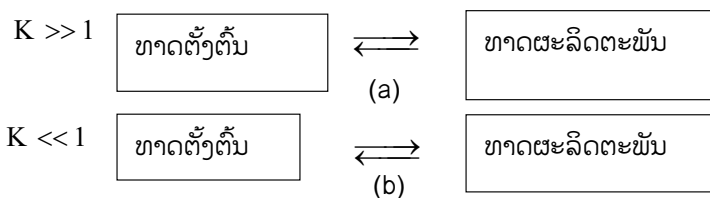
ເມື່ອ  $a, b, c$  ແລະ  $d$  ຄືສໍາປະສິດຂອງທາດ  $A, B, C$  ແລະ  $D$  ຕາມລໍາດັບສາມາດສ້າງ ການພົວພັນລະຫວ່າງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ ( $K$ ) ກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$  ໄດ້

ດັ່ງນີ້

$$K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \quad (8.2)$$

ສົມຜົນ 2.2 ນີ້ສະເໜີໂດຍນັກເຄມີຊາວນອກແວ 2 ທ່ານຄື: ທ່ານຄາໂກ ກູລເບີ ແລະ ປີເຕີວາເກ ໃນປີ 1864 ສົມຜົນດັ່ງກ່າວໃຊ້ສໍາລັບປະຕິກິລິຍາແບບກັບປັ້ນຄືນໄດ້ຢູ່ໃນພາວະ ທີ່ດຸນດຸ່ງ ແລະ ອຸນຫະພູມຄົງທີ່ມີອັດຕາສ່ວນລະຫວ່າງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະ ພັນ.





ຮູບທີ 8.3 (a) ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງມີທາດຜະລິດຕະພັນຫຼາຍກວ່າທາດຕັ້ງຕົ້ນ ຫຼື ປະຕິກິລິຍາເກີດໄປຂາງຊ້າຍ

(b) ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງທາດຕັ້ງຕົ້ນຫຼາຍກວ່າທາດຜະລິດຕະພັນ ຫຼື ປະຕິກິລິຍາເກີດໄປຂາງຂວາ.

ຄ່າຄົງທີ່ (K) ເຖິງວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນອາດມີການປ່ຽນແປງໄປ ແຕ່ຖ້າປະຕິກິລິຍາເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ ແລະ ບໍ່ມີການປ່ຽນແປງຂອງອຸນຫະພູມ K ຕ້ອງຄົງທີ່.

ຄ່າຄົງທີ່ຈະໃຫ້ຮູ້ວ່າປະຕິກິລິຍາ ຈະເກີດເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນ ຫຼື ທາດຜະລິດຕະພັນ ເມື່ອຢູ່ໃນພາວະດຸນດ່ຽງເຊິ່ງໝາຍເຖິງ:

- ຖ້າ  $K > 1$  ປະຕິກິລິຍາດັ່ງກ່າວເກີດໄປທາງຂວາ ຫຼື ໝາຍເຖິງເກີດເປັນທາດຜະລິດຕະພັນ.

- ຖ້າ  $K < 1$  ປະຕິກິລິຍາດັ່ງກ່າວເກີດໄປທາງຊ້າຍ ຫຼື ໝາຍເຖິງເກີດເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນ.

### ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

- ຈົ່ງອະທິບາຍຄວາມໝາຍຂອງການດຸນດ່ຽງ ແລະ ຍົກຕົວຢ່າງການດຸນດ່ຽງໄດນາມິກ 2 ຕົວຢ່າງ?
- ຈົ່ງອະທິບາຍຄວາມແຕກຕ່າງລະຫວ່າງການດຸນດ່ຽງທາງກາຍະພາຍກັບທາງເຄມີ?
- ຈາກສົມຜົນປະຕິກິລິຍາ  $aA \rightleftharpoons bB$  ມີຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K = \frac{[B]^b}{[A]^a}$

ເມື່ອອີງຕາມຄ່າ ເຮົາກໍານົດໄດ້ວ່າ:

ກ. ຖ້າ  $K > 1$  ປະຕິກິລິຍາດັ່ງກ່າວເກີດຈາກຊ້າຍໄປຂວາ

ຂ. ຖ້າ  $K < 1$  ປະຕິກິລິຍາດັ່ງກ່າວເກີດຈາກຊ້າຍໄປຂວາ

ຄ. ຖ້າ  $K = 1$  ປະຕິກິລິຍາດັ່ງກ່າວເກີດຈາກຊ້າຍໄປຂວາ

ງ. ຜິດໝົດເພາະຄ່າ ບໍ່ສາມາດກໍານົດທິດທາງຂອງປະຕິກິລິຍາໄດ້

## ບົດທີ 9 ການຂຽນຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ

ຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ ມີຄວາມສຳຄັນຕໍ່ນັກເຄມີຢ່າງຫຼວງຫຼາຍ ເຊິ່ງສັງເກດເຫັນແລ້ວວ່າ: ຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງເປັນກຸນແຈສຳຄັນຊ່ວຍແກ້ໄຂເລື່ອງຂອງປະລິມານສຳພັນທີ່ເກີດຂຶ້ນຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງເຊັ່ນ: ໃນປະຕິກິລິຍາການຜະລິດອາຊິດຊຸນຟູຣິກ ຜູ້ປະກອບການຕ້ອງການໃຫ້ໄດ້ຜະລິດຕະພັນໄດ້ຫຼາຍທີ່ສຸດ, ນັກເຄມີຊ່ວຍໄດ້ໂດຍອາໄສຄວາມເຂົ້າໃຈກ່ຽວກັບຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງຂອງປະຕິກິລິຍາຂອງແຕ່ລະຂະບວນການຍ່ອຍໆ ເຊິ່ງເລີ່ມຈາກປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊົງຂອງມາດຈົນກະທັ້ງເກີດເປັນອາຊິດຊຸນຟູຣິກ. ໃນກໍລະນີຂອງຄວາມບໍ່ດຸນດຸ່ງທີ່ເກີດຂຶ້ນລະຫວ່າງອາຊິດ-ບາເຊີ ຜູ້ຊ່ຽວຊານມີຄວາມຈຳເປັນຕ້ອງຮູ້ເຖິງຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງຂອງອາຊິດອ່ອນກັບບາເຊີ ເຊິ່ງຈະນຳໄປສູ່ການອະທິບາຍເຖິງສາເຫດຂອງຄວາມບໍ່ດຸນດຸ່ງທີ່ເກີດຂຶ້ນ, ນອກຈາກນີ້ໃນພາວະອາຍຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງຂອງປະຕິກິລິຍາຍັງໃຫ້ເຂົ້າໃຈເຖິງຂະບວນການທຳລາຍໄອໂຊນທີ່ເກີດຂຶ້ນຢູ່ຊັ້ນບັນຍາກາດສະຕາໂຕສະແຟ (Stratosphere) ອີກດ້ວຍ.

ຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງສະແດງເຖິງການພົວພັນລະຫວ່າງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນ ແລະ ຊອກຫາຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງຈາກສົມຜົນ 2.2 ແຕ່ເນື່ອງຈາກຫົວໜ່ວຍຂອງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນມີຫຼາຍແບບ ແລະ ພາວະຂອງທາດອາດມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນເຮັດໃຫ້ມີຫຼາຍວິທີໃນການຊອກຫາຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ ເຊິ່ງໃນຫົວຂໍ້ຕໍ່ໄປຈະພິຈາລະນາການຊອກຫາຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງຂອງປະຕິກິລິຍາຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນຢູ່ໃນສະຖານະດຽວກັນ ດຸນດຸ່ງແບບເປັນເນື້ອດຽວກັນ ຫຼື ສົມຜົນເອກະພັນ.

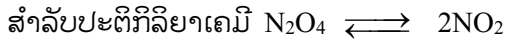
### 1. ດຸນດຸ່ງແບບເປັນເນື້ອດຽວ ຫຼື ດຸນດຸ່ງເອກະພັນ

ການດຸນດຸ່ງທາງເຄມີຂະນິດນີ້ໝາຍເຖິງທາດໃນປະຕິກິລິຍາຢູ່ໃນພາວະດຽວກັນ ຕົວຢ່າງການດຸນດຸ່ງຂອງພາວະກາສ ຕົວຢ່າງ  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

ຕົວຫ້ອຍ  $c$  ( $K_c$ ) ໝາຍເຖິງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃນຫົວໜ່ວຍໂມລາຣິທີ (molarity ຫຼື mol/L), ນອກນີ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນທີ່ເປັນກາສຍັງສາມາດສະແດງໄດ້ໃນຮູບຄວາມດັນຍ່ອຍ (partial pressure) ຄວາມດັນຂອງກາສຈະມີການພົວພັນກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດໃນຫົວໜ່ວຍ molarity ຫຼື mol/L ນັ້ນຄື:

$$p = \frac{n}{V} RT$$

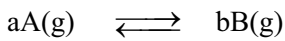


$$\text{ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຊອກໄດ້ຈາກ: } K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} \quad (9.1)$$

ໃນນັ້ນ  $P_{NO_2}$  ແລະ  $P_{N_2O_4}$  ຄືຄວາມດັນຍ່ອຍຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໃນຫົວໜ່ວຍ atm.

ຕົວຫ້ອຍ  $p$  ( $K_p$ ) ໝາຍເຖິງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນທີ່ໃຊ້ໃນຫົວໜ່ວຍຂອງຄວາມດັນ.

ປົກກະຕິ  $K_p$  ບໍ່ເທົ່າກັບ  $K_c$  ເນື່ອງຈາກຄວາມດັນຍ່ອຍຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນບໍ່ເທົ່າກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃນຫົວໜ່ວຍ mol/L. ການພົວພັນແບບງ່າຍໆ ລະຫວ່າງ  $K_p$  ກັບ  $K_c$  ຊອກໄດ້ດັ່ງສົມຜົນລຸ່ມນີ້:



$a$  ແລະ  $b$  ເປັນສຳປະສິດ ແລະ ຄ່າຄົງທີ່ຂຽນໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$K_c = \frac{[B]^b}{[A]^a} \quad K_p = \frac{P_B^b}{P_A^a}$$

ເມື່ອ  $P_A$  ແລະ  $P_B$  ເປັນຄວາມດັນຍ່ອຍຂອງ  $A$  ແລະ  $B$  ໂດຍສົມມຸດວ່າກາສມີລັກສະນະຂອງກາສສົມມຸດ:

$$\begin{aligned} P_A V &= n_A RT \\ \Rightarrow P_A &= \frac{n_A RT}{V} \end{aligned} \quad (9.2)$$

$V$  ແມ່ນບໍລິມາດຂອງກາສມີຫົວໜ່ວຍເປັນລິດ (L) ແລະ  $P_B V = n_B RT$

$$\Rightarrow P_B = \frac{n_B RT}{V}$$

ແທນຄ່າເຂົ້າເພື່ອຊອກຫາ  $K_p$

$$K_p = \frac{\left( \frac{n_B}{V} \frac{R}{T} \right)^b}{\left( \frac{n_A}{V} \frac{R}{T} \right)^a} = \frac{\left( \frac{n_B}{V} \right)^b}{\left( \frac{n_A}{V} \right)^a} (R T)^{b-a} \quad (9.3)$$

ຈາກສົມຜົນເທິງຫົວໜ່ວຍຂອງ  $n_A/V$  ແລະ  $n_B/V$  ເປັນ mol/L ແລ້ວສາມາດແທນດ້ວຍ [A] ແລະ [B] ຕາມລຳດັບດັ່ງນີ້:

$$K_p = \frac{[B]^b}{[A]^a} (RT)^{\Delta n} = K_c (RT)^{\Delta n} \quad (9.4)$$

ເມື່ອ  $\Delta n$  ຄືຈຳນວນໂມລຂອງກາສຜະລິດຕະພັນລົບຈຳນວນໂມລຂອງກາສຕັ້ງຕົ້ນ ( $\Delta n = b - a$ )

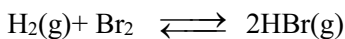
ຄວາມດັນທີ່ໃຊ້ມີຫົວໜ່ວຍເປັນ atm

ຄ່າຄົງທີ່ຂອງກາສຄື  $R = 0,0821 \text{ atm/K.mol}$  ຈາກນັ້ນເຮົາໄດ້ການພົວພັນລະຫວ່າງ  $K_c$  ກັບ  $K_p$  ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (0,0821 \times T)^{\Delta n} \quad (9.5)$$

ໂດຍທົ່ວໄປແລ້ວ  $K_p \neq K_c$  ຍົກເວັ້ນເມື່ອ  $n = 0$  ຕົວຢ່າງປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນລະ

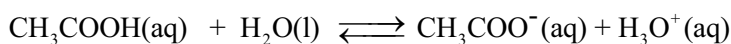
ຫວ່າງ  $H_2$  ກັບ  $Br_2$



$$\text{ໄດ້ } K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (0,0821 \times T)^0$$

$$\text{ສະນັ້ນ } K_p = K_c$$

ຕົວຢ່າງ:



$$K'_c = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH][H_2O]}$$

ຕ້ອງໃຊ້ເຄື່ອງໝາຍເປັນ  $K'$  ເພື່ອແຍກຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດັ່ງແບບທຳມະດາທີ່ກຳລັງສະແດງຢູ່ຂ້າງລຸ່ມນີ້ໂດຍຄິດວ່ານ້ຳ 1 ລິດ ໜັກເທົ່າກັບ 1000g ( $18,02 \text{ g/mol}$ ) ຫຼື 55,5 mol ດັ່ງນັ້ນ  $[H_2O] = 55,5 \text{ mol/L}$  ຫຼື 55,5 M ຈາກຄ່າທີ່ໄດ້ຖືວ່າເປັນຄ່າທີ່ສູງຫຼາຍ ເມື່ອທຽບກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕົວອື່ນທີ່ຢູ່ໃນລະບົບ ເຊິ່ງສ່ວນຫຼາຍຈະມີຄ່າ 1 M ຫຼື ນ້ອຍກວ່າຈຶ່ງຖືວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງນ້ຳປຸງແປງໜ້ອຍຫຼາຍ ຫຼື ບໍ່

ປ່ຽນແປງເລີຍເມື່ອທຽບກັບທາດອື່ນ (ຖືວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງນ້ຳມີຄ່າຄົງທີ່) ຈຶ່ງສາມາດຂຽນສົມຜົນໃໝ່ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

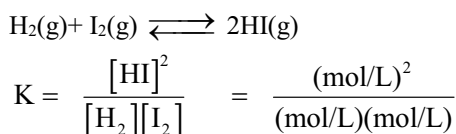
$$K_c = K'_c[\text{H}_2\text{O}]$$

### ຫົວໜ່ວຍຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ

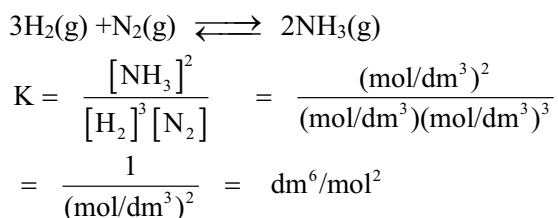
ໂດຍປົກກະຕິຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຈະບໍ່ຂຽນ ຫຼື ສະແດງຫົວໜ່ວຍ ແລະ ໃນທາງເທິງໂມໄດນາມິກຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງມັກຈະກຳນົດດ້ວຍແງ່ທາງຄວາມທ້າວທັນ (activities) ຫຼາຍກວ່າທີ່ຈະໃຊ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ໃນລະບົບທີ່ເປັນສົມມຸດ, ຄວາມທ້າວທັນຂອງທາດຄືອັດຕາສ່ວນລະຫວ່າງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ຫຼື ຄວາມດັນຍ່ອຍກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນມາດຕະຖານ (1M) ຫຼື ຄວາມດັນມາດຕະຖານ 1 atm ຈາກນັ້ນເຮັດໃຫ້ສາມາດຄັດຫົວໜ່ວຍອອກໄດ້ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ K ບໍ່ມີຫົວໜ່ວຍ.

ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ K ຈະຂຶ້ນກັບອຸນຫະພູມຄື ເມື່ອອຸນຫະພູມຄົງທີ່ຄ່າ K ກໍຈະຄົງທີ່ ແຕ່ເມື່ອອຸນຫະພູມປ່ຽນແປງຄ່າ K ກໍຈະປ່ຽນແປງ.

ປະຕິກິລິຍາຊະນິດຕ່າງກັນຈະມີຈຳນວນ K ຈະມີຫົວໜ່ວຍຕ່າງກັນ ແລະບາງປະຕິກິລິຍາບໍ່ມີຫົວໜ່ວຍເຊັ່ນ:

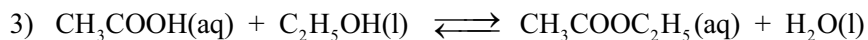
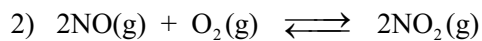
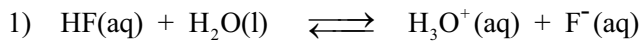


ເຫັນໄດ້ວ່າ ຄ່າບໍ່ມີຫົວໜ່ວຍເພາະຫົວໜ່ວຍຖືກຫັກລ້າງກັນໄປໝົດ.



ຕົວຢ່າງລຸ່ມນີ້ສະແດງເຖິງວິທີການຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ ແລະ ການຂຽນຄ່າຄົງທີ່.

**ຕົວຢ່າງ 1** ຈົ່ງສະແດງການຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K_C$  ແລະ  $K_P$  ຂອງປະຕິກິລິຍາຕໍ່ໄປນີ້:



ກ່ອນຈະສະແດງການຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K_C$  ແລະ  $K_P$  ຕ້ອງຄຳນຶງເຖິງ 2 ບັນຫາຄື:

ກ. ສຳລັບປະຕິກິລິຍາທີ່ເປັນກາສ

ຂ. ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງນ້ຳຖືວ່າເປັນຄ່າຄົງທີ່ ທີ່ບໍ່ໃຊ້ໃນການຄຳນວນ.

**ຕອບ:**

1) ປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນບໍ່ມີທາດອາຍເຂົ້າມາກ່ຽວຂ້ອງ ສະນັ້ນເຮົາຕ້ອງຊອກຫາ  $K_C$

$$K'_C = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}][\text{H}_2\text{O}]}$$

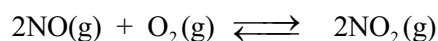
HF ເປັນອາຊິດອ່ອນ ດັ່ງນັ້ນນ້ຳສາມາດຕັດອອກໄດ້:

$$\Rightarrow K_C = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]}$$

$$2) \quad K'_C = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]} \quad ; \quad K_P = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{NO}}^2 P_{\text{O}_2}}$$

$$3) \quad K'_C = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]}$$

**ຕົວຢ່າງ 2** ຈົ່ງຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K_C$  ຂອງປະຕິກິລິຍາລຸ່ມນີ້ຢູ່  $230^\circ\text{C}$ .



ໂດຍມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງແຕ່ລະທາດຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງດັ່ງນີ້:

$$[\text{NO}] = 0,052\text{M}, [\text{O}_2] = 0,127\text{M}, [\text{NO}_2] = 15,5\text{M}$$

**ຕອບ** ຄ່າຄົງທີ່ຊອກໄດ້ຈາກ:  $K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}$

ແທນຄ່າຕາມຫົວບົດກຳນົດໃຫ້ຈະໄດ້:  $K_c = \frac{[15,5]^2}{[0,0542]^2 [0,127]} = 6,44 \times 10^5$

$K_c$  ທີ່ຊອກໄດ້ ບໍ່ມີຫົວໜ່ວຍ, ຄ່າທີ່ໄດ້ມີຄ່າສູງ ສອດຄ່ອງກັບການທີ່ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{NO}_2$  ມີຄ່າສູງເມື່ອທຽບກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{NO}$  ແລະ  $\text{O}_2$ .

**ຕົວຢ່າງ 3** ຄ່າຄົງທີ່  $K_p$  ຂອງການສະຫຼາຍຕົວຂອງຟົສຟໍແປງຕາກຼໍຣິວ ( $\text{PCl}_5$ ) ໂດຍມີຜະລິດຕະພັນຄື ຟົສຟໍຕຼີກຼໍຣິວ( $\text{PCl}_3$ ) ແລະ ກູ (  $\text{Cl}_2$ ) ມີຄ່າ 1,05 ຢູ່  $250^\circ\text{C}$  ຖ້າຄວາມດັນຍ່ອຍຂອງ  $\text{PCl}_5$  ແລະ  $\text{PCl}_3$  ເທົ່າກັບ 0,875atm ແລະ 0,463 atm ຕາມລຳດັບ, ຈົ່ງຄຳນວນຫາຄວາມດັນຍ່ອຍຂອງ  $\text{Cl}_2$  ຢູ່ພາວະດຸນດັ່ງ.

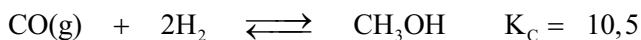
**ຕອບ:** ຄ່າຄົງທີ່  $K_p$  ຊອກຫາໄດ້ຈາກ:

$$\Rightarrow K_c = \frac{P_{\text{PCl}_3} P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}}$$

ແທນຄ່າຄວາມດັນຍ່ອຍເຮົາໄດ້:

$$1,05 = \frac{0,463 \times P_{\text{Cl}_2}}{0,875} \Rightarrow P_{\text{Cl}_2} = \frac{1,05 \times 0,875}{0,463} = 1,98\text{atm}$$

**ຕົວຢ່າງ 4** ການຜະລິດເມຕາໂນລໃນອຸດສາຫະກຳ ສະແດງດັ່ງປະຕິກິລິຍາລຸ່ມນີ້



ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $220^\circ\text{C}$  ຈົ່ງຊອກຫາຄ່າ  $K_p$

**ຕອບ:**

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (0,0821 \times T)^{\Delta n}$$

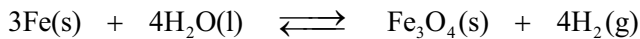
$$T = 220 + 273 = 493\text{K}$$

$$\Delta n = 1 - 3 = -2$$

$$\Rightarrow K_p = 10,5(0,082 \times 493)^{-2} = 6,41 \times 10^{-3}$$

$K_c$  ແລະ  $K_p$  ຕ່າງກໍເປັນຄ່າຄົງທີ່ບໍ່ມີຫົວໜ່ວຍ ເຫັນວ່າຄ່າທັງສອງບໍ່ເທົ່າກັນ ຂຶ້ນກັບວ່າຈະຄຳນວນມາຈາກຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ຫຼື ຄວາມດັນ.

**ຕົວຢ່າງ 5.** ນຳເອົາຝຸ່ນເຫຼັກ ແລະ ນ້ຳໃສ່ໃນພາຊະນະຂະໜາດ 5 ລິດ, ອັດຟາໃຫ້ແໜ້ນແລ້ວ ນຳໄປເຜົາໄຟຢູ່ອຸນຫະພູມ  $1000^{\circ}\text{C}$ , ເກີດປະຕິກິລິຍາດັ່ງນີ້:



ເມື່ອປະຕິກິລິຍາເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ ຈາກການວິເຄາະພົບວ່າພາຍໃນພາຊະນະປະກອບດ້ວຍກາສນິໂດຣແຊນ 1,10g ແລະ ອາຍນ້ຳ 42,50g ຈົ່ງຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍານີ້? ( $\text{H} = 1, \text{O} = 16$ )

**ຕອບ:** ມວນສານໂມເລກຸລຂອງ  $\text{H}_2 = 1 \times 2 = 2$

ມວນສານໂມເລກຸລຂອງ  $\text{H}_2\text{O} = 1 \times 2 + 16 \times 1 = 18$

ຈຳນວນໂມລຂອງກາສນິໂດຣແຊນ  $n = \frac{m}{M} = \frac{1,10}{2} = 0,55\text{mol}$

ຈຳນວນໂມລຂອງນ້ຳ  $n = \frac{m}{M} = \frac{42,50}{18} = 2,36\text{mol}$

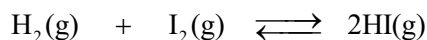
ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ ບໍລິມາດ 5 ລິດ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_2\text{(g)} = \frac{0,55}{5} = 0,11 \text{ mol/L}$

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_2\text{O(g)} = \frac{2,36}{5} = 0,47\text{mol/L}$

$$K = \frac{[\text{H}_2]^4}{[\text{H}_2\text{O}]^4} = \frac{(0,11)^4}{(0,47)^4} = 0,003$$

ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍານີ້ຢູ່  $1000^{\circ}\text{C} = 3,0 \times 10^{-3}$

**ຕົວຢ່າງ 6** ເມື່ອຕື່ມ  $\text{H}_2\text{(g)}$  ແລະ  $\text{I}_2\text{(g)}$  ຢ່າງລະ 2mol ລົງໃນພາຊະນະຂະໜາດ 20 ລິດຢູ່ອຸນຫະພູມ  $520^{\circ}\text{C}$  ເມື່ອລະບົບເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງຈາກການວິເຄາະພົບວ່າພາຍໃນພາຊະນະປະກອບດ້ວຍ:  $\text{HI(g)}$  0,24 mol ຈົ່ງຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍາ.



**ຕອບ:** ຈາກສົມຜົນ  $\text{H}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI(g)}$

ເຫັນວ່າ  $\text{HI(g)}$  2mol ໄດ້ຈາກ  $\text{H}_2\text{(g)}$  1mol ຮ່ວມກັບ  $\text{I}_2\text{(g)}$  1mol

ສະນັ້ນ  $\text{HI(g)}$  0,24mol ໄດ້ຈາກ  $\text{H}_2\text{(g)}$   $\frac{0,24}{2} = 0,12\text{mol}$  ຮ່ວມກັບ

$\text{I}_2\text{(g)}$   $\frac{0,24}{2} = 0,12\text{mol}$



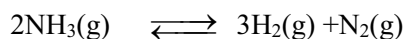
ສະນັ້ນຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງມີ  $\text{H}_2(\text{g})$  ແລະ  $\text{I}_2(\text{g})$  ເຫຼືອຢູ່ຊະນິດລະ  $2 - 0,12 = 1,88 \text{ mol}$   
ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{HI}(\text{g})$ ,  $\text{H}_2(\text{g})$  ແລະ  $\text{I}_2(\text{g})$  ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງຄື:

$$[\text{HI}] = \frac{0,24}{20} = 0,012 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = \frac{1,88}{20} = 0,094 \text{ mol/L}$$

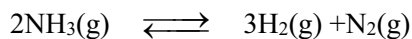
$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(0,012 \text{ mol/L})^2}{0,094 \text{ mol/L} \times 0,094 \text{ mol/L}} = 0,0163 = 1,63 \times 10^{-2}$$

**ຕົວຢ່າງ 7** ກາສອາໂມນີອັກ ( $\text{NH}_3$ ) 2mol ໃນພາຊະນະ 1 ລິດ ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $650^\circ\text{C}$   
ເມື່ອລະບົບເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງພົບວ່າມີກາສອາໂມນີອັກຢູ່ພຽງ 71% ຂອງເວລາເລີ່ມຕົ້ນ ຈຶ່ງ  
ຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍາຕໍ່ໄປນີ້.



**ຕອບ:** ພາວະດຸນດ່ຽງພົບວ່າມີກາສອາໂມນີອັກຢູ່ພຽງ  $71\% \frac{71 \times 2}{100} = 1,42 \text{ mol/L}$

ກາສອາໂມນີອັກທີ່ສະຫຼາຍຕົວໄປ =  $2 - 1,42 = 0,58 \text{ mol}$



ຈາກສົມຜົນ  $\text{NH}_3(\text{g})$  2 mol ສະຫຼາຍຕົວໄດ້  $\text{N}_2(\text{g})$  1 mol ແລະ  $\text{H}_2(\text{g})$  3 mol

$\text{NH}_3(\text{g})$  0,58 mol ສະຫຼາຍຕົວໄດ້  $\text{N}_2(\text{g}) = \frac{0,58}{2} = 0,29 \text{ mol}$  ແລະ

$$\text{H}_2(\text{g}) = \frac{3 \times 0,58}{2} = 0,87 \text{ mol}$$

ດັ່ງນັ້ນ: ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ  $[\text{NH}_3] = 1,42 \text{ mol/L}$

$[\text{N}_2] = 0,29 \text{ mol/L}$   $[\text{H}_2] = 0,87 \text{ mol/L}$

$$\Rightarrow K = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{0,29 \text{ mol/L} \times 0,87^3 \text{ mol/L}}{(1,42 \text{ mol/L})^2} = \frac{0,191 \text{ mol}^4/\text{L}^4}{2,02 \text{ mol}^2/\text{L}^2}$$

$$= 9,46 \times 10^{-2} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

## 2. ການດຸນດ່ຽງແບບບໍ່ເປັນເນື້ອດຽວກັນ

ປະຕິກິລິຍາແບບກັບປັນຄືນໄດ້ທີ່ມີທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນບໍ່ເປັນພາວະ  
ດຽວກັນນັ້ນເອີ້ນວ່າເກີດການດຸນດ່ຽງທີ່ບໍ່ເປັນເນື້ອດຽວກັນ (heterogeneous equilibrium)

ເຊັ່ນກໍລະນີການເຜົາການຊີກາກໂບນັດໃນພາຊະນະປິດ ເກີດການດຸ່ນດ່ຽງທາງເຄມີດັ່ງສົມຜົນລຸ່ມນີ້:



ຈະເຫັນໄດ້ວ່າພາວະຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນບໍ່ຄືກັນໂດຍທາດຕັ້ງຕົ້ນເປັນທາດແຂງ, ທາດຜະລິດຕະພັນເປັນທາດແຂງ ແລະ ກາສ ສາມາດຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸ່ນດ່ຽງໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$K'_c = \frac{[\text{CaO}][\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3]} \quad (9.6)$$

$K'_c$  ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັບ  $K_c$  ດັ່ງຈະສະແດງວິທີການຄຳນວນຂ້າງລຸ່ມນີ້:

ບັນຫາທີ່ເກີດຂຶ້ນກັບທາດທີ່ຢູ່ໃນພາວະແຂງຂອງປະຕິກິລິຍານັ້ນຄື ຈະຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໄດ້ຄືແນວໃດ? ເຊິ່ງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນນີ້ເປັນລັກສະນະສະເພາະຕົວຂອງທາດຄືກັນກັບຄວາມໜາແໜ້ນ ຕົວຢ່າງ: ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃນຫົວໜ່ວຍໂມລຕໍ່ລິດຂອງທອງທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນ  $8,96\text{g/cm}^3$  ຢູ່  $20^\circ\text{C}$  ມີຄ່າເທົ່າກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທອງ  $1\text{g}$  ຫຼື  $1$  ໂຕນ ນັ້ນຄື:

$$[\text{Cu}] = \frac{8,96\text{g}}{1\text{cm}^3} \times \frac{1\text{ mol}}{63,55\text{g}} = 0,141\text{mol/cm}^3 = 141\text{mol/L}$$

ຈາກເຫດຜົນຂ້າງຕົ້ນ ເຮັດໃຫ້ເຮົາຮູ້ວ່າ:  $[\text{CaCO}_3]$  ແລະ  $[\text{CaO}]$  ມີຄ່າຄົງທີ່ສາມາດຂຽນສົມຜົນ 9.6 ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$K_c = [\text{CO}_2] = K'_c \frac{[\text{CaCO}_3]}{[\text{CaO}]} \quad (9.7)$$

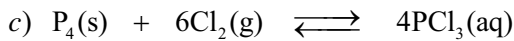
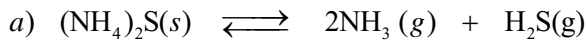
$K_c$  ເປັນຄ່າຄົງທີ່ດຸ່ນດ່ຽງໃໝ່ ແລະ ຊອກໄດ້ຈາກຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນພຽງຕົວດຽວຂອງ  $[\text{CO}_2]$  ໝາຍວ່າບໍ່ຂຶ້ນກັບປະລິມານຂອງ  $[\text{CaCO}_3]$  ແລະ  $[\text{CaO}]$  ທີ່ມີໃນປະຕິກິລິຍາໃນພາວະດຸ່ນດ່ຽງ.

ການຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸ່ນດ່ຽງຂອງທາດທີ່ມີພາວະແຕກຕ່າງກັນ ຊອກໄດ້ງ່າຍຂຶ້ນໂດຍການໃຊ້ຄວາມຫ້າວຫັນແທນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເຊິ່ງໃນທາງເທີໂມໄດນາມິກ ຄວາມຫ້າວຫັນຂອງທາດແຂງ ແລະ ທາດແຫຼວມີຄ່າເທົ່າກັບ 1, ດັ່ງນັ້ນ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $[\text{CaCO}_3]$  ແລະ  $[\text{CaO}]$  ມີຄ່າເທົ່າ 1. ດັ່ງນັ້ນ ຖ້າທາດຕັ້ງຕົ້ນ ຫຼື ທາດຜະລິດຕະພັນເປັນທາດແຫຼວແຕ່ບໍ່ສາມາດຄິດໄລ່ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໄດ້ ສະນັ້ນ ຈຶ່ງສ້າງການພົວພັນໃໝ່ໄດ້

$$K_p = P_{\text{CO}_2} \quad (9.8)$$

ນັ້ນຄື: ສາມາດຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງໄດ້ຈາດຄວາມດັນຍ່ອຍຂອງກາສ.

**ຕົວຢ່າງ 8** ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K_C$  ແລະ  $K_P$  ຂອງປະຕິກິລິຍາດັ່ງລຸ່ມນີ້:



**ຕອບ** ບໍ່ຕ້ອງຄຳນຶງເຖິງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດໃນພາວະແຂງ ແລະ ແຫຼວມາຄິດໄລ່ເນື່ອງຈາກຄວາມຫ້ວຫັນເທົ່າກັບ 1 ດັ່ງນັ້ນ:

a)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  ເປັນທາດໃນພາວະແຂງ ດັ່ງນັ້ນ ຄ່າຄົງທີ່ຊອກໄດ້ຈາກ:

$$K_C = [\text{NH}_3]^2 [\text{H}_2\text{S}]$$

ເຮົາສາມາດຂຽນຄ່າຄົງທີ່  $K_p$  ໃນຮູບຂອງຄວາມດັນຍ່ອຍດັ່ງນີ້

$$K_P = P_{\text{NH}_3}^2 P_{\text{H}_2\text{S}}$$

b)  $\text{AgCl}$  ເປັນທາດໃນພາວະແຂງ ດັ່ງນັ້ນຄ່າຄົງທີ່ຊອກໄດ້ຈາກ:

$$K_C = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

ເຮົາສາມາດຂຽນຄ່າຄົງທີ່  $K_p$  ໃນຮູບຂອງຄວາມດັນຍ່ອຍດັ່ງນີ້

$$K_C = P_{\text{NH}_3}^2 P_{\text{H}_2\text{S}}$$

ໃນສົມຜົນບໍ່ມີກາສກ່ຽວຂ້ອງນຳ ດັ່ງນັ້ນເຮົາຈຶ່ງບໍ່ມີຄ່າ  $K_p$

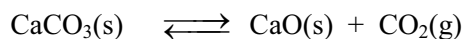
c)  $\text{P}_4$  ເປັນທາດແຂງ  $\text{PCl}_3$  ເປັນທາດແຫຼວ ດັ່ງນັ້ນຄ່າຄົງທີ່ຊອກໄດ້ຈາກ:

$$K_C = \frac{1}{[\text{Cl}_2]^6}$$

ເຮົາສາມາດຂຽນຄ່າຄົງທີ່  $K_p$  ໃນຮູບຂອງຄວາມດັນຍ່ອຍດັ່ງນີ້

$$K_P = \frac{1}{P_{\text{Cl}_2}^6}$$

**ຕົວຢ່າງ 9** ຈົ່ງພິຈາລະນາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍາທີ່ບໍ່ເປັນເນື້ອດຽວກັນດັ່ງລຸ່ມນີ້:



ປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນຢູ່ອຸນຫະພູມ  $800^{\circ}\text{C}$  ມີຄວາມດັນ  $\text{CO}_2(\text{g})$  ເທົ່າກັບ  $0,236\text{atm}$  ຈົ່ງຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ a)  $K_C$  ແລະ b)  $K_P$

**ຕອບ:** ເນື່ອງຈາກບໍ່ມີທາດທີ່ເປັນທາດແຂງ ແລະ ທາດແຫຼວ ກ່ຽວຂ້ອງໃນປະຕິກິລິຍາ ໃນການຊອກຫາການພົວພັນລະຫວ່າງ  $K_P$  ແລະ  $K_C$  ຕ້ອງໃຊ້ການພົວພັນຂອງສົມຜົນ

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n} = K_C (0,0821 \times T)^{\Delta n}$$

a) ຈາກສົມຜົນ:  $K_P = P_{\text{CO}_2} = 0,236$

b) ຈາກສົມຜົນ:  $K_P = K_C (RT)^{\Delta n} = K_C (0,0821 \times T)^{\Delta n}$

$$T = 273 + 800 = 1073 \text{ K}$$

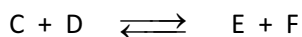
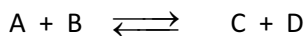
$$\Delta n = 1$$

$$\Rightarrow 0,236 = K_C (0,0821 \times 1073)$$

$$K_C = 2,68 \times 10^{-3}$$

### 3. ການດຸນດ່ຽງແບບລວມ

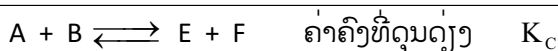
ດັ່ງທີ່ໄດ້ສຶກສາມາຂ້າງເທິງລ້ວນແຕ່ເປັນປະຕິກິລິຍາທີ່ບໍ່ສັບສົນ ຕໍ່ໄປເຮົາຈະສຶກສາເຖິງທາດຜະລິດຕະພັນຂອງປະຕິກິລິຍາຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໜຶ່ງຄື C ແລະ D ຈາກນັ້ນ C ແລະ D ເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນຂອງປະຕິກິລິຍາໃນພາວະດຸນດ່ຽງທີສອງ.



$$K'_C = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

$$K''_C = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

ສົມຜົນລວມຂອງປະຕິກິລິຍາຄື:



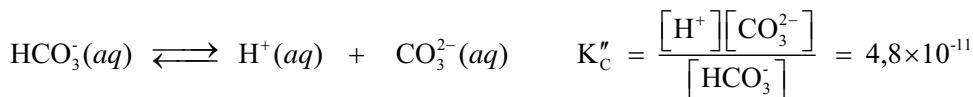
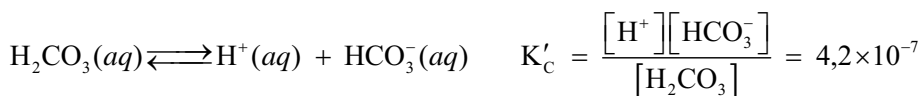
$$K_C = \frac{[E][F]}{[A][B]}$$

$$\text{ນັ້ນຄື} \quad K_c = K'_c \times K''_c$$

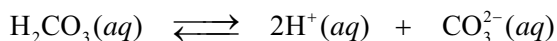
$$K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]} \times \frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{[E][F]}{[A][B]}$$

ຈາກນັ້ນເຮົາສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ: ຖ້າປະຕິກິລິຍາເຄມີທີ່ເກີດເປັນຫຼາຍຂັ້ນຕອນຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຈະເທົ່າກັບຜົນຄູນຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງແຕ່ລະປະຕິກິລິຍາຍ່ອຍທັງໝົດນັ້ນ.

**ຕົວຢ່າງ 10** ການຊອກຫາຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍາການແຕກຕົວຂອງອາຊິດກາກໂບນິກ ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^{\circ}\text{C}$ .



ສົມຜົນລວມຂອງປະຕິກິລິຍາຄື:



$$K_c = \frac{[\text{H}^+]^2[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 4,2 \times 10^{-7}$$

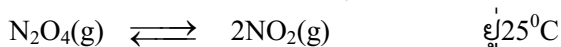
$$\text{ຈາກ} \quad K_c = K'_c \times K''_c$$

$$= (4,2 \times 10^{-7}) \times (4,8 \times 10^{-11}) = 2,0 \times 10^{-17}$$

#### 4. ຮູບແບບຂອງຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ ( $K$ ) ແລະ ສົມຜົນເຄມີຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ

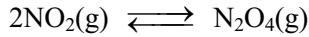
ຈາກການສຶກສາມາດຂ້າງເທິງສຳລັບການຂຽນຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ ສາມາດສະຫຼຸບເປັນກົດເກນສຳຄັນ 2 ຂໍ້ຄື:

1) ເມື່ອເຮົາປັບສົມຜົນປະຕິກິລິຍາເຄມີທີ່ເປັນແບບກັບປັບຕົນໄດ້ຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງໃໝ່ຈະເທົ່າກັບອັດຕາສ່ວນປັ້ນຂອງຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງເດີມ ເຊັ່ນກໍລະນີຂອງ  $\text{NO}_2\text{-N}_2\text{O}_4$



$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 4,63 \times 10^{-3}$$

ເມື່ອເກີດປະຕິກິລິຍາປັ້ນກັບ



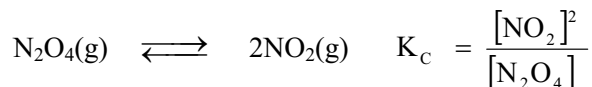
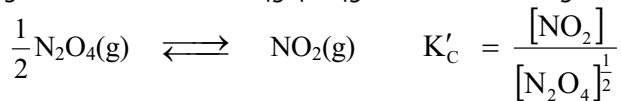
$$K'_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{4,63 \times 10^{-3}} = 216$$

ເຮົາຈະເຫັນໄດ້ວ່າ

$$K_c = \frac{1}{K'_c} \Rightarrow K_c \times K'_c = 1$$

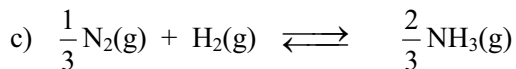
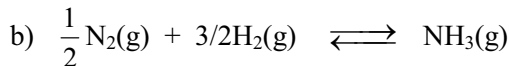
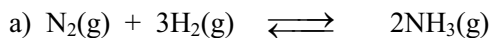
ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງທັງສອງມີຄ່າ  $4,63 \times 10^{-3}$  ແລະ 216 ນັ້ນມັນບໍ່ໄດ້ມີຄວາມໝາຍ ຫຍັງເລີຍຖ້າບໍ່ສະແດງສົມຜົນເຄມີຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງນັ້ນ.

2) ຄ່າຄົງທີ່  $K$  ຂຶ້ນກັບວິທີການຊັ່ງຊາເຊິ່ງມີການອະທິບາຍດັ່ງນີ້:



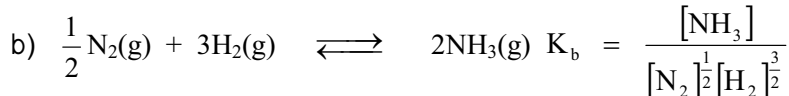
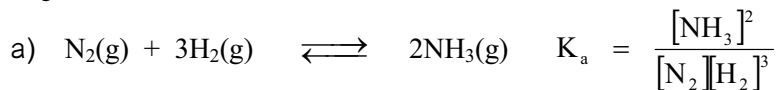
ຈະເຫັນວ່າ  $K'_c = \sqrt{K_c}$  ແລະ ຈາກຕາຕະລາງ 1 (ບົດທີ 8) ຄ່າຂອງ  $K_c = 4,63 \times 10^{-3}$  ດັ່ງນັ້ນ  $K'_c = 0,068$

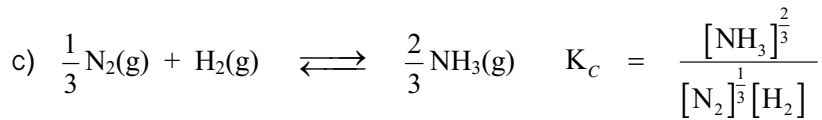
**ຕົວຢ່າງ 11** ການຊັ່ງຊາສົມຜົນ ແລະ ຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ:



ຈົ່ງສະແດງການຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ (ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນທີ່ໃຊ້ເປັນ mol/L) ຄ່າຄົງທີ່ a-c ມີການພົວພັນກັນແນວໃດ?

**ຕອບ:** ເຮົາຕ້ອງສະແດງການຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງແຕ່ລະປະຕິກິລິຍາ ເຊິ່ງຂຶ້ນກັບຕົວປ່ຽນຂອງການຊັ່ງຊາສົມຜົນ:





$$\text{ເຫັນວ່າ:} \quad K_a = K_b^2 ; K_a = K_C^3 \Rightarrow K_b^2 = K_C^3 \quad \text{ຫຼື} \quad K_b = K_C^{\frac{3}{2}}$$

### ສະຫຼຸບ ການຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸງ:

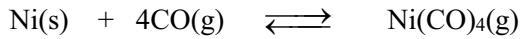
- 1) ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດໃນພາວະທາດລະລາຍໃຊ້ຫົວໜ່ວຍເປັນ mol/L, ພາວະກາສໃຊ້ mol/L ແລະ atm ຄ່າຄົງທີ່ໃຊ້ສັນຍາລັກເປັນ  $K_C$  ແລະ  $K_P$  ເຊິ່ງ  $K_C$  ແລະ  $K_P$  ມີການພົວພັນເຊິ່ງກັນ ແລະ ກັນ.
- 2) ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດທີ່ເປັນທາດແຂງ ຫຼື ທາດແຫຼວບໍລິສຸດ (ການດຸນດຸງແບບບໍ່ເປັນເນື້ອດຸງກັນ) ຈະບໍ່ນຳມາຂຽນສົມຜົນສະແດງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸງ.
- 3) ຄ່າຄົງທີ່  $K_C$  ແລະ  $K_P$  ບໍ່ມີຫົວໜ່ວຍ.
- 4) ສົມຜົນປະຕິກິລິຍາທີ່ຈະຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸງ ຕ້ອງເປັນສົມຜົນທີ່ຊັງຊາຖືກຕ້ອງ ແລ້ວພ້ອມທັງລະບຸອຸນຫະພູມເພື່ອໃຊ້ໃນການລະບຸຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸງ.
- 5) ຖ້າປະຕິກິລິຍາມີຫຼາຍຂັ້ນຕອນ ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸງຂອງປະຕິກິລິຍາລວມຈະເທົ່າກັບຜົນຄູນຂອງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸງຂອງປະຕິກິລິຍາຍ່ອຍ.

### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

#### 1. ສັນຍາລັກ $K_P$ ແລະ $K_C$ ໃຊ້ແທນອັນໃດ?

- ກ.  $K_P$  ໃຊ້ແທນຄ່າຄົງທີ່ຄິດໄລ່ຕາມຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ແລະ  $K_C$  ໃຊ້ແທນຄ່າຄົງທີ່ຄິດໄລ່ຕາມຄວາມດັນ.
- ຂ.  $K_P$  ໃຊ້ແທນຄ່າຄົງທີ່ຄິດໄລ່ຕາມຄວາມດັນ ແລະ  $K_C$  ໃຊ້ແທນຄ່າຄົງທີ່ຄິດໄລ່ຕາມຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ.
- ຄ.  $K_P$  ໃຊ້ແທນຄ່າຄົງທີ່ຄິດໄລ່ຕາມເສດສ່ວນໂມລ ແລະ  $K_C$  ໃຊ້ແທນຄ່າຄົງທີ່ຄິດໄລ່ຕາມຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ.
- ງ.  $K_P$  ໃຊ້ແທນຄ່າຄົງທີ່ຄິດໄລ່ຕາມຄວາມດັນ ແລະ  $K_C$  ໃຊ້ແທນຄ່າຄົງທີ່ຄິດໄລ່ຕາມບໍລິມາດ.

#### 2. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸງ $K_C$ ແລະ $K_P$ ຂອງປະຕິກິລິຍາດັ່ງລຸ່ມນີ້:



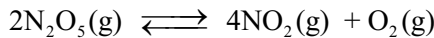
$$\text{ກ. } K_C = \frac{[\text{Ni(CO)}_4]}{[\text{Ni}][\text{CO}]^4} \quad K_P = \frac{P_{\text{Ni(CO)}_4}}{P_{\text{CO}}^4}$$

$$\text{ຂ. } K_C = \frac{[\text{Ni(CO)}_4]}{[\text{Ni}][\text{CO}]^4} \quad K_P = \frac{P_{\text{Ni(CO)}_4}}{P_{\text{Ni}} P_{\text{CO}}^4}$$

$$\text{ຄ. } K_C = \frac{[\text{Ni(CO)}_4]}{[\text{CO}]^4} \quad K_P = \frac{P_{\text{Ni(CO)}_4}}{P_{\text{CO}}^4}$$

$$\text{ງ. } K_C = \frac{[\text{Ni(CO)}_4]}{[\text{Ni}][\text{CO}]^4} \quad K_P = \frac{P_{\text{Ni}}}{P_{\text{Ni(CO)}_4} P_{\text{CO}}^4}$$

3. ຈົ່ງສະແດງການຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດັ່ງ  $K_C$  ແລະ  $K_P$  ຂອງປະຕິກິລິຍາ



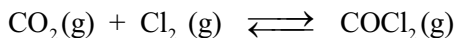
$$\text{ກ. } K_C = \frac{[\text{NO}_2]^4 [\text{O}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_5]^2} \quad K_P = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2 (P_{\text{O}_2})}{(P_{\text{N}_2\text{O}_5})^2}$$

$$\text{ຂ. } K_C = \frac{[\text{NO}_2]^4 [\text{O}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_5]^2} \quad K_P = \frac{(P_{\text{N}_2\text{O}_5})^2 (P_{\text{O}_2})}{(P_{\text{NO}_2})^2}$$

$$\text{ຄ. } K_C = \frac{[\text{N}_2\text{O}_5]^2}{[\text{NO}_2]^4 [\text{O}_2]} \quad K_P = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2 (P_{\text{O}_2})}{(P_{\text{N}_2\text{O}_5})^2}$$

$$\text{ງ. } K_C = \frac{[\text{N}_2\text{O}_5]^2}{[\text{NO}_2]^4 [\text{O}_2]} \quad K_P = \frac{(P_{\text{N}_2\text{O}_5})^2 (P_{\text{O}_2})}{(P_{\text{NO}_2})^2}$$

4. ກາກໂບນິລກຼໍຣິວ ( $\text{COCl}_2$ ) ເປັນກາສພິດທີ່ນຳມາໃຊ້ໃນສົງຄາມໂລກຄັ້ງທີ 1 ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຢູ່ພາວະດຸນດັ່ງ ເມື່ອອຸນຫະພູມ  $74^\circ\text{C}$  ມີຄ່າດັ່ງນີ້:  $[\text{CO}] = 1.2 \times 10^{-2}\text{M}$ ,  $[\text{Cl}] = 0,054\text{M}$ ,  $[\text{COCl}_2] = 0,0014\text{M}$  ຈົ່ງຊອກຫາຄ່າຂອງ  $K$ .



5. ຈາກສົມຜົນປະຕິກິລິຍາ  $\text{NO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$

ມີຄ່າຄົງທີ່  $K_P = 158$  ຈົ່ງຊອກຫາຄວາມດັນຍ່ອຍຂອງອົກຊີແຊນ ຖ້າຄວາມດັນຍ່ອຍຂອງ  $\text{NO}_2\text{(g)} = 0,400\text{ atm}$  ແລະ  $2\text{NO(g)} = 0,270\text{ atm}$ .

6. ຈາກສົມຜົນປະຕິກິລິຍາ  $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$

ຄ່າຄົງທີ່  $K_P$  ຂອງສົມຜົນເທົ່າກັບ  $4,3 \times 10^{-4}$  ຢູ່  $375^\circ\text{C}$  ຈົ່ງຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່  $K_C$



7. ຈົ່ງພິຈາລະນາຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍາ:  $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$   
ປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນຢູ່ອຸນຫະພູມ 395 K ຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K_C$  ແລະ  $K_P$  ຂອງປະຕິກິລິຍາ  
ແມ່ນ:

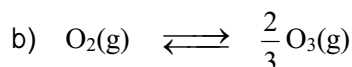
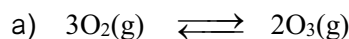
ກ.  $K_C = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{S}]}{[\text{NH}_4\text{HS}]} \quad K_P = \frac{(P_{\text{NH}_3})(P_{\text{H}_2\text{S}})}{(P_{\text{NH}_4\text{HS}})^2}$

ຂ.  $K_C = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{S}]}{[\text{NH}_4\text{HS}]} \quad K_P = (P_{\text{NH}_3})(P_{\text{H}_2\text{S}})$

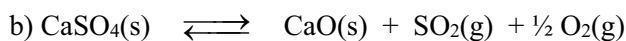
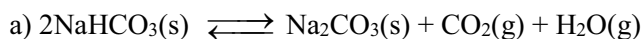
ຄ.  $K_C = [\text{NH}_3][\text{H}_2\text{S}] \quad K_P = \frac{(P_{\text{NH}_3})(P_{\text{H}_2\text{S}})}{(P_{\text{NH}_4\text{HS}})^2}$

ງ.  $K_C = [\text{NH}_3][\text{H}_2\text{S}] \quad K_P = (P_{\text{NH}_3})(P_{\text{H}_2\text{S}})$

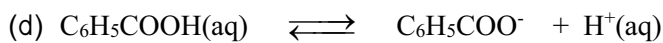
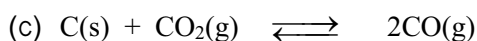
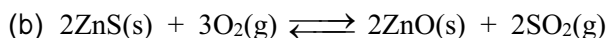
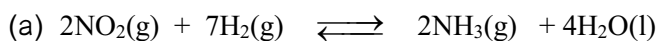
8. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງຄຳຄົງທີ່ການດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍາຕໍ່ໄປນີ້ພ້ອມທັງສະແດງການ  
ພົວພັນຂອງຄຳທີ່ໄດ້:



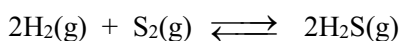
9. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ ( $K_P$ ) ຂອງປະຕິກິລິຍາການສະຫຼາຍຕົວດ້ວຍ  
ຄວາມຮ້ອຍດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້:



10. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K_C$  ແລະ  $K_P$  ຂອງປະຕິກິລິຍາທີ່ສາມາດຂຽນໄດ້  
ດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້:

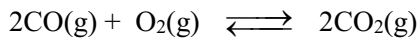


11. ຈົ່ງພິຈາລະນາຂະບວນການຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງລຸ່ມນີ້ຢູ່ 700°C



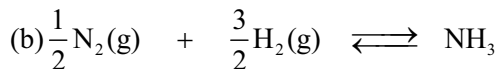
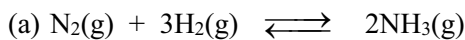
ຈາກການວິເຄາະພົບວ່າມີ:  $\text{H}_2$  2,50mol,  $\text{S}_2$  1,35mol ແລະ  $\text{H}_2\text{S}$  0,70mol ໃນກວດ  
ແກ້ວທີ່ມີບໍລິມາດ 12,0 ລິດ ຈົ່ງຄຳນວນຫາຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K_C$  ຂອງປະຕິກິລິຍານີ້

12. ປະຕິກິລິຍາຢູ່ອຸນຫະພູມ  $350^{\circ}\text{C}$

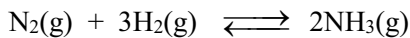


ຈົ່ງຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່  $K_c$  ຂອງປະຕິກິລິຍາດັ່ງກ່າວ ຮູ້  $K_p$  ເທົ່າກັບ  $1,8 \times 10^5$

13. ພາຊະນະອັນໜຶ່ງບັນຈຸກາສ  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$  ແລະ  $\text{H}_2$  ຢູ່ອຸນຫະພູມໜຶ່ງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງຄື:  $0,25\text{M}$ ,  $0,11\text{M}$  ແລະ  $1,91\text{M}$  ຕາມລຳດັບຈົ່ງຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່  $K_c$  ຂອງການສັງເຄາະອາໂມນີອັກຕາມສົມຜົນ:



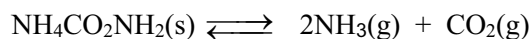
14. ຈາກສົມຜົນປະຕິກິລິຍາດັ່ງນີ້:



ຖ້າຄວາມດັນຍ່ອຍຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງຂອງ  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ , ແລະ  $\text{NH}_3$  ເທົ່າກັບ:  $0,15\text{atm}$ ,  $0,33\text{atm}$  ແລະ  $0,050\text{atm}$  ຕາມລຳດັບຢູ່ອຸນຫະພູມ  $2200^{\circ}\text{C}$  ຈົ່ງຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່  $K_p$  ຂອງຂະບວນການນີ້?

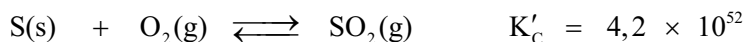
15. ລະບົບທີ່ຢູ່ໃນພາວະດຸນດ່ຽງມີຄວາມດັນ  $0,105\text{ atm}$  ຢູ່  $350^{\circ}\text{C}$  ຈົ່ງຄຳນວນຫາຄ່າ  $K_c$  ແລະ  $K_p$  ຂອງປະຕິກິລິຍາ:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

16. ອາໂມນີອອມອາມິໂນກາກໂບນັດ ( $\text{NH}_4\text{CO}_2\text{NH}_2$ ) ສະຫຼາຍຕົວຕາມສົມຜົນ:



ຖ້າເລີ່ມຕົ້ນດ້ວຍທາດທີ່ເປັນທາດແຂງພຽງຊະນິດດຽວພົບວ່າ: ຢູ່  $40^{\circ}\text{C}$  ຄວາມດັນລວມຂອງ  $\text{NH}_3$  ແລະ  $\text{CO}_2$  ເທົ່າ  $0,363\text{atm}$  ຈົ່ງຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່  $K_p$ .

17. ຢູ່ອຸນຫະພູມໜຶ່ງກຳນົດຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍາດັ່ງນີ້:



ຈົ່ງຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K_c$  ຂອງປະຕິກິລິຍາລຸ່ມນີ້ຢູ່ອຸນຫະພູມບໍ່ປ່ຽນແປງ

## ບົດທີ 10 ການນຳໃຊ້ຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ

### 1. ການນຳໃຊ້ຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງເພື່ອກຳນົດທິດທາງຂອງປະຕິກິລິຍາ

ຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງຂອງປະຕິກິລິຍາການເກີດກາສໄຮໂດຣເຈນອີອົດດົວ ຈາກກາສໄຮໂດຣແຊນ ແລະ ອີອົດ  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$

ມີຄ່າ  $K_c = 54,3$  ຢູ່  $430^\circ\text{C}$  ສົມມຸດວ່າໃຊ້  $\text{H}_2$   $0,243\text{mol}$ ,  $\text{I}_2$   $0,146\text{mol}$  ແລະ ໄດ້  $\text{HI}$   $1,98\text{mol}$  ໃນພາຊະນະ  $1\text{L}$  ເຮົາຕ້ອງການຢາກຮູ້ວ່າປະຕິກິລິຍາຈະໄປຂ້າງໜ້າ ຫຼື ປີ້ນກັບຫຼັງ ເຮົາແທນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃນສົມຜົນຂອງການຊອກຫາຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ:

$$\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2]_0[\text{I}_2]_0} = \frac{(0,198)^2}{0,243 \times 0,146} = 111$$

ຕົວຫ້ອຍ 0 ໝາຍເຖິງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເລີ່ມຕົ້ນກ່ອນເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ ຄ່າຂອງຜົນຫານທີ່ຄຳນວນໄດ້ຫຼາຍກວ່າ  $K_c$  ເນື່ອງຈາກລະບົບຍັງບໍ່ທັນເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ ສະນັ້ນ  $\text{HI}$  ບາງສ່ວນຂອງ  $\text{HI}$  ຈະກາຍເປັນ  $\text{H}_2$  ແລະ  $\text{I}_2$  (ຜົນຫານທີ່ໄດ້ມີຄ່າຫຼຸດລົງ) ໝາຍວ່າປະຕິກິລິຍາເກີດປີ້ນກັບຈາກຂວາໄປຊ້າຍ ແລ້ວຈຶ່ງເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ.

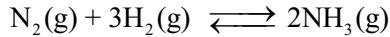
ສຳລັບປະຕິກິລິຍາທີ່ບໍ່ທັນເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຸ່ງເຊັ່ນກໍລະນີ  $\text{HI}$  ທີ່ແທນຄ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຢູ່ພາວະເລີ່ມຕົ້ນ ແລະ ຄຳນວນຜົນຫານຂອງປະຕິກິລິຍາ (reaction quotient ໃຊ້ສັນຍາລັກ  $Q_c$ ) ໄດ້ ແລະ ນຳຄ່າດັ່ງກ່າວມາກຳນົດທິດທາງຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາໂດຍການປຽບທຽບຄ່າ  $K_c$  ກັບ  $Q_c$  ເຊິ່ງມີ 3 ກໍລະນີດັ່ງນີ້:

$K_c > Q_c$  ອັດຕາສ່ວນຂອງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນພາວະເລີ່ມຕົ້ນຂອງທາດຜະລິດຕະພັນຕໍ່ກັບທາດຕັ້ງຕົ້ນມີຄ່ານ້ອຍຫຼາຍ ເພື່ອເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ ທາດຕັ້ງຕົ້ນຕ້ອງປ່ຽນເປັນທາດຜະລິດຕະພັນ, ປະຕິກິລິຍາຈຶ່ງເກີດຂຶ້ນຈາກຊ້າຍຫາຂວາ ຫຼື ເກີດໄປຂ້າງໜ້າ.

$K_c = Q_c$  ລະບົບຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງເພາະຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃນພາວະເລີ່ມຕົ້ນນີ້ດຸນດຸ່ງແລ້ວ.

$K_c < Q_c$  ອັດຕາສ່ວນຂອງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນພາວະເລີ່ມຕົ້ນຂອງທາດຜະລິດຕະພັນຕໍ່ກັບທາດຕັ້ງຕົ້ນມີຄ່າຫຼາຍ ເພື່ອເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ ທາດທາດຜະລິດຕະພັນຕ້ອງປ່ຽນກັບມາເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນປະຕິກິລິຍາ ຈຶ່ງເກີດຂຶ້ນຈາກຂວາຫາຊ້າຍ ຫຼື ປະຕິກິລິຍາປີ້ນກັບ.

**ຕົວຢ່າງ 1** ຢູ່ພາວະເລີ່ມຕົ້ນຂອງປະຕິກິລິຍາມີ  $\text{N}_2$   $0,249\text{mol}$   $\text{H}_2$   $3,12 \times 10^{-2}\text{mol}$   $\text{NH}_3$   $6,42 \times 10^{-4}\text{mol}$  ໃນພາຊະນະ  $3,5\text{L}$  ຢູ່  $375^\circ\text{C}$  ຄຳຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງເທົ່າ  $1,2$  ຖາມວ່າປະຕິກິລິຍານີ້ເກີດຂຶ້ນຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ ຫຼື ບໍ່? ຫຼື ປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນໄປຕາມທິດທາງໃດ?



ຕອບ:

ຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງກາສແຕ່ລະຊະນິດດັ່ງນີ້:

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow [\text{N}_2]_0 = \frac{0,249\text{mol}}{3,5\text{L}} = 0,0711\text{M}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_2]_0 = \frac{3,21 \times 10^{-2} \text{mol}}{3,5\text{L}} = 9,17 \times 10^{-3} \text{M}$$

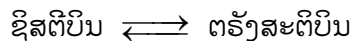
$$\Rightarrow [\text{NH}_3]_0 = \frac{6,42 \times 10^{-4} \text{mol}}{3,5\text{L}} = 1,83 \times 10^{-4} \text{M}$$

$$\text{ຊອກຫາ } Q_c \text{ ດັ່ງນີ້ } Q_c = \frac{[\text{NH}_3]_0^2}{[\text{N}_2]_0 [\text{H}_2]_0} = \frac{(1,83 \times 10^{-4})^2}{(0,0711)(9,17 \times 10^{-3})^3}$$

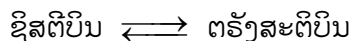
ຄ່າ  $K_c > Q_c$  ດັ່ງນັ້ນ ປະຕິກິລິຍາຍັງບໍ່ທັນເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ ສະແດງວ່າປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນໃນທິດທາງໄປຂ້າງໜ້າ ຫຼື ທາດຕັ້ງຕົ້ນປ່ຽນເປັນທາດຜະລິດຕະພັນ.

## 2. ການຄຳນວນຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ

ເຮົາສາມາດຄຳນວນຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕ່າງໆ ຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງໄດ້ໃນເມື່ອຮູ້ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ ຕາມປົກກະຕິແລ້ວຕ້ອງຮູ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດໃນພາວະເລີ່ມຕົ້ນ. ພິຈາລະນາລະບົບຂອງທາດປະສົມອົງຄະທາດ 2 ຊະນິດຄື: ຊິສຕີບິນ (cis-stibene) ແລະ ຕຣັງສະຕີບິນ (trans-stibene) ໃນທາດພາລະລາຍທີ່ບໍ່ມີຂົ້ວຂອງຮີໂດຣກາກບອນ.



ປະຕິກິລິຍາຢູ່ອຸນຫະພູມ  $200^\circ\text{C}$  ມີຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງເທົ່າ 24,00 ສົມມຸດວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງຊິສຕີບິນ = 0,850 mol/L ຈະຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ ຊິສຕີບິນ ແລະ ຕຣັງສະຕີບິນ ໃນພາວະດຸນດຸ່ງໄດ້ແນວໃດ? ຈາກການພົວພັນຮູ້ວ່າ 1 mol ຂອງຕຣັງສະຕີບິນເກີດຈາກ 1 mol ຂອງຊິສຕີບິນ ຖ້າໃຫ້ x ແທນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງຕຣັງສະຕີບິນຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງ ດັ່ງນັ້ນ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງຊິສຕີບິນ = 0,850 - x mol/L ເຊິ່ງສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ດັ່ງນີ້:



ພາວະເລີ່ມຕົ້ນ (M)	0,85	0,00
ປ່ຽນແປງ (M)	- x	+ x
ພາວະດຸນດຸ່ງ (M)	( 0,85 - x )	+ x

ເຄື່ອງໝາຍບວກໝາຍເຖິງການເພີ່ມຂຶ້ນ ແລະ ເຄື່ອງໝາຍລົບ ໝາຍເຖິງການຫຼຸດລົງ ຂອງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ ໂດຍເຮົາສາມາດຂຽນສົມຜົນສະແດງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$K_a = \frac{[\text{trans-stilbene}]}{[\text{cis-stilbene}]} \Rightarrow 24,00 = \frac{x}{0,850 - x}$$

$$x = 0,816M$$

ເມື່ອຮູ້ຄ່າຂອງ x ສາມາດຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ cis-stilbene ແລະ trans-stilbene ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໄດ້:

$$[\text{cis-stilbene}] = (0,850 - 0,816) = 0,034M$$

$$[\text{trans-stilbene}] = 0,816M$$

ຈາກຜົນການຄຳນວນຂ້າງເທິງ ສາມາດແທນຄ່າເຂົ້າໃນສົມຜົນສະແດງການຄຳນວນຫາຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງເພື່ອກວດກາຄືນວ່າຖືກຕ້ອງຕາມທີ່ຫົວບົດກຳນົດ ຫຼື ບໍ່?

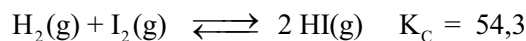
**ສະຫຼຸບຂັ້ນຕອນຂອງການຄຳນວນ ແລະ ນຳໃຊ້ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ:**

1) ສະແດງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດໃນພາວະດຸນດ່ຽງໃນຮູບຂອງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເລີ່ມຕົ້ນ ແລະ ຄ່າສົມມຸດ (x) ທີ່ໃຊ້ແທນແກ່ການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ.

2) ຂຽນສົມຜົນສະແດງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ ໂດຍການແທນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ ແລ້ວແກ້ສົມຜົນເພື່ອຊອກຫາຄ່າຂອງ x.

3) ເມື່ອຊອກຫາຄ່າຂອງ x ໄດ້ກໍສາມາດຄຳນວນຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດອື່ນຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໄດ້

**ຕົວຢ່າງ 2** ກາສປະສົມລະຫວ່າງ  $H_2$  0,500 mol ແລະ  $I_2$  0,500 mol ບັນຈຸຢູ່ໃນພາຊະນະເຮັດດ້ວຍເຫຼັກກ້າບໍ່ມີໝັງ ຂະໜາດ 1L ຢູ່  $430^{\circ}C$ .



ຈົ່ງຄຳນວນຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $H_2$ ,  $I_2$  ແລະ HI ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ?

**ຕອບ:** ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນຢູ່ພາວະເລີ່ມຕົ້ນ ແຕ່ຍັງບໍ່ທັນມີ HI ຢູ່ ເລີຍໝາຍວ່າປະຕິກິລິຍາຍັງບໍ່ທັນເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ ດັ່ງນັ້ນ  $H_2$  ປະຕິກິລິຍາກັບ  $I_2$  ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ HI ຈົນກະທັ້ງເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງ

ເຮົາຄຳນວນຕາມຂັ້ນຕອນດັ່ງນີ້:

1) ຈາກປະລິມານສຳພັນໃຫ້ຮູ້ວ່າ: 1 mol ຂອງ  $H_2$  ປະຕິກິລິຍາພໍດີກັບ 1 mol ຂອງ  $I_2$  ໄດ້ທາດຜະລິດຕະພັນ 2 mol ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງກຳນົດໃຫ້  $x$  ເປັນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນທີ່ ຫຼຸດລົງຂອງ  $H_2$  ແລະ  $I_2$  ແລະ  $2x$  ເປັນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $HI$  ຂຽນສົມຜົນການປ່ຽນແປງ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໄດ້ດັ່ງນີ້:

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2HI(g)$
ເລີ່ມຕົ້ນ	0,500mol		0,500mol		0,000mol
ປ່ຽນແປງ	-x		-x		+2x
ດຸນດ່ຽງ	(0,500-x)		(0,500-x)		2x

2) ຄຳຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງຄື

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

ແທນຄ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຈະໄດ້:

$$54,3 = \frac{(2x)^2}{(0,500-x) \times (0,500-x)}$$

$$\Rightarrow 7,37 = \frac{2x}{0,500-x} \Rightarrow x = 0,393M$$

3) ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຄື:

$$[H_2] = 0,500 - 0,393 = 0,107M$$

$$[I_2] = 0,500 - 0,393 = 0,107M$$

$$[HI] = 2 \times 0,393 = 0,786M$$

ເຮົາສາມາດກວດກາເບິ່ງຄຳຕອບທີ່ໄດ້ມານັ້ນຖືກຕ້ອງ ຫຼື ບໍ່? ໂດຍການແທນຄ່າ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດພາວະດຸນດ່ຽງເພື່ອຊອກຫາຄ່າ  $K_c$  ແຕ່ຕ້ອງຄິດວ່າ  $K_c$  ຂຶ້ນກັບອຸນ ນະທະພູມ.

**ຕົວຢ່າງ 3** ພິຈາລະນາປະຕິກິລິຍາ  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$  ສົມມຸດຄວາມ ເຂັ້ມຂຸ້ນເລີ່ມຕົ້ນຂອງ  $H_2$ ,  $I_2$ , ແລະ  $HI$  ເທົ່າກັບ 0,00623 M, 0,00414M ແລະ 0,0224M ຕາມລຳດັບ ຈົ່ງກຳນົດທິດທາງຂອງປະຕິກິລິຍາ ແລະ ຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດແຕ່ ລະຕົວໃນພາວະດຸນດ່ຽງ?

**ຕອບ:** ເຮົາຕ້ອງຄຳນວນຫາຄ່າ  $Q$  ກ່ອນດັ່ງນີ້:

$$Q = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(0,0224)^2}{(0,00623)(0,00414)} = 19,5$$

ຄ່າ  $Q = 19,5$  ນ້ອຍກວ່າຄ່າ  $K_C$  ( $K_C = 54,3$ ) ສະຫຼຸບໄດ້ວ່າປະຕິກິລິຍາເກີດໄປຂ້າງໜ້າຈົນກະທັ້ງເຖິງພາວະດຸນດຸ່ງ ໝາຍວ່າປະຕິກິລິຍາເກີດເປັນ HI

1) ໃຫ້  $x$  ເປັນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນທີ່ຫຼຸດລົງຂອງ  $H_2$  ແລະ  $I_2$  ແລະ  $2x$  ເປັນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນຂອງ HI .

$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2HI(g)$
ເລີ່ມຕົ້ນ		0,00623 M		0,00414M
				0,0224M
ປ່ຽນແປງ		$x$		$x$
				$2x$
ດຸນດຸ່ງ		$(0,00623 - x)$		$(0,00414 - x)$
				$0,0224 + 2x$

$$2) \text{ ຊອກຫາຄ່າ } K_C \text{ ໄດ້: } K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(0,0224 + 2x)^2}{(0,00623 - x)(0,00414 - x)}$$

ເຮົາຈັດສົມຜົນຄົ້ນໃໝ່ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$54,3 (2,58 \times 10^{-5} - 0,0104x + x^2) = 5,02 \times 10^{-4} + 0,0896x + 4x^2$$

$$\text{ແລະ } 50,2x^2 - 0,654x + 8,98 \times 10^{-4} = 0$$

ຈັດສົມຜົນໃໝ່ໃຫ້ຢູ່ໃນຮູບ  $ax^2 + bx + c = 0$  ແລ້ວແກ້ສົມຜົນຕາມແບບ

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

ແທນຄ່າ  $a = 50,3$  ;  $b = -0,654$  ;  $c = 8,98 \times 10^{-4}$

$$x = \frac{0,654 \pm \sqrt{(-0,654)^2 - 4(50,3)(8,98 \times 10^{-4})}}{2 \times 50,3}$$

$$x_1 = 0,0114M ; \quad x_2 = 0,00156M$$

ຄຳຕອບທີ່ໄດ້ມີ 2 ຄ່າ, ຄ່າທີ 1 ເປັນໄປບໍ່ໄດ້ເພາະມີຄ່າຫຼາຍກວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ດັ່ງນັ້ນ ຄ່າທີ 2 ຈຶ່ງເປັນຄ່າທີ່ຖືກຕ້ອງ.

3). ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງມີດັ່ງ:

$$[H_2] = (0,00623 - 0,00156)M = 0,00476M$$

$$[I_2] = (0,00414 - 0,00156)M = 0,00258M$$

$$[HI] = (0,0224 + 2 \times 0,00156)M = 0,0255M$$

ສາມາດກວດກາເບິ່ງຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງຄຳຕອບໂດຍການແທນຄ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງເພື່ອຊອກຄ່າ  $K_c$  ແຕ່ຕ້ອງຄຳນຶງເຖິງວ່າຄ່າ  $K_c$  ຂຶ້ນກັບອຸນຫະພູມ.

ຈາກຕົວຢ່າງທັງ 2 ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າສາມາດຄຳນວນຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດທຸກຊະນິດໄດ້ໃນພາວະດຸນດຸ່ງ ແຕ່ຕ້ອງຮູ້ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເລີ່ມຕົ້ນຂໍ້ມູນດັ່ງກ່າວຖືວ່າມີຄວາມສຳຄັນຫຼາຍຕໍ່ການຊອກຫາປະລິມານຂອງຜະລິດຕະພັນ ເຊັ່ນ: ຈາກຕົວຢ່າງການເກີດ HI ຈາກປະຕິກິລິຍາ  $H_2$  ກັບ  $I_2$  ໂດຍໃນຕົວຢ່າງ 2 ຮູ້ວ່າຖ້າປະຕິກິລິຍາເກີດສົມບູນຈະມີ  $HI \ 2 \times 0,500M = 1M$  ແຕ່ປະລິມານທີ່ເກີດຕົວຈິງແມ່ນ

$$2 \times 0,393M = 0,786M \text{ ຫຼື ເປັນ } 78,6\%$$

### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ຈາກສົມຜົນປະຕິກິລິຍາ  $2A + B \rightleftharpoons C + 2D$  ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ C$  ມີຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ  $\frac{1}{50}$  ພົບວ່າຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ A, B ແລະ C ເທົ່າກັບ 0,1; 0,05 ແລະ  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  ຕາມລຳດັບ ຈົ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ D.

2. ຈາກປະຕິກິລິຍາ  $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2$  ຖ້ານຳເອົາ CO ແລະ  $Cl_2$  ຢ່າງລະ 2 ໂມລເຂົ້າໃນພາຊະນະທີ່ມີບໍລິມາດ 4 ລິດ ຢູ່ອຸນຫະພູມໜຶ່ງແລ້ວປ່ອຍໃຫ້ເຖິງພາວະດຸນດຸ່ງຈະມີຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ 1,46 ຈົ່ງຊອກຫາຈຳນວນໂມລຂອງ  $COCl_2$ , CO ແລະ  $Cl_2$  ໃນພາວະດຸນດຸ່ງນັ້ນ.

3. ປະຕິກິລິຍາ  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$  ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ C$  ມີຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ 0,25, ຖ້າໃຫ້  $PCl_5$  ໃນພາຊະນະ 2 ລິດ, ຈົ່ງຊອກຫາ:

ກ. ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $PCl_5$ ,  $PCl_3$  ແລະ  $Cl_2$  ຢູ່ພາວະດຸ່ງດຸ່ງ

ຂ. ຖ້າເລີ່ມຕົ້ນມີ  $Cl_2$  2 ໂມລ ຈະມີ  $PCl_3$  ເທົ່າໃດ?

ຄ. ຈາກຂໍ້ ຂ ຈະມີ  $PCl_5$  ແຕກຕົວຈັກສ່ວນຮ້ອຍ?

ງ. ມວນສານຂອງ  $PCl_5$  ທີ່ເຫຼືອໃນຂໍ້ ຂ ມີເທົ່າໃດ?

4. ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງຂອງປະຕິກິລິຍາເກີດນິໂຕຣຊິນກໍຣິວ(nitrosyl chloride) ຈາກນິໂຕຣິກອິກຊິດ ກັບກໍຣິນຊິນ:  $2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)$

ມີຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງ  $6,5 \times 10^4$  ຢູ່  $35^\circ C$  ຖ້າສົມຜົນມີ NO  $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ,  $Cl_2$   $8,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$  ແລະ NOCl 6,8 mol ໃນພາຊະນະ 2L ຈົ່ງກຳນົດທິດທາງການເກີດປະຕິກິລິຍາດັ່ງກ່າວ?



## ບົດທີ 11 ປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ການດູງເຄມີ

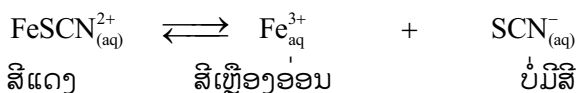
ການດູງເຄມີສະແດງເຖິງການດູງຂອງທິດທາງການເກີດປະຕິກິລິຍາໄປຂ້າງໜ້າ ຫຼື ບິນກັບ, ເປັນເລື່ອງທີ່ລະອຽດອ່ອນຕໍ່ກັບຫຼາຍໆປະຕິກິລິຍາ, ການປ່ຽນແປງບາງປັດໄຈຂອງການທົດລອງອາດມີຜົນລົບກວນທິດທາງຂອງການດູງ ເຊິ່ງສິ່ງຜົນຕໍ່ປະຕິກິລິຍາວ່າຈະໄດ້ຮັບທາດຜະລິດຕະພັນເພີ່ມຂຶ້ນ ຫຼື ຫຼຸດລົງ. ເມື່ອເຮົາເຫັນວ່າປະຕິກິລິຍາມີທິດທາງໄປທາງຂວາໝາຍເຖິງວ່າປະຕິກິລິຍາເກີດຈາກຊ້າຍຫາຂວາ, ບັນດາປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ການດູງໄດ້ແກ່: ຄວາມດັນ, ອຸນຫະພູມ, ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ, ທາດເລັ່ງ ແລະ ບໍລິມາດ. ໃນນີ້ຈະໄດ້ສຶກສາວ່າປັດໄຈເຫຼົ່ານີ້ມີຜົນຕໍ່ທິດທາງການດູງແນວໃດ.

### ຫຼັກເກນຂອງເລີຊາເຕີລີເຢ

ໃຊ້ຫຼັກເກນຂອງເລີຊາເຕີລີເຢ ເພື່ອພິຈາລະນາທິດທາງຂອງປະຕິກິລິຍາວ່າຈະປ່ຽນແປງແນວໃດເມື່ອມີຄວາມດັນ, ອຸນຫະພູມ, ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ, ຫຼື ບໍລິມາດມີການປ່ຽນແປງໂດຍຫຼັກເກນຂອງເລີຊາເຕີລີເຢກ່າວວ່າ: ເມື່ອການດູງຂອງລະບົບຖືກລົບກວນ, ລະບົບຈະຕ້ອງປັບຕົວຄືນໃໝ່ຕາມທິດທາງທີ່ເຮັດໃຫ້ເຂົ້າສູ່ພາວະດູງໃໝ່ ເພື່ອໃຫ້ການລົບກວນນັ້ນຫຼຸດລົງ.

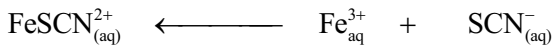
### 1. ການປ່ຽນແປງຂອງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ

ເຫຼັກ III ທີ່ໄອຊີຍານັດ  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  ລະລາຍໃນນ້ຳໄດ້ທາດລະລາຍມີສີແດງເຊິ່ງໄດ້ຈາກສີຂອງອີອົງ  $\text{FeSCN}^{2+}$  ການດູງຂອງປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງອີອົງ  $\text{FeSCN}^{2+}$



ເມື່ອຕື່ມ  $\text{NaSCN}$  ພຽງເລັກນ້ອຍລົງໃນທາດລະລາຍເຊິ່ງກໍລະນີນີ້ສາມາດບອກໄດ້ວ່າ: ການດູງຖືກລົບກວນຈາກຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{SCN}^{-}$  ທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນ ເນື່ອງຈາກ  $\text{NaSCN}$  ທີ່ແຕກຕົວໃຫ້  $\text{Na}^{+}$  ແລະ  $\text{SCN}^{-}$  ເພື່ອເຮັດໃຫ້ລະບົບເຂົ້າສູ່ພາວະດູງເທື່ອໃໝ່  $\text{Fe}^{3+}$  ບາງສ່ວນປະຕິກິລິຍາກັບ  $\text{SCN}^{-}$  ເຮັດໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເກີດຈາກຂວາຫາຊ້າຍ ແລະ ທາດລະລາຍມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເພີ່ມຂຶ້ນ(ສີແດງເຂັ້ມຂຶ້ນ).

ໃນທຳນອງດຽວກັນ ຖ້າຕື່ມອີອົງ  $\text{Fe}^{3+}$  ເຊັ່ນຕື່ມ  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  ລົງໃນທາດລະລາຍຈະເຫັນໄດ້ວ່າ: ທາດລະລາຍມີສີແດງເຂັ້ມຂຶ້ນ ເພາະ  $\text{Fe}^{3+}$  ຫຼາຍຂຶ້ນເຊິ່ງໄດ້ຈາກ  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  ເຮັດໃຫ້ທິດທາງຂອງປະຕິກິລິຍາປັບຕົວຈາກຂວາຫາຊ້າຍ.



ຖ້າທົດລອງຕື່ມອາຊິດອີກຊາລິກ ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) ພຽງເລັກນ້ອຍລົງໃນທາດລະລາຍ ເຊິ່ງອາຊິດນີ້ຈະແຕກຕົວໃຫ້ອີອົງອີກຊາລັດ  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  ທີ່ສາມາດປະຕິກິລິຍາກັບ  $\text{Fe}^{3+}$  ກາຍເປັນ  $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$  ເຮັດໃຫ້  $\text{Fe}^{3+}$  ໃນທາດລະລາຍຫຼຸດລົງ ສະນັ້ນ ເພື່ອໃຫ້ລະບົບເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໃໝ່  $\text{FeSCN}^{2+}$  ຈຶ່ງຕ້ອງແຕກຕົວໃຫ້  $\text{Fe}^{3+}$  ເກີດປະຕິກິລິຍາ ເຊິ່ງມີທິດທາງຈາກຊ້າຍໄປຂວາ

**ຕົວຢ່າງ1** ຄຳຄົງທີ່  $K_c$  ຂອງປະຕິກິລິຍາ  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$

ມີຄ່າ  $2,37 \times 10^{-3}$  ໂດຍຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງແຕ່ລະທາດໃນພາວະດຸນດ່ຽງມີຄ່າດັ່ງນີ້:  $[\text{N}_2] = 0,683\text{M}$ ,  $[\text{H}_2] = 8,80\text{M}$ ,  $[\text{NH}_3] = 1,05\text{M}$  ສົມມຸດວ່າເຮົາຕື່ມ  $[\text{NH}_3]$  ລົງໃນທາດລະລາຍຈົນກວ່າວ່າມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເທົ່າກັບ  $3,65\text{ M}$ .

(a) ຈະໃຊ້ຫຼັກເກນຂອງເລີຊາເຕີລີເຢ ໃນການກຳນົດວ່າປະຕິກິລິຍາຈະມີທິດທາງໄປທາງໃດເພື່ອໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງອີກໃໝ່?

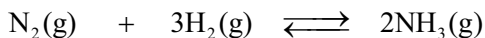
(b) ຈົ່ງຄຳນວນຫາ  $Q_c$  ເພື່ອປຽບທຽບກັບ  $K_c$  ໃນການຢືນຢັນຄຳຕອບໃນຂໍ້ (a)

**ການແນະນຳ:**

(a) ເຮົາຕ້ອງພິຈາລະນາວ່າ ອັນໃດທີ່ພາໃຫ້ເກີດມີການປ່ຽນແປງຂອງລະບົບ, ແລະລະບົບຈະປັບຕົວແນວໃດ ເພື່ອໃຫ້ກັບເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໃໝ່.

(b) ເມື່ອມີການຕື່ມ  $[\text{NH}_3]$  ລົງໄປເຮັດໃຫ້ການດຸນດ່ຽງຂອງລະບົບປ່ຽນແປງຈະຄຳນວນຫາ  $Q_c$  ຂອງລະບົບໄດ້ແນວໃດ ແລະການປຽບທຽບຄ່າ  $Q_c$  ກັບ  $K_c$  ຈະໃຫ້ຮູ້ແນວໃດເຖິງທິດທາງການປັບຕົວເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໃໝ່?

**ຕອບ:** ເມື່ອຕື່ມ  $\text{NH}_3$  ລົງໄປໝາຍເຖິງການເພີ່ມປະລິມານຂອງ  $\text{NH}_3$  ໃຫ້ຫຼາຍຂຶ້ນ ເຮັດໃຫ້ລະບົບບໍ່ສາມາດຮັກສາພາວະດຸນດ່ຽງ, ລະບົບຈະເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໃໝ່ດ້ວຍການຫຼຸດຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{NH}_3$  ລົງດ້ວຍການເກີດປະຕິກິລິຍາໃນທິດທາງແຕ່ຂວາຫາຊ້າຍເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ປະລິມານ  $\text{N}_2$  ແລະ  $\text{H}_2$  ເພີ່ມຂຶ້ນຕາມສົມຜົນ:



ເມື່ອຕື່ມ  $\text{NH}_3$  ເຮົາຊອກຫາຄ່າ  $Q_c$  ໄດ້:

$$Q = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(3,65)^2}{(0,683)(8,80)^3} = 2,83 \times 10^{-2}$$

ດັ່ງນັ້ນ  $Q_c > K_c$  ເຮັດໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເກີດແຕ່ຂວາຫາຊ້າຍ.

## 2. ການປ່ຽນແປງບໍລິມາດ ຫຼື ຄວາມດັນ

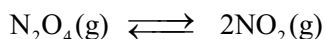
ໂດຍປົກກະຕິການປ່ຽນແປງຄວາມດັນ ຈະບໍ່ມີຜົນກະທົບຫຍັງຕໍ່ກັບພາວະທີ່ຄວບແໜ້ນ (condense phase) ເຊັ່ນທາດລະລາຍທີ່ໃຊ້ນໍ້າເປັນທາດພາລະລາຍເນື່ອງຈາກວ່າທາດໃນພາວະແຂງ ແລະ ແຫຼວບໍ່ສາມາດບີບອັດຕົວໄດ້, ເຊິ່ງກົງກັນຂ້າມກັບກໍລະນີຂອງກາສ ເມື່ອຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນປ່ຽນແປງໄດ້ເມື່ອມີຄວາມດັນປ່ຽນແປງເຊິ່ງພິຈາລະນາຈາກສົມຜົນ:

$$PV = nRT$$

$$P = \left( \frac{n}{V} \right) RT$$

ຈາກສົມຜົນເຫັນວ່າ  $P$  ແລະ  $V$  ເປັນອັດຕາສ່ວນປົກກະຕິ ແລະ ອັດຕາສ່ວນ  $n/V$  ມີຫົວໜ່ວຍ mol/L ເຊິ່ງເປັນອັດຕາສ່ວນກົງກັບຄວາມດັນ.

ສົມມຸດລະບົບຂອງປະຕິກິລິຍາລຸ່ມນີ້ຢູ່ພາວະດຸນດຽງໃນບັງສູບທີ່ລູກສູບສາມາດເຄື່ອນທີ່ໄດ້:



ເມື່ອອຸນຫະພູມຄົງທີ່ ຖ້າຫຼຸດລູກສູບລົງເຊິ່ງເປັນການຫຼຸດບໍລິມາດ ແລະ ເພີ່ມຄວາມດັນນັ້ນຄື  $n/V$  ຂອງທັງທາດຕັ້ງຕົ້ນ ແລະ ທາດຜະລິດຕະພັນ ມີຄ່າເພີ່ມຂຶ້ນຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ພາວະດຸນດຽງຂອງລະບົບມີການປ່ຽນແປງ, ເນື່ອງຈາກຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $NO_2$  ຂຶ້ນກຳລັງສອງຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ມີຄ່າເພີ່ມຂຶ້ນຫຼາຍກວ່າ  $N_2O_4$

$$Q_c = \frac{[NO_2]_0^2}{[N_2O_4]_0}$$

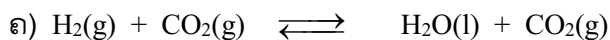
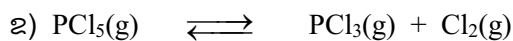
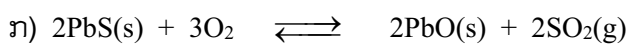
ດັ່ງນັ້ນເມື່ອເພີ່ມຄວາມດັນ  $Q_c > K_c$  ເຮັດໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນຈາກຂວາຫາຊ້າຍ ຈົນກະທັ້ງເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຽງໃໝ່ ໃນທາງກົງກັນຂ້າມຖ້າຫຼຸດຄວາມດັນ  $Q_c < K_c$  ເຮັດໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເກີດຈາກຊ້າຍຫາຂວາເພື່ອເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດຽງໃໝ່.

ໂດຍທົ່ວໄປໃນລະບົບທີ່ມີການເພີ່ມຄວາມດັນ ຫຼື ຫຼຸດບໍລິມາດ ປະຕິກິລິຍາຈະໄປຕາມທິດທາງທີ່ຈະຫຼຸດຈຳນວນໂມລຂອງກາສ ໃນກໍລະນີນີ້ປະຕິກິລິຍາຈະເກີດແບບປົກກະຕິ (ຈາກເບື້ອງ ຈຳນວນໂມລຫຼາຍຫາໜ້ອຍ) ແຕ່ກົງກັນຂ້າມໃນກໍລະນີທີ່ຫຼຸດຄວາມດັນ ຫຼື ເພີ່ມບໍລິມາດປະຕິກິລິຍາມັກຈະເກີດໄປໃນທິດທາງທີ່ຈະເພີ່ມຈຳນວນໂມລຂອງກາສ (ຈາກເບື້ອງຈຳ

ນວນໂມລ໌ໜ້ອຍຫຼາຍ) ແຕ່ຖ້າຈຳນວນໂມລຂອງທາດຕັ້ງຕົ້ນເທົ່າກັບ ຈຳນວນໂມລຂອງທາດຜະລິດຕະພັນ ການປ່ຽນແປງຄວາມດັນຈະບໍ່ມີຜົນຕໍ່ພາວະການດຸນດ່ຽງ.

ໃນກໍລະນີທີ່ປ່ຽນແປງຄວາມດັນໂດຍບໍ່ປ່ຽນແປງບໍລິມາດ ສົມມຸດໃນລະບົບ  $\text{NO}_2\text{-N}_2\text{O}_4$  ໃນພາຊະນະເຮັດດ້ວຍເຫຼັກກ້າບໍ່ເກີດໝັ້ງ, ມີບໍລິມາດຄົງທີ່ ເມື່ອເຮົາເພີ່ມຄວາມດັນລວມໂດຍການຕື່ມອາຍລ້າເຂົ້າໄປໃນລະບົບທີ່ຢູ່ໃນພາວະດຸນດ່ຽງ ພົບວ່າການເຮັດເຊັ່ນນີ້ບໍ່ໄດ້ລົບກວນຕໍ່ພາວະການດຸນດ່ຽງ, ເນື່ອງຈາກຄວາມດັນຍ່ອຍຂອງກາສແຕ່ລະຊະນິດຍັງເທົ່າເດີມ.

**ຕົວຢ່າງ 2** ຈາກການດຸນດ່ຽງຂອງລະບົບຕໍ່ໄປນີ້:



ຈົ່ງກຳນົດທິດທາງຂອງການເກີດປະຕິກິລິຍາຂອງແຕ່ລະຂໍ້ ເມື່ອມີການເພີ່ມຄວາມດັນ (ຫຼຸດບໍລິມາດ) ຂອງລະບົບຢູ່ທີ່ອຸນຫະພູມຄົງທີ່.

**ຕອບ:**

ການປ່ຽນແປງຄວາມດັນເຮັດໃຫ້ບໍລິມາດຂອງກາສປ່ຽນແປງ ແຕ່ບໍ່ມີຜົນຕໍ່ບໍລິມາດຂອງທາດແຫຼວ ແລະ ທາດແຂງ.

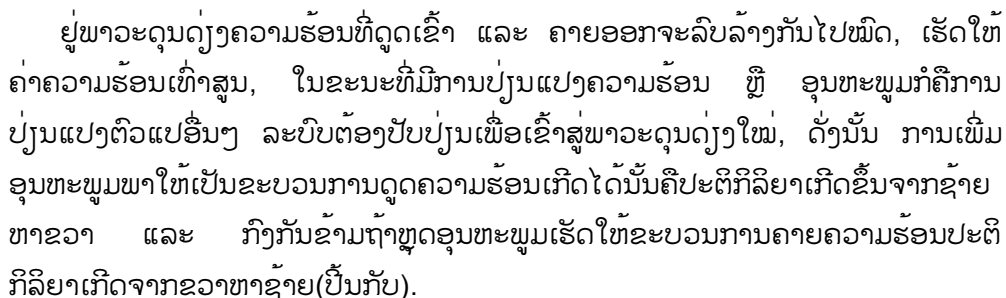
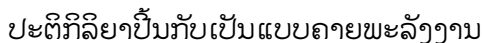
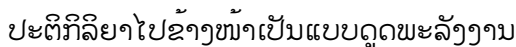
ສະນັ້ນ ພິຈາລະນາສະເພາະໂມເລກຸລຂອງກາສດັ່ງນີ້:

ກ) ຈາກສົມຜົນໃນທາດຕັ້ງຕົ້ນມີກາສ 3 mol, ແລະ ຜະລິດຕະພັນມີກາສ 2 mol ດັ່ງນັ້ນ ເມື່ອຄວາມດັນເພີ່ມຂຶ້ນທິດທາງຂອງປະຕິກິລິຍາຈະເກີດແຕ່ຊ້າຍຫາຂວາ(ດ້ານຈຳນວນໂມລໜ້ອຍຫຼາຍຈຳນວນໂມລໜ້ອຍ).

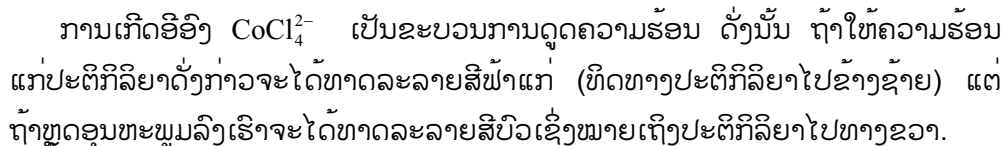
ຂ) ຈາກສົມຜົນໃນທາດຕັ້ງຕົ້ນມີກາສ 1 mol, ແລະຜະລິດຕະພັນມີກາສ 2 mol ດັ່ງນັ້ນ ເມື່ອຄວາມດັນເພີ່ມຂຶ້ນທິດທາງຂອງປະຕິກິລິຍາຈະເກີດແຕ່ຂວາຫາຊ້າຍ(ດ້ານຈຳນວນໂມລຫຼາຍຫຼາຍຈຳນວນໂມລໜ້ອຍ).

ຄ) ຈາກສົມຜົນໃນທາດຕັ້ງຕົ້ນມີຈຳນວນໂມລຂອງກາສ ເທົ່າກັບຈຳນວນໂມລຂອງກາສໃນທາດຜະລິດຕະພັນ ດັ່ງນັ້ນເມື່ອຄວາມດັນເພີ່ມຂຶ້ນຈຶ່ງບໍ່ມີການຫຼົບກວນຕໍ່ການດຸນດ່ຽງຂອງປະຕິກິລິຍາ.

ການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນ, ຄວາມດັນ, ຫຼື ບໍລິມາດ ເຮັດໃຫ້ພາວະດຸນດ່ຽງມີການປ່ຽນແປງໄດ້ ແຕ່ບໍ່ໄດ້ເຮັດໃຫ້ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງປ່ຽນແປງມີພຽງແຕ່ອຸນຫະພູມເທົ່ານັ້ນທີ່ພາໃຫ້ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງມີການປ່ຽນແປງໄດ້ ພິຈາລະນາປະຕິກິລິຍາດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້:



ໂດຍຄຳຄົງທີ່ດຸນດຽງມີຄ່າເພີ່ມຂຶ້ນເມື່ອຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ NO<sub>2</sub> ເພີ່ມຂຶ້ນ, ເຊິ່ງເປັນຜົນມາຈາກການເພີ່ມອຸນຫະພູມ. ອີກຕົວຢ່າງໜຶ່ງເປັນການດຸນດຽງລະຫວ່າງອີອົງ:



**ສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ:** ການເພີ່ມອຸນຫະພູມເຮັດໃຫ້ປະຕິກິລິຍາແບບດູດຄວາມຮ້ອນເກີດຂຶ້ນໄດ້ດີ ແລະການການຫຼຸດອຸນຫະພູມເຮັດໃຫ້ປະຕິກິລິຍາຄາຍຄວາມຮ້ອນເກີດຂຶ້ນໄດ້ດີ.

#### 4. ຜົນຂອງທາດເລັ່ງ

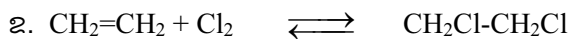
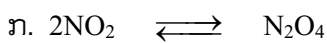
ທາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາເປັນຕົວພາໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນໄວ ໂດຍການຫຼຸດພະລັງງານກະຕຸ້ນ ( $E_a$ ) ແຕ່ບໍ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ ແລະ ບໍ່ກະທົບກັບທິດທາງຂອງການດຸນດ່ຽງ ແຕ່ການຕື່ມທາດເລັ່ງລົງໃນປະຕິກິລິຍາທີ່ຍັງບໍ່ທັນເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງຈະຊ່ວຍໃຫ້ອັດຕາການເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໄດ້ໄວຂຶ້ນ.

**ສະຫຼຸບຜົນຂອງປັດໄຈຕ່າງໆ ທີ່ມີຕໍ່ຕໍາແໜ່ງຂອງພາວະດຸນດ່ຽງ:**

ສິ່ງລົບກວນຕໍ່ພາວະດຸນດ່ຽງ ມີພຽງປັດໄຈອຸນຫະພູມເທົ່ານັ້ນທີ່ເຮັດໃຫ້ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງປ່ຽນແປງ. ການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ, ຄວາມດັນ ແລະ ບໍລິມາດກໍພາໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງປ່ຽນແປງ ແຕ່ບໍ່ໄດ້ເຮັດໃຫ້ຄ່າຄົງທີ່ປ່ຽນແປງ, ສ່ວນທາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາກໍພຽງແຕ່ເຮັດໃຫ້ປະຕິກິລິຍາເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໄວຂຶ້ນ ແຕ່ບໍ່ໄດ້ລົບກວນເຖິງຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດທີ່ເອົາມາເປັນຕົວຢ່າງ.

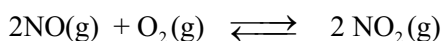
#### ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ພິຈາລະນາການດຸນດ່ຽງ ຂອງປະຕິກິລິຍາ:



ຈົ່ງກໍານົດທິດທາງຂອງການດໍາເນີນໄປຂອງປະຕິກິລິຍາເມື່ອມີການຫຼຸດຄວາມດັນ (ເພີ່ມບໍລິມາດ) ເມື່ອອຸນຫະພູມຄົງທີ່.

2. ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດ່ຽງ  $K_p$  ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $430^\circ\text{C}$  ສໍາລັບປະຕິກິລິຍາ



ມີຄ່າ  $1,5 \times 10^5$  ຄວາມດັນພາວະເລີ່ມຕົ້ນຂອງ  $\text{NO}(\text{g})$ ,  $\text{O}_2(\text{g})$  ແລະ  $\text{NO}_2(\text{g})$  ເທົ່າກັບ  $2,1 \times 10^{-3}$ ,  $1,1 \times 10^{-2}$  ແລະ  $0,4 \text{ atm}$  ຕາມລຳດັບ ຈົ່ງຄຳນວນຫາ  $Q_p$  ເພື່ອປຽບທຽບກັບ  $K_c$  ແລະ ເພື່ອໃຫ້ເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງຈົ່ງກໍານົດວ່າ ປະຕິກິລິຍາຈະມີທິດທາງແນວໃດ?

3. ຈາກປະຕິກິລິຍາ  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) + 11,16 \text{ kJ}$

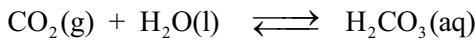
ຖ້າລົບກວນພາວະດຸນດ່ຽງດ້ວຍວິທີຕໍ່ໄປນີ້ຈະມີຜົນຕໍ່ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{SO}_3$  ແນວໃດ?

ກ. ຫຼຸດຄວາມດັນຂອງລະບົບ?

ຂ. ເພີ່ມຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ ອົກຊີແຊນໃນລະບົບ?

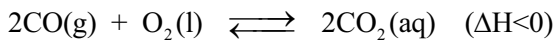
ຄ. ຫຼຸດຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ ຊັນເຟີດີອົກຊິດໃນລະບົບ?

4. ເມື່ອອັດກາສ  $\text{CO}_2$  ດ້ວຍຄວາມດັນສູງເຂົ້າໃນກວດເຄື່ອງດື່ມ ແລ້ວອັດຝາໃຫ້ແໜ້ນຈະມີພາວະດຸນດ່ຽງທຳເກີດຂຶ້ນດັ່ງນີ້:



ຈົ່ງອະທິບາຍວ່າເພາະເຫດໃດ ເມື່ອເປີດຝາກວດຈົ່ງມີກາສເກີດຂຶ້ນ?

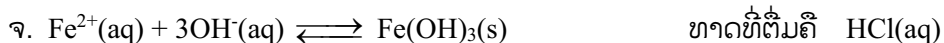
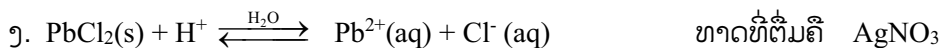
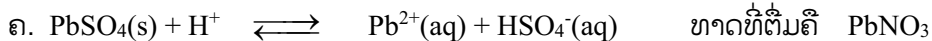
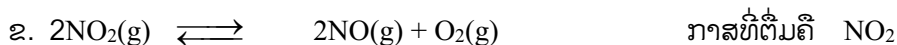
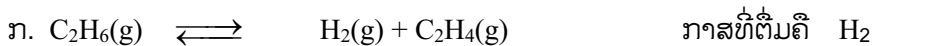
5. ໃນການກຳຈັດກາສ  $\text{CO}$  ໃນອາຍເສຍຂອງລົດຍົນໂດຍການໃຫ້ກາສ  $\text{CO}$  ປະຕິກິລິຍາກັບ  $\text{O}_2$  ເທິງຜິວຂອງໂລຫະບາງຊະນິດຢູ່ອຸນຫະພູມສູງ ປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນດັ່ງນີ້:



ກ. ຖ້າເພີ່ມຄວາມດັນຂອງລະບົບ ແຕ່ອຸນຫະພູມຄົງທີ່ ລະບົບຈະເກີດການປ່ຽນແປງແນວໃດ? ເພາະເຫດໃດ?

ຂ. ບໍລິມາດຄົງທີ່ ຖ້າເພີ່ມອຸນຫະພູມ ລະບົບຈະເກີດການປ່ຽນແປງແນວໃດ?

6. ພາວະດຸນດ່ຽງຕໍ່ໄປນີ້ ຖ້າຕື່ມທາດທີ່ລະບຸໄວ້ລົງໃນລະບົບຈະເຮັດໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດເກີດການປ່ຽນແປງແນວໃດ?



7. ຢູ່ພາວະດຸນດ່ຽງປະຕິກິລິຍາ  $\text{NO} + \text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{SO}_2$

ມີ  $\text{NO}$  0,2 ໂມລ  $\text{SO}_3$  0,01 ໂມລ  $\text{NO}_2$  0,5 ໂມລ ແລະ  $\text{SO}_2$  0,4 ໂມລ, ຖ້າຕື່ມ  $\text{NO}_2$  0,1 ໂມລ ແລ້ວປະໄວ້ໃຫ້ເຖິງພາວະດຸນດ່ຽງຄັ້ງໃໝ່ ຖາມວ່າຈະມີທາດແຕ່ລະຊະນິດທັງ 4 ນີ້ຢ່າງລະຈັກໂມລຕໍ່ລິດ.

## ພາກທີ IV ທິດສະດີການແຕກຕົວຂອງທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ

### ບົດທີ 12 ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແລະບໍ່ວິເຄາະໄຟຟ້າ

#### 1. ທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າແລະບໍ່ວິເຄາະໄຟຟ້າ

ກົດຈະກຳ 1 ທິດສອບການປຸງນສີຂອງເຈ້ຍລິດມັສແລະການຊັກນຳໄຟຟ້າ.

1) ທາດລະລາຍ  $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  ທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $1\text{mol/dm}^3$   $4\text{ cm}^3$  ໃສ່ຫຼອດທິດລອງຂະໜາດນ້ອຍຫຼອດລະຊະນິດໃນປະລິມານ.

2) ທິດສອບການປຸງນສີຂອງເຈ້ຍລິດມັສທັງສີແດງແລະສີຟ້າສັງເກດບັນທຶກຜົນ.

3) ທິດສອບການຊັກນຳໄຟຟ້າຂອງທາດລະລາຍແຕ່ລະຊະນິດໂດຍການຈຸ່ມເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າລົງໃສ່ທາດລະລາຍແຕ່ລະຊະນິດໃຫ້ເລິກເທົ່າກັນແລະສັງເກດຄວາມຮຸ່ງຂອງຫົວທຽມ.

#### 12.1 ຕາຕະລາງບັນທຶກຜົນການທິດລອງຂອງທາດລະລາຍ

ທາດລະລາຍ	ການປຸງນແປງທີ່ສັງເກດເຫັນ	
	ທິດສອບດ້ວຍເຈ້ຍລິດມັສ	ທິດສອບດ້ວຍການຊັກນຳໄຟຟ້າ
$\text{HCl}$		
$\text{CH}_3\text{COOH}$		
$\text{NaCl}$		
$\text{KNO}_3$		
$\text{NaOH}$		
$\text{KOH}$		
$\text{NH}_3$		
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$		
$\text{CH}_3\text{COONa}$		
$\text{NH}_4\text{Cl}$		
$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$		
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$		



- ຖ້າສັງເກດຄຸນລັກສະນະການປ່ຽນສີຂອງເຈ້ຍລິດມັສເປັນເກນໃນການວັດສາມາດຈຳແນກທາດລະລາຍໄດ້ຈັກປະເພດຄືປະເພດໃດແດ່?

- ຖ້າສັງເກດຄຸນລັກສະນະການຊັກນຳໄຟຟ້າຂອງທາດລະລາຍເປັນເກນໃນການວັດສາມາດຈຳແນກທາດລະລາຍໄດ້ຈັກປະເພດຄືປະເພດໃດແດ່?

- ທາດລະລາຍທີ່ຊັກນຳໄຟຟ້າໄດ້ເຮັດໃຫ້ທົວທຽມຮຸ່ງຕ່າງກັນ ຫຼືບໍ່ ?

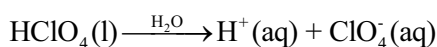
- ຈາກການທົດລອງທາດລະລາຍໃດຈັດເປັນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າແຮງ, ທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນແລະບໍ່ແມ່ນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າ.

ເມື່ອນຳທາດລະລາຍມາທົດສອບດ້ວຍເຈ້ຍລິດມັສສາມາດຈຳແນກໄດ້ 3 ກຸ່ມຄື: ທາດລະລາຍທີ່ປ່ຽນສີເຈ້ຍລິດມັສຈາກສີຟ້າເປັນສີແດງສະແດງວ່າມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດໄດ້ແກ່ທາດລະລາຍ ( $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ແລະ  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), ທາດລະລາຍທີ່ປ່ຽນສີເຈ້ຍລິດມັສຈາກສີແດງເປັນສີຟ້າສະແດງວ່າມີຄຸນລັກສະນະເປັນບາເຊີໄດ້ແກ່ທາດລະລາຍ ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NH}_3$  ແລະ  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , ) ສ່ວນທາດລະລາຍທີ່ບໍ່ມີການປ່ຽນສີເຈ້ຍລິດມັສທັງສີຟ້າແລະສີແດງສະແດງວ່າມີຄຸນລັກສະນະເປັນກາງໄດ້ແກ່ ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  ແລະ  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ).

ເມື່ອທົດສອບການຊັກນຳໄຟຟ້າຂອງທາດລະລາຍແຕ່ລະຊະນິດເຫັນວ່າໄດ້ຜົນແຕກຕ່າງກັນການຊັກນຳໄຟຟ້າມີຄວາມສຳພັນກັບຈຳນວນອີອົງຂອງທາດລະລາຍເຊິ່ງສ່ວນໜຶ່ງມາຈາກການແຕກຕົວຂອງທາດພາລະລາຍ. ທາດລະລາຍຊັກນຳໄຟຟ້າໄດ້ດີສະແດງວ່າທາດຖືກລະລາຍແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ຫຼາຍ, ຫຼອດໄຟກໍຮຸ່ງແຈ້ງຫຼາຍຖ້າວ່າລະລາຍແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ໜ້ອຍຫຼືມີອີອົງໜ້ອຍຫຼອດໄຟກໍຮຸ່ງແຈ້ງໜ້ອຍຖ້າວ່າຕົວລະລາຍແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ໜ້ອຍຫຼາຍຫຼືບໍ່ມີອີອົງຫຼອດໄຟກໍຈະບໍ່ຮຸ່ງ.

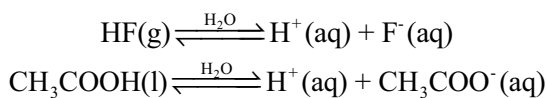
## 2. ທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າແຮງ

ທາດທີ່ແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ດີຫຼາຍຫຼືໄດ້ໝົດເຮັດໃຫ້ມີຈຳນວນອີອົງຫຼາຍການຊັກນຳໄຟຟ້າໄດ້ດີເອີ້ນວ່າທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າແຮງຄື:  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{RbOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{Ra}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . ມີສົມຜົນເຄມີດັ່ງນີ້:



## 3. ທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນ

ທາດທີ່ແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ບາງສ່ວນທີ່ແຕກຕົວໄດ້ນ້ອຍເຮັດໃຫ້ການຊັກນໍາໄຟຟ້າໄດ້ນ້ອຍເອີ້ນວ່າທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນຄື:  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  ມີສົມຜົນເຄມີດັ່ງນີ້:



#### 4. ທາດລະລາຍບໍ່ວິເຄາະໄຟຟ້າ

ທາດລະລາຍທີ່ບໍ່ຊັກນໍາໄຟຟ້າສະແດງວ່າທາດຖືກລະລາຍບໍ່ສາມາດແຕກຕົວເປັນອີອົງທີ່ແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ນ້ອຍຫຼາຍເອີ້ນວ່າ ທາດລະລາຍບໍ່ວິເຄາະໄຟຟ້າ.

#### ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ເມື່ອນໍາເອົາທາດລະລາຍ A, B, C, D ແລະ E ທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເທົ່າກັນໄປທົດສອບການປ່ຽນສີຂອງເຈ້ຍລິດມັສແລະຄວາມສາມາດໃນການຊັກນໍາໄຟຟ້າໄດ້ດັ່ງນີ້:

ທາດລະລາຍ	ການປ່ຽນສີເຈ້ຍລິດມັສ	ຄວາມຮຸ່ງຂອງທົວທຽນ
A	ບໍ່ປ່ຽນສີ	ຮຸ່ງຫຼາຍ
B	ສີແດງກາຍເປັນສີຟ້າ	ຮຸ່ງເລັກໜ້ອຍ
C	ສີຟ້າກາຍເປັນສີແດງ	ຮຸ່ງຫຼາຍ
D	ບໍ່ປ່ຽນສີ	ບໍ່ຮຸ່ງ
E	ສີຟ້າກາຍເປັນສີແດງ	ຮຸ່ງເລັກໜ້ອຍ

ກ. ທາດລະລາຍໃດຈັດເປັນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າແຮງແລະທາດລະລາຍໃດຈັດເປັນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນ?

ຂ. ທາດລະລາຍໃດຈັດເປັນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າແຮງທີ່ມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດ ຫຼື ບາເຊີ?

ຄ. ທາດລະລາຍໃດຈັດເປັນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າທີ່ມີຄຸນລັກສະນະເປັນກາງ?

2. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງການແຕກຕົວເປັນອີອົງໃນນໍ້າຂອງທາດຕໍ່ໄປນີ້:

ກ. ທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າແຮງ  $\text{KNO}_3$  ແລະ  $\text{HBr}$ .

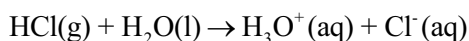
ຂ. ທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນ  $\text{HCN}$  ແລະ  $\text{H}_2\text{S}$ .

## ບົດທີ 13 ທາດລະລາຍອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ

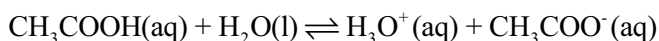
ຈາກການສຶກສາຄຸນລັກສະນະຂອງທາດລະລາຍອາຊິດແລະທາດລະລາຍບາເຊີເຫັນວ່າ ທາດລະລາຍທັງສອງປະເພດສາມາດຊັກນໍ້າໄຟຟ້າໄດ້ສະແດງວ່າທາດລະລາຍນັ້ນມີການແຕກຕົວເປັນອີອົງສ່ວນການປ່ຽນສີຂອງເຈ້ຍລິດມັສຕ່າງກັນນັ້ນຈະເປັນຕົວບົ່ງບອກເຖິງທາດລະລາຍອາຊິດແລະທາດລະລາຍບາເຊີມີອີອົງຊະນິດໃດທີ່ເຮັດໃຫ້ຄຸນລັກສະນະຂອງທາດລະລາຍແຕກຕ່າງກັນ.

### 1. ອີອົງໃນທາດລະລາຍອາຊິດ

ໃນທາດລະລາຍອາຊິດທຸກຊະນິດເປັນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າ ແລະ ປ່ຽນສີເຈ້ຍລິດມັສຈາກສີຟ້າເປັນສີແດງສະແດງວ່າໃນທາດລະລາຍອາຊິດມີອີອົງບາງຊະນິດຄືກັນ. ໃຫ້ສຶກສາຕົວຢ່າງການປ່ຽນແປງຂອງກາສຮີໂດຣແຊນກໍຣິວ (HCl) ໃນນໍ້າ ດັ່ງສົມຜົນ:



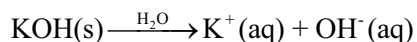
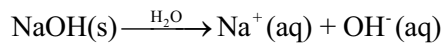
ຈາກການທົດລອງໃນກິດຈະກຳ 1 ບົດທີ 12 ຮູ້ແລ້ວວ່າທາດລະລາຍອາເຊຕິກອາຊິດເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນເນື່ອງຈາກການແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ໜ້ອຍແລະອີອົງທີ່ເກີດຂຶ້ນຈາກການແຕກຕົວເກີດປະຕິກິລິຍາປັ້ນກັບໄດ້ສົມຜົນໃນພາວະດຸນດັ່ງນີ້:



ເມື່ອພິຈາລະນາການປ່ຽນແປງຂອງກາສຮີໂດຣແຊນກໍຣິວແລະອາເຊຕິກອາຊິດເຫັນວ່າ ໃນທາດລະລາຍອາຊິດທັງສອງຊະນິດມີອີອົງຮີໂດຣນີອອມ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ຄືກັນ ແລະ ອີອົງລົບທີ່ແຕກຕ່າງກັນເຊິ່ງຂຶ້ນກັບຊະນິດຂອງອາຊິດເນື່ອງຈາກອີອົງຮີໂດຣນີອອມບໍ່ໄດ້ຢູ່ເປັນອີອົງດຽວ ແຕ່ຍັງມີໂມເລກຸລຂອງນໍ້າອີກຫຼາຍໆໂມເລກຸລອ້ອມຮອບຢູ່ເຊັ່ນ:  $\text{H}_5\text{O}_2^+(\text{H}_3\text{O}^+ \cdot \text{H}_2\text{O})$ ,  $\text{H}_7\text{O}_3^+(\text{H}_3\text{O}^+ \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  ແລະ  $\text{H}_9\text{O}_4^+(\text{H}_3\text{O}^+ \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ .

## 2. ອີອົງຂອງທາດລະລາຍບາເຊີ

ທາດລະລາຍບາເຊີທຸກຊະນິດເປັນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າແລະປ່ຽນສີເຈ້ຍລິດມັສ ຈາກສີແດງເປັນສີຟ້າສະແດງວ່າໃນທາດລະລາຍບາເຊີຕ້ອງມີອີອົງຊະນິດໃດໜຶ່ງຄືກັນ ໃຫ້ສຶກສາຕົວຢ່າງການປ່ຽນແປງຂອງນາຕຣີອີດຣິກຊິດ (NaOH) ແລະກາລີອອມຣິດຣິກຊິດ (KOH) ເມື່ອລະລາຍໃນນ້ຳຈະແຕກຕົວເປັນອີອົງດັ່ງສົມຜົນລຸ່ມນີ້:



ເມື່ອພິຈາລະນາແລ້ວເຫັນວ່າບາເຊີຕ່າງຊະນິດກັນລະລາຍໃນນ້ຳແລ້ວແຕກຕົວໃຫ້ອີອົງຣິດຣິກຊິດ ( $\text{OH}^-$ ) ຄືກັນແຕ່ມີອີອົງບວກແຕກຕ່າງກັນເຊິ່ງຂຶ້ນກັບຊະນິດຂອງບາເຊີ.

ສະຫຼຸບ: ທາດລະລາຍອາຊິດທຸກຊະນິດມີອີອົງທີ່ຄືກັນຄືອີອົງຮີໂດຣນີອອມ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ເຊິ່ງເປັນອີອົງທີ່ສະແດງເຖິງຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດສ່ວນທາດລະລາຍບາເຊີທຸກຊະນິດມີອີອົງຣິດຣິກຊິດ ( $\text{OH}^-$ ) ຄືກັນທີ່ສະແດງເຖິງຄຸນລັກສະນະເປັນບາເຊີ.

### ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

- ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງການແຕກຕົວຂອງທາດຕໍ່ໄປນີ້ເມື່ອລະລາຍໃນນ້ຳ:
  - $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແຮງ.
  - $\text{HClO}$  ເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນ.
- ຈາກການທົດສອບຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຂອງທາດຕ່າງໆໃນຊີວິດປະຈຳວັນດ້ວຍເຈ້ຍລິດມັສໄດ້ຂໍ້ມູນດັ່ງນີ້:

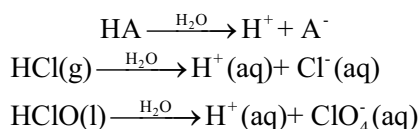
ທາດ	ການປ່ຽນສີຂອງເຈ້ຍລິດມັສ
ນ້ຳໝາກນາວ	ສີຟ້າກາຍເປັນສີແດງ
ນ້ຳຂີ້ເຖົ່າ	ສີແດງກາຍເປັນສີຟ້າ
ນ້ຳຢາລ້າງແວນ	ສີແດງກາຍເປັນສີຟ້າ

ທາດລະລາຍໃດມີລັກສະນະອາຊິດຫຼືບາເຊີ ແລະ ມີອີອົງໃດເປັນຕົວບົ່ງບອກລັກສະນະດັ່ງກ່າວ?

## ບົດທີ 14 ທິດສະດີອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ

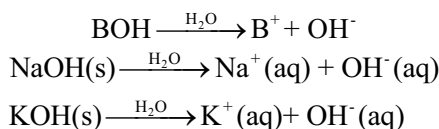
### 1. ທິດສະດີອາຊິດແລະບາເຊີ ຂອງອາເຣນີອູສ

ນັກວິທະຍາສາດຫຼາຍທ່ານໄດ້ສຶກສາກ່ຽວກັບອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ ໄດ້ກໍານົດທິດສະດີອາຊິດ-ບາເຊີຂຶ້ນຫຼາຍທິດສະດີເຊັ່ນ: ໃນປີຄ.ສ 1887 ສະວັນເຕອາເຣນີອູສ(Svante Arrhenier) ນັກເຄມີຊາວຊູແອດໄດ້ສຶກສາຄຸນລັກສະນະຂອງອາຊິດແລະ ບາເຊີດັ່ງສົມຜົນການແຕກຕົວລຸ່ມນີ້:



ດ້ວຍເຫດນີ້ອາເຣນີອູສຈຶ່ງໃຫ້ນິຍາມຂອງອາຊິດວ່າ: ອາຊິດແມ່ນທາດທີ່ລະລາຍໃນນ້ຳ ແລ້ວແຕກຕົວເປັນອີອົງຮີໂດຣແຊນ ( $\text{H}^+$ ), ອາຊິດມີຄຸນລັກສະນະຄ້າຍຄືກັນນັ້ນເນື່ອງມາຈາກມີອີອົງຮີໂດຣແຊນໃນທາດລະລາຍ.

ນອກຈາກນີ້ ອາເຣນີອູສຍັງໃຫ້ນິຍາມຂອງບາເຊີວ່າ: ບາເຊີແມ່ນທາດທີ່ລະລາຍໃນນ້ຳ ແລ້ວແຕກຕົວເປັນອີອົງຮີດຣິກຊິດ ( $\text{OH}^-$ ), ບາເຊີມີຄຸນລັກສະນະຄ້າຍຄືກັນນັ້ນແມ່ນເນື່ອງມາຈາກມີອີອົງຮີດຣິກຊິດໃນທາດລະລາຍດັ່ງສົມຜົນລຸ່ມນີ້:

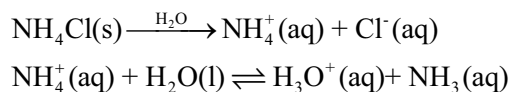


ທິດສະດີຂອງອາເຣນີອູສກ່ຽວກັບອາຊິດແລະບາເຊີຍັງມີຂໍ້ຈຳກັດຫຼາຍຢ່າງທີ່ສຳຄັນຄື ທາດທີ່ເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຕ້ອງລະລາຍໃນນ້ຳເທົ່ານັ້ນຖ້າບໍ່ລະລາຍໃນນ້ຳຫຼືລະລາຍໃນທາດພາລະລາຍອື່ນຈະບໍ່ຈັດເປັນອາຊິດແລະບາເຊີນອກຈາກນີ້ຍັງບໍ່ສາມາດອະທິບາຍທາດທີ່ມີໂມເລກຸນບໍ່ມີອີອົງຮີໂດຣແຊນ ( $\text{H}^+$ ) ແລະ ອີອົງຮີດຣິກຊິດ ( $\text{OH}^-$ ) ໄດ້.

## 2. ທິດສະດີອຊິດແລະບາເຊີຂອງເບຣິນສເຕດ-ລາວລີ(Bronsted-Lowry)

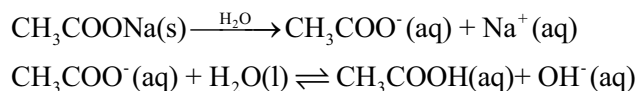
ໃນປີຄ.ສ 1923 ໂຍຣັນເນສນິໂຄເລົາສເບຣິນສເຕດນັກຄະນິຊາວແດນມາກ ແລະ ທັມສມາຣ໌ຕິນລາວລີນັກຄະນິຊາວອັງກິດໄດ້ສະເໜີທິດສະດີອຊິດແລະບາເຊີເບຣິນສເຕດ-ລາວລີໂດຍໃຫ້ນິຍາມວ່າອຊິດຄືທາດທີ່ໃຫ້ໂປຣຕົງແລະບາເຊີຄືທາດທີ່ຮັບໂປຣຕົງ.

ນິຍາມອຊິດແລະບາເຊີຂອງເບຣິນສເຕດ-ລາວລີສາມາດໃຊ້ອະທິບາຍການປ່ຽນແປງຂອງ(NH<sub>4</sub>Cl)ແລະ(CH<sub>3</sub>COONa)ເຊິ່ງໃນໂມລຽນບໍ່ມີອີອົງຮີໂດຣແຊນ (H<sup>+</sup>) ແລະ ອີອົງຮີດຣິກຊິດ (OH<sup>-</sup>). ແຕ່ເມື່ອລະລາຍນໍ້າແລ້ວໄດ້ທາດລະລາຍທີ່ມີຄຸນລັກສະນະເປັນອຊິດແລະບາເຊີດັ່ງນີ້:



NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ໃຫ້ອີອົງຮີໂດຣແຊນ H<sup>+</sup> ກັບນໍ້າ H<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ຈຶ່ງເຮັດໜ້າທີ່ເປັນອຊິດສ່ວນ H<sub>2</sub>O ຮັບອີອົງຮີໂດຣແຊນ H<sup>+</sup> ຈາກ NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sub>2</sub>O ຈຶ່ງເຮັດໜ້າທີ່ເປັນບາເຊີໃນທາດລະລາຍມີອີອົງຮີໂດຣນີອອມ(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) ເກີດຂຶ້ນສະນັ້ນທາດລະລາຍ NH<sub>4</sub>Cl ມີລັກສະນະເປັນອຊິດ.

ສໍາລັບ(CH<sub>3</sub>COONa)ເມື່ອລະລາຍໃນນໍ້າຈະແຕກຕົວໄດ້ດັ່ງນີ້:



H<sub>2</sub>O ໃຫ້ອີອົງຮີໂດຣແຊນ H<sup>+</sup> ກັບ CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> ເກີດເປັນ OH<sup>-</sup> ສ່ວນ CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> ຮັບອີອົງຮີໂດຣແຊນ H<sup>+</sup> ຈາກ H<sub>2</sub>O ເກີດເປັນ CH<sub>3</sub>COOH, ສະນັ້ນ H<sub>2</sub>O ຈຶ່ງເຮັດໜ້າທີ່ເປັນອຊິດສ່ວນ (CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>)ຈຶ່ງເຮັດໜ້າທີ່ເປັນບາເຊີໃນທາດລະລາຍມີອີອົງຮີດຣິກຊິດ OH<sup>-</sup> ເກີດຂຶ້ນສະນັ້ນທາດລະລາຍ CH<sub>3</sub>COONa ມີລັກສະນະເປັນບາເຊີ.

ສະນັ້ນທິດສະດີອຊິດ ແລະ ບາເຊີເບຣິນສເຕດ-ລາວລີໃຊ້ອະທິບາຍທາດທີ່ເປັນອຊິດ ແລະ ບາເຊີໄດ້ກ້ວາງຂວາງກ່ວາທິດສະດີສະວັນເຕອາເຣນີອູສເນື່ອງຈາກຄວາມເປັນອຊິດ

ແລະ ບາເຊີຂອງທາດຈາກການຖ່າຍໂອນໂປຣຕົງແລະລວມທັງບໍ່ຈຳເປັນຕ້ອງຢູ່ໃນທາດລະລາຍທີ່ມີນ້ຳເປັນຕົວພາລະລາຍ.

### 3. ທິດສະດີອາຊິດແລະບາເຊີຂອງລິວິສ(Lewis)

ປີຄ.ສ 1923 ກິລເບີນິວຕັນລິວິສນັກເຄມີຊາວອາເມລິກາໄດ້ສຶກສາປະຕິກິລິຍາເຄມີຈົນສາມາດອະທິບາຍຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຂອງທາດໄດ້ທັງການປ່ຽນແປງທີ່ມີນ້ຳແລະບໍ່ມີນ້ຳ ຫຼື ມີ  $H^+$  ແລະ ບໍ່ມີ  $H^+$  ໄດ້ໂດຍສະເພາະປະຕິກິລິຍາກ່ຽວຂ້ອງແຕ່ມີການໃຊ້ຄູ່ເອເລັກຕຣົງຮ່ວມກັນຈຶ່ງເປັນທິດສະດີອາຊິດແລະບາເຊີຂອງລິວິສ ແລະ ໄດ້ໃຫ້ນິຍາມວ່າອາຊິດຄືທາດທີ່ສາມາດຮັບຄູ່ເອເລັກຕຣົງ ແລະ ບາເຊີຄືທາດທີ່ສາມາດໃຫ້ຄູ່ເອເລັກຕຣົງເຊັ່ນ: ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງໂປຣຕົງກັບອີອົງຮີດຣົກຊິດເກີດເປັນນ້ຳດັ່ງສົມຜົນລຸ່ມນີ້:



ປະຕິກິລິຍານີ້ອະທິບາຍໄດ້ວ່າ  $OH^-$  ໃຫ້ຄູ່ເອເລັກຕຣົງກັບ  $H^+$  ຈຶ່ງເປັນບາເຊີສ່ວນ  $H^+$  ເປັນອາຊິດເພາະຮັບຄູ່ເອເລັກຕຣົງຈາກ  $OH^-$  ແລ້ວເກີດພັນທະ O-H.

#### ກົດຈະກຳ1: ປະຕິກິລິຍາການໃຫ້ແລະຮັບໂປຣຕົງຂອງອີອົງຮີໂດຣກາກບົວ

1) ໃສ່ທາດລະລາຍ( $NaHCO_3$ )ເຂັ້ມຂຸ້ນ $1\text{mol/dm}^3$ ລົງໃນຫຼອດທົດລອງຂະໜາດນ້ອຍ 2 ຫຼອດງ່າລະ $1\text{ cm}^3$ ທົດສອບຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຂອງທາດລະລາຍດ້ວຍເຈ້ຍລິດມັສ.

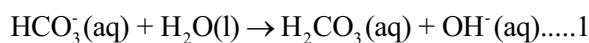
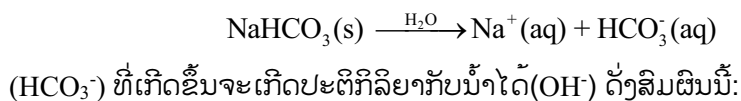
2) ຢອດທາດລະລາຍ (HCl) ເຂັ້ມຂຸ້ນ $1\text{mol/dm}^3$ ຈຳນວນ 5 ຢອດລົງໃນຫຼອດທົດລອງທີ່ 1 ແລ້ວສັນສັງເກດການປ່ຽນແປງບັນທຶກຜົນ.

3) ຢອດທາດລະລາຍ ( $Ca(OH)_2$ ) ຈຳນວນ 5 ຢອດລົງໃນຫຼອດທົດລອງທີ່ 2 ແລ້ວສັນໃຫ້ເຂົ້າກັນສັງເກດການປ່ຽນແປງບັນທຶກຜົນ.

- ທາດລະລາຍນາຕຣີຮີໂດຣແຊນກາກໂບນັດມີລັກສະນະເປັນອາຊິດ ຫຼື ບາເຊີ?

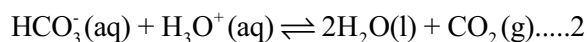
- ອີງອີງໂດຍແຊນກາກໂບນັດເຮັດໜ້າທີ່ເປັນອາຊິດຫຼືບາເຊີເມື່ອເກີດປະຕິກິລິຍາກັບທາດລະລາຍອາຊິດກູ່ອີດຣິກແລະທາດລະລາຍການຊີອອມອີດຣິກຊິດ?

ຈາກການທົດລອງພົບວ່າທາດລະລາຍນາຕຣີອີໂດຍແຊນກາກໂບນັດດ້ວຍເຈ້ຍລິດມັສ ເຫັນວ່າມີລັກສະນະເປັນບາເຊີການປ່ຽນດັ່ງກ່າວສາມາດອະທິບາຍວ່ານາຕຣີອີໂດຍແຊນກາກໂບນັດເປັນເອເລັກໂຕຣລິດແກ່ເມື່ອລະລາຍໃນນ້ຳຈະແຕກເປັນອີອົງດັ່ງນີ້:



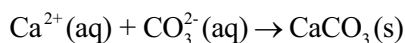
ປະຕິກິລິຍານີ້  $\text{HCO}_3^-$  ເປັນບາເຊີເພາະຮັບ  $\text{H}^+$  ຈາກ  $\text{H}_2\text{O}$ , ສ່ວນ  $\text{H}_2\text{O}$  ເປັນອາຊິດເພາະວ່າໃຫ້  $\text{H}^+$  ແລ້ວເກີດເປັນ  $\text{OH}^-$

ເມື່ອຕື່ມທາດລະລາຍອາຊິດກູ່ອີດຣິກລົງໃນທາດລະລາຍນາຕຣີອີໂດຍແຊນກາກໂບນັດ ເຫັນວ່າມີກາສເກີດຂຶ້ນເຊິ່ງຖ້າທົດສອບຕໍ່ໄປຈະຮູ້ວ່າເປັນກາສ  $\text{CO}_2$  ສາມາດອະທິບາຍໄດ້ເນື່ອງຈາກວ່າອີອົງອີໂດຍນີອອມຈາກອາຊິດເກີດປະຕິກິລິຍາກັບອີອົງອີໂດຍແຊນກາກໂບນັດດັ່ງສົມຜົນ:



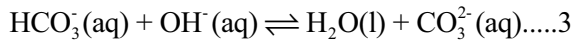
ສະແດງວ່າອີອົງອີໂດຍນາຕຣີກາກໂບນັດເຮັດໜ້າທີ່ເປັນບາເຊີ

ເມື່ອຕື່ມທາດລະລາຍການຊີອີດຣິກຊິດລົງໃນທາດລະລາຍນາຕຣີອີໂດຍແຊນກາກໂບນັດເຫັນວ່າໄດ້ພົກສີຂາວເກີດຂຶ້ນນັ້ນແມ່ນພົກຂອງການຊີກາກໂບນັດສະແດງວ່າໃນທາດລະລາຍຕ້ອງມີອີອົງກາກໂບນັດເມື່ອຮ່ວມຕົວກັບອີອົງການຊີອອມເຮັດໃຫ້ເກີດການຊີກາກໂບນັດໄດ້ດັ່ງສົມຜົນ:





ສົມຜົນດັ່ງກ່າວນີ້ສາມາດອະທິບາຍວ່າໃນທາດລະລາຍນາຕຣີຮີໂດຣກາກໂບນັດມີອີງ  
ຮີໂດຣກາກໂບນັດເມື່ອເກີດປະຕິກິລິຍາກັບອີງຮີໂດຣກາກໂບນັດຈາກທາດລະລາຍການຊີຮີໂດຣກາກໂບນັດ  
ຈະໄດ້ອີງກາກໂບນັດດັ່ງສົມຜົນ:

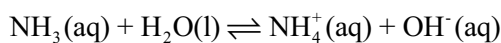
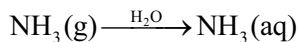


ສະແດງວ່າອີງຮີໂດຣແຊນກາກໂບນັດເຮັດໜ້າທີ່ເປັນອາຊິດ

ຈາກການເກີດປະຕິກິລິຍາຂອງ  $\text{HCO}_3^-$  ກັບອາຊິດຫຼືບາເຊີໃນສົມຜົນ (1) ແລະ (2) ຮັບ  
ໂປຣຕົງຈາກນ້ຳແລະຈາກອາຊິດສ່ວນສົມຜົນ (3)  $\text{HCO}_3^-$  ໃຫ້ໂປຣຕົງແກ່  $\text{OH}^-$  ສະແດງວ່າ  
 $\text{HCO}_3^-$  ສາມາດໃຫ້ແລະຮັບໂປຣຕົງໄດ້ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ  $\text{HCO}_3^-$  ເຮັດໜ້າທີ່ເປັນທັງອາ  
ຊິດແລະບາເຊີເຊິ່ງຂຶ້ນກັບທາດທີ່ເຂົ້າມາເກີດປະຕິກິລິຍາອີກ.

#### 4. ຄູ່ອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ

ໃນການທົດລອງ 1 ເຫັນວ່າທາດລະລາຍອາໂມນີອັກໃນນ້ຳມີຄຸນລັກສະນະເປັນບາເຊີ  
ສົມຜົນການປ່ຽນແປງດັ່ງນີ້:

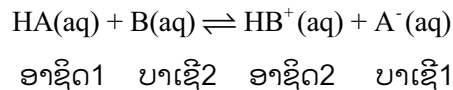


ບາເຊີອາຊິດອາຊິດບາເຊີ

ຈາກສົມຜົນເມື່ອອະທິບາຍຕາມທິດສະດີອາຊິດແລະບາເຊີຂອງເບຣິນສເຕດ-ລາວລີຈະ  
ໄດ້ວ່າປະຕິກິລິຍາໄປທາງໜ້າຂອງ  $\text{H}_2\text{O}$  ເປັນອາຊິດເພາະວ່າໃຫ້ໂປຣຕົງເກີດເປັນ  $\text{OH}^-$  ສ່ວນ  
ປະຕິກິລິຍາຍ້ອນກັບຂອງ  $\text{OH}^-$  ເປັນບາເຊີເພາະຮັບໂປຣຕົງເກີດເປັນ  $\text{H}_2\text{O}$  ສະນັ້ນຈຶ່ງເອີ້ນວ່າ  
 $\text{H}_2\text{O}$  ແລະ  $\text{OH}^-$  ວ່າເປັນຄູ່ອາຊິດ-ບາເຊີກັນໂດຍເອີ້ນວ່າ  $\text{OH}^-$  ວ່າເປັນຄູ່ບາເຊີຂອງ  $\text{H}_2\text{O}$  ແລະ  
 $\text{H}_2\text{O}$  ວ່າເປັນຄູ່ອາຊິດຂອງ  $\text{OH}^-$  ສໍາລັບ  $\text{NH}_3$  ໃນປະຕິກິລິຍາໄປທາງໜ້າ  $\text{NH}_3$  ເປັນບາເຊີເພາະ  
ຮັບໂປຣຕົງຈາກ  $\text{H}_2\text{O}$  ເກີດເປັນ  $\text{NH}_4^+$  ສ່ວນປະຕິກິລິຍາຍ້ອນກັບ  $\text{NH}_4^+$  ເປັນອາຊິດເພາະວ່າໃຫ້  
ໂປຣຕົງແກ່  $\text{OH}^-$  ແລ້ວເກີດເປັນ  $\text{NH}_3$ , ເຊິ່ງເອີ້ນ  $\text{NH}_4^+$  ແລະ  $\text{NH}_3$  ວ່າເປັນຄູ່ອາ

ຊິດບາເຊີກັນໂດຍເອີ້ນ  $\text{NH}_4^+$  ເປັນຄູ່ອາຊິດຂອງ  $\text{NH}_3$  ແລະ ເອີ້ນ  $\text{NH}_3$  ເປັນຄູ່ບາເຊີຂອງ  $\text{NH}_4^+$ .

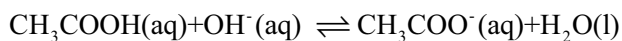
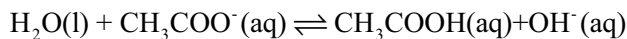
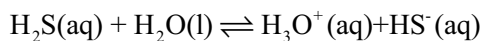
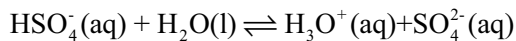
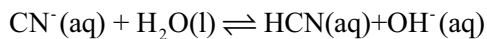
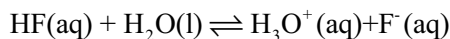
ອີກຕົວຢ່າງໜຶ່ງຖ້າສົມມຸດໃຫ້ HA ເປັນສູດໂມເລກຸນຂອງອາຊິດ ແລະ B ເປັນສູດໂມເລກຸນຂອງບາເຊີເມື່ອທັງສອງປະຕິກິລິຍາກັນຈະມີການໃຫ້ແລະຮັບໂປຣຕົງດັ່ງສົມຜົນລຸ່ມນີ້:



ຈາກປະຕິກິລິຍາເຫັນວ່າ HA1 ແລະ A<sup>-</sup>1 ເປັນຄູ່ອາຊິດບາເຊີກັນສ່ວນ B ແລະ HB<sup>+</sup> ເປັນຄູ່ອາຊິດບາເຊີກັນເພາະວ່າມີການໃຫ້ແລະຮັບໂປຣຕົງກັນ.

### ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ທາດຕັ້ງຕົ້ນໃນສົມຜົນຕໍ່ໄປນີ້ ທາດໃດເປັນອາຊິດແລະທາດໃດເປັນບາເຊີຕາມທິດສະດີອາຊິດ ແລະ ບາເຊີຂອງອາເຣນິອູສ ແລະ ທິດສະດີຂອງເບຣິນສເຕດ-ລາວລີ.



2. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ  $\text{HPO}_4^{2-}$  ແລະ  $\text{H}_2\text{O}$  ເປັນທັງອາຊິດແລະບາເຊີ

3. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງຄູ່ອາຊິດບາເຊີຂອງທາດຕໍ່ໄປນີ້ເມື່ອລະລາຍໃນນໍ້າ.

ກ. ອາຊິດກາກໂບນິກ

ຂ. ອາຊິດຊູນຟູເຣີ

ຄ. ອາຊິດຟໍມິກ

ງ. ອາຊິດກູຣິດຣິກ

4. ຈົ່ງບອກຄູ່ບາເຊີຂອງທາດຕໍ່ໄປນີ້

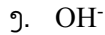
ກ.  $\text{HIO}_4$

ຂ.  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$

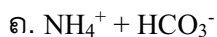
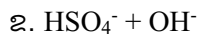
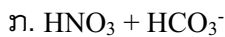
ຄ.  $\text{HSO}_3^-$

ງ.  $\text{NH}_4^+$

5. ຈົ່ງບອກຄູ່ອາຊິດຂອງທາດຕໍ່ໄປນີ້



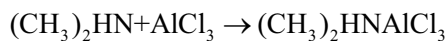
6. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນລະຫວ່າງທາດຕໍ່ໄປນີ້ແລ້ວບອກວ່າທາດໃດເປັນອາຊິດຫຼືບາເຊີຕາມທິດສະດີຂອງເບຣິນສເຕດ-ລາວລີ.



7. ທາດລະລາຍ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ເປັນອາຊິດສ່ວນທາດລະລາຍ  $\text{NaHS}$  ແລະທາດລະລາຍ  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ເປັນບາເຊີຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງອີງຕໍ່ໄປນີ້ກັບນ້ຳ

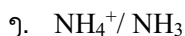


8. ປະຕິກິລິຍາຕໍ່ໄປນີ້

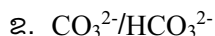
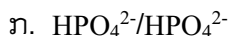


ທາດໃດເປັນອາຊິດແລະທາດໃດເປັນບາເຊີຕາມທິດສະດີອາຊິດບາເຊີລິວິສ

9. ຈົ່ງບອກຄູ່ບາເຊີຂໍ້ໃດທີ່ຖືກຕ້ອງຕໍ່ໄປນີ້



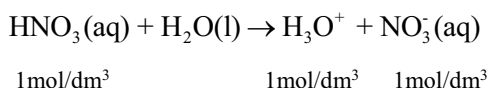
10. ຈົ່ງບອກຄູ່ອາຊິດຂໍ້



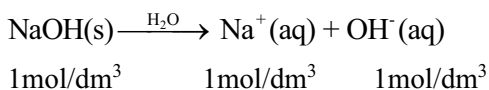
## ບົດທີ 15 ການແຕກຕົວຂອງອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ

### 1. ການແຕກຕົວຂອງອາຊິດແຮງ ແລະ ບາເຊີແຮງ

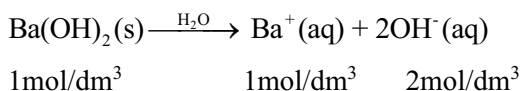
ທາດລະລາຍອາຊິດແລະບາເຊີທີ່ເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແຮງ ເອີ້ນວ່າອາຊິດແຮງແລະ ບາເຊີແຮງສະນັ້ນ ອາຊິດແຮງແລະບາເຊີແຮງແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ຫຼາຍໜຶ່ງໄດ້ຢ່າງສົມບູນຈຶ່ງ ເກີດປະຕິກິລິຍາໄປທາງໜ້າຢ່າງດຽວຖ້າເຮົາຮູ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອາຊິດແຮງຫຼືບາເຊີແຮງສາ ມາດບອກຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີໂດຣນີອອມຫຼືອີອົງຮີດຣິກຊິດໃນທາດລະລາຍໄດ້ເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍອາຊິດ ( $\text{HNO}_3$ ) ເຂັ້ມຂຸ້ນ  $1\text{mol/dm}^3$  ຈະແຕກໃຫ້ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ແລະ ( $\text{NO}_3^-$ ) ຊະນິດ ລະ  $1\text{mol/dm}^3$  ດັ່ງນີ້:



ສ່ວນທາດລະລາຍບາເຊີ  $\text{NaOH}$  ເຂັ້ມຂຸ້ນ  $1\text{mol/dm}^3$  ກໍຈະແຕກຕົວໃຫ້  $\text{Na}^+$  ແລະ  $\text{OH}^-$  ຊະນິດລະ  $1\text{mol/dm}^3$  ດັ່ງນີ້:



ຖ້າບາເຊີແຮງ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ເຂັ້ມຂຸ້ນ  $1\text{mol/dm}^3$  ຈະແຕກຕົວໃຫ້  $\text{Ba}^{2+}$   $\text{mol/dm}^3$  ແລະ  $\text{OH}^-$   $2\text{mol/dm}^3$  ດັ່ງນີ້:



ຈາກຂໍ້ມູນການແຕກຕົວຂອງອາຊິດແຮງແລະບາເຊີແຮງສາມາດຊອກຫາບໍລິມາດຂອງອີ ອົງແລະຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງໃນທາດລະລາຍໄດ້ເມື່ອຮູ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍ ອາຊິດແລະບາເຊີນັ້ນເພິ່ນໄດ້ຈັດລຳດັບຄວາມແຮງຂອງອາຊິດແລະບາເຊີດັ່ງນີ້:

ອາຊິດແຮງ  $\text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI} > \text{HClO}_3 > \text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{SO}_4, \dots$

ບາເຊີແຮງ  $\text{LiOH} > \text{NaOH} > \text{KOH} > \text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Sr}(\text{OH})_2 > \text{Ba}(\text{OH})_2, \dots$

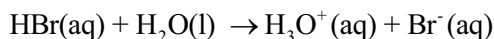
ໝາຍເຫດ: ອາຊິດ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ສາມາດແຕກຕົວໄດ້ 2 ຂັ້ນໃຫ້ຖືເອົາການແຕກຕົວຂັ້ນທີ່ 1 ເທົ່ານັ້ນຈັດເປັນອາຊິດແຮງ.

ຕົວຢ່າງ 1: ທາດລະລາຍ  $\text{HBr}$  ມີບໍລິມາດ  $5 \text{ dm}^3$  ມີ  $\text{HBr}$  ລະລາຍຢູ່  $1,5 \text{ mol}$  ຈະມີອີອົງໃດແດ່ ແລະ ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເທົ່າໃດ?

ຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍ  $\text{HBr}$  ດັ່ງນີ້:

$$\begin{aligned}\text{HBr} &= \frac{1,5 \text{ mol HBr}}{5 \text{ dm}^3} \\ \text{HBr} &= 0,3 \text{ mol/dm}^3\end{aligned}$$

ທາດລະລາຍມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,3 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{HBr}$  ເປັນອາຊິດແຮງຈຶ່ງສາມາດແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ໝົດດັ່ງສົມຜົນ:

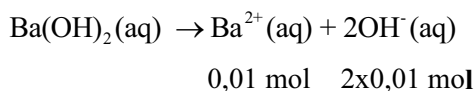


ຈາກສົມຜົນ  $\text{HBr}$  1 ໂມລແຕກຕົວໃຫ້  $\text{H}_3\text{O}^+$  ແລະ  $\text{Br}^-$  ຢ່າງລະ 1 ໂມລດັ່ງນັ້ນທາດລະລາຍ  $\text{HBr}$  ທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,3 \text{ mol/dm}^3$  ຈະມີ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ແລະ  $\text{Br}^-$  ຢ່າງລະ  $0,3 \text{ mol/dm}^3$ .

ຕົວຢ່າງ 2 ທາດລະລາຍ  $\text{Ba(OH)}_2$  ເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,1 \text{ mol/dm}^3$ , ບໍລິມາດ  $100 \text{ cm}^3$ , ຈະມີ  $\text{OH}^-$  ຈັກໂມລຖ້າຕື່ມນ້ຳໃຫ້ບໍລິມາດເປັນ  $400 \text{ cm}^3$  ແລະຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ຈະມີເທົ່າໃດ ຊອກຫາຈຳນວນໂມລຂອງທາດລະລາຍ  $\text{Ba(OH)}_2$  ໃນບໍລິມາດ  $100 \text{ cm}^3$  ດັ່ງນີ້:

$$\begin{aligned}\text{Ba(OH)}_2 &= \frac{0,1 \text{ mol Ba(OH)}_2 \times 100 \text{ cm}^3 \times 1 \text{ dm}^3}{1 \text{ dm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3} \\ \text{Ba(OH)}_2 &= 0,01 \text{ mol}\end{aligned}$$

ເນື່ອງຈາກທາດລະລາຍ  $\text{Ba(OH)}_2$  ເປັນບາເຊີແຮງຈຶ່ງແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ໝົດດັ່ງສົມຜົນ



ທາດລະລາຍ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,01 \text{ mol/dm}^3$ , ບໍລິມາດ  $100 \text{ cm}^3$ , ຈະມີ  $\text{OH}^- 2 \times 0,01 \text{ mol} = 0,02 \text{ mol}$  ຖ້າຕື່ມນ້ຳໃຫ້ບໍລິມາດເປັນ  $400 \text{ cm}^3$  ທາດລະລາຍ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ຍັງມີບໍລິມາດ  $(\text{OH}^-)$  ລະລາຍຢູ່  $= 0,02 \text{ mol}$

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ໃນທາດລະລາຍຈຳນວນ  $400 \text{ cm}^3$  ໄດ້ດັ່ງນີ້:

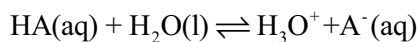
$$\text{OH}^- = \frac{0,02 \text{ mol}(\text{OH}^-)}{1 \text{ dm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{400 \text{ cm}^3}$$

$$\text{OH}^- = 0,05 \text{ mol/dm}^3$$

ທາດລະລາຍ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$   $400 \text{ cm}^3$  ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^- 0,5 \text{ mol/dm}^3$

## 2. ການແຕກຕົວຂອງອາຊິດອ່ອນ

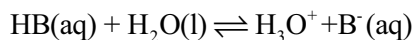
ອາຊິດອ່ອນຈັດເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນເນື່ອງຈາກອາຊິດອ່ອນແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ບ່າງສ່ວນ ແລະ ການແຕກຕົວຂອງອາຊິດອ່ອນເປັນການປ່ຽນແປງທີ່ປົນກັບໄດ້ ແລະ ມີພາວະດຸນດ່ຽງເກີດຂຶ້ນດັ່ງນີ້:



ເນື່ອງຈາກວ່າອາຊິດອ່ອນແຕກຕົວໄດ້ບ່າງສ່ວນສະນັ້ນໃນທາດລະລາຍຈຶ່ງມີໂມເລກຸລຂອງ  $\text{HA}$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{A}^-$  ປົນກັນຢູ່. ບໍລິມາດການກແຕກຕົວຂອງອາຊິດອ່ອນນິຍົມບອກເປັນສ່ວນຮ້ອຍເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍ  $\text{HA}$  ເຂັ້ມຂຸ້ນ  $1 \text{ mol/dm}^3$  ແຕກຕົວໄດ້  $5\%$  ໝາຍຄວາມວ່າອາຊິດ  $\text{HA}$   $1 \text{ mol}$  ໃນທາດລະລາຍທີ່ມີບໍລິມາດ  $1 \text{ dm}^3$  ເມື່ອເຖິງພາວະດຸນດ່ຽງຈະມີອາຊິດ  $\text{HA}$  ພຽງແຕ່  $0,95$  ໂມລເທົ່ານັ້ນທີ່ແຕກຕົວເປັນອີອົງດັ່ງນັ້ນຖ້າຮູ້ຈຳນວນໂມລຂອງອາຊິດອ່ອນທີ່ແຕກຕົວຫຼືຈຳນວນໂມລຂອງອີອົງທີ່ເກີດຂຶ້ນກໍຈະຄິດຫາບໍລິມາດການແຕກຕົວເປັນສ່ວນຮ້ອຍຂອງອາຊິດໄດ້.

ຕົວຢ່າງ: ທາດລະລາຍອາຊິດ  $\text{HB}$  ເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,2 \text{ mol/dm}^3$  ແຕກຕົວໄດ້ພຽງ  $0,05 \text{ mol/dm}^3$  ຈຶ່ງຊອກຫາປະລິມານການແຕກຕົວເປັນສ່ວນຮ້ອຍ.

ການແຕກຕົວຂອງອາຊິດອ່ອນHB ດັ່ງນີ້:



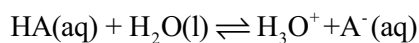
ສ່ວນຮ້ອຍການແຕກຕົວ

$$\text{HB} = \frac{0,05 \text{ mol/dm}^3}{0,2 \text{ mol/dm}^3} \times 100$$

$$\text{HB} = 25$$

ທາດລະລາຍອາຊິດອ່ອນHB ແຕກຕົວໄດ້ 25%

ການບອກປະລິມານການແຕກຕົວຂອງອາຊິດອ່ອນເປັນສ່ວນຮ້ອຍຈະສາມາດປຽບທຽບໄດ້ວ່າອາຊິດອ່ອນຊະນິດໃດຈະແຕກໄດ້ດີກວ່າກັນເມື່ອຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເທົ່າກັນ. ຈາກຄວາມຮູ້ເລື່ອງພາວະດຸນດ່ຽງແລະທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າສາມາດຊ່ວຍໃຫ້ຮູ້ວ່າທາດລະລາຍອາຊິດອ່ອນແຕກຕົວເປັນອີງໃສ່ໄດ້ໝົດມີພາວະດຸນດ່ຽງແລະຫາຄ່າຄົງທີ່ການດຸນດ່ຽງໄດ້ດັ່ງນີ້:



$$k = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}$$

ເນື່ອງຈາກວ່າທາດລະລາຍມີບໍລິມານຂອງນ້ຳຢູ່ຫຼາຍເມື່ອປຽບທຽບກັບບໍລິມານຂອງທາດທີ່ຖືກລະລາຍຈຶ່ງຖືວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງນ້ຳມີຄ່າຄົງທີ່ເມື່ອເອົາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງນ້ຳໄປຄູນກັບຄ່າຄົງທີ່ການດຸນດ່ຽງກໍຈະໄດ້ຄ່າຄົງທີ່ການດຸນດ່ຽງຂອງອາຊິດແລະໃຊ້ສັນຍະລັກ ( $k_a$ .)

$$K_a = k[\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

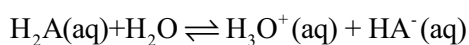
ຄຳຄົງທີ່ການດູ່ງຂອງປະຕິກິລິຍາຈະບອກໃຫ້ຮູ້ວ່າປະຕິກິລິຍາເກີດໄປທາງໜ້າຫຼາຍໜ້ອຍພຽງໃດ. ຄຳຄົງທີ່ທີ່ພາວະດູ່ງຂອງອາຊິດອ່ອນກໍເຊັ່ນດຽວກັນຈະບອກໃຫ້ວ່າອາຊິດນັ້ນແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ຫຼາຍໜ້ອຍພຽງໃດອາຊິດທີ່ມີ  $k_a$  ສູງຈະແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ຫຼາຍກວ່າອາຊິດທີ່ມີຄ່າ  $k_a$  ຕໍ່າ.

ຕາຕະລາງຄຳຄົງທີ່ການດູ່ງຂອງອາຊິດໂມໂນໂປຣຕິກ (ອາຊິດທີ່ແຕກຕົວພຽງຂັ້ນດຽວຢູ່ໃນ  $25^\circ\text{C}$ ).

ອາຊິດ	ສູດ	ປະຕິກິລິຍາໃຫ້ໂປຣຕົງຂອງອາຊິດໃນນ້ຳ	ຄ່າ $k_a$
ອີອົງນິໂດຣຊຸນຟັດ	$\text{HSO}_4^-$	$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$	$1,2 \times 10^{-2}$
ອາຊິດຟລູອິກ	HF	$\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{F}^-$	$6,8 \times 10^{-4}$
ອາຊິດນິເຕຣີ	$\text{HNO}_2$	$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^-$	$4,5 \times 10^{-4}$
ອາຊິດຊີຢາມິກ	HCNO	$\text{HCNO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CNO}^-$	$3,5 \times 10^{-4}$
ອາຊິດຟອກມິກ	HCOOH	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCOO}^-$	$1,7 \times 10^{-4}$
ອາຊິດແບັງໂຊອິກ	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	$6,6 \times 10^{-5}$
ອາຊິດອາເຊຕິກ	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$	$1,8 \times 10^{-5}$
ອາຊິດຮີໂປກໍເຣີ	HClO	$\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}^-$	$3,5 \times 10^{-5}$
ອີອົງອາໂມນີອອມ	$\text{HN}_4^+$	$\text{HN}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HN}_3$	$6,0 \times 10^{-10}$
ອາຊິດຊີຢາມິດຣິກ	HCN	$\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CN}^-$	$4,9 \times 10^{-10}$

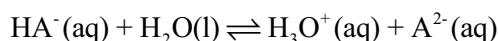
ສຳລັບອາຊິດອ່ອນທີ່ມີສູດ  $\text{H}_2\text{A}$  ເມື່ອລະລາຍໃນນ້ຳຈະແຕກຕົວ 2 ຂັ້ນດັ່ງນີ້:

ຂັ້ນທີ່ 1 ໂມເລກຸລຂອງ  $\text{H}_2\text{A}$  ແຕກຕົວເປັນ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ແລະ ( $\text{HA}^-$ ).



$$k_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HA}^-]}{[\text{H}_2\text{A}]}$$

ຂັ້ນທີ່ 2 ເປັນການແຕກຕົວຂອງ ( $\text{HA}^-$ ) ອອກເປັນອີອົງໄດ້ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ແລະ ( $\text{A}^{2-}$ ) ດັ່ງນີ້:



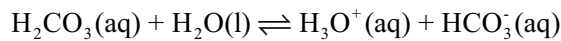


$$k_{a2} = \frac{[H_3O^+][A^{2-}]}{[HA^-]}$$

ໃນພາວະດຸນດ່ຽງໃນລະບົບມີ  $H_2A$ ,  $H_3O^+$ ,  $HA^-$  ແລະ  $A^{2-}$  ຢູ່ໃນທາດລະລາຍ, ອະນຸພາກຈະມີຫຼາຍໜ້ອຍແມ່ນຂຶ້ນກັບຄ່າຂອງ  $k_a$  ແຕ່ລະຂັ້ນ.

ຕົວຢ່າງ: ການແຕກຕົວຂອງ  $H_2CO_3$

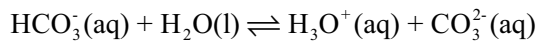
### ຂັ້ນທີ່ 1



$$k_{a1} = \frac{[H_3O^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$= 4,4 \times 10^{-7}$$

### ຂັ້ນທີ່ 2



$$k_{a2} = \frac{[H_3O^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

$$= 5,0 \times 10^{-11}$$

ເມື່ອພິຈາລະນາຈາກຄ່າ  $k_{a1}$  ແລະ  $k_{a2}$  ຂອງອາຊິດ  $H_2CO_3$  ເຫັນວ່າ  $k_{a1}$  ມີຄ່າສູງກວ່າ  $k_{a2}$  ສະແດງໃນຂັ້ນທີ່ 1 ຂອງ  $H_2CO_3$  ແຕກຕົວໄດ້ດີກວ່າໃນຂັ້ນທີ່ 2 ໝາຍຄວາມວ່າທາດລະລາຍມີ  $H_3O^+$  ແລະ  $HCO_3^-$  ຫຼາຍກວ່າ  $CO_3^{2-}$  ສະນັ້ນອາຊິດທີ່ແຕກຕົວໄດ້ຫຼາຍຂຶ້ນຄຳຄຶງທີ່ການແຕກຕົວຄັ້ງທຳອິດຈະມີຄ່າສູງກວ່າການແຕກຕົວຂັ້ນຕໍ່ໄປຍ້ອນວ່າການດຶງ  $H^+$  ຈາກໂມເລກຸລທີ່ບໍ່ມີໄຟຟ້າບັນຈຸງ່າຍກວ່າການດຶງ  $H^+$  ອອກຈາກອີອົງລົບຂອງໂມເລກຸລດຽວກັນນັ້ນຄື:  $k_{a1}$  ຈະມີຄ່າຫຼາຍກວ່າ  $k_{a2}$  ແລະ  $k_{a2}$  ຈະມີຄ່າຫຼາຍກວ່າ  $k_{a3}$  ສະເໝີ.

ຕົວຢ່າງຄຳຄົງທີ່ການແຕກຕົວຂອງອາຊິດບາງຊະນິດ (ແຕກຕົວໄດ້ຫຼາຍຂັ້ນ) ໃນນ້ຳຢູ່ 25 °C

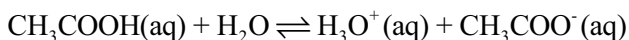
ອາຊິດ	ສູດ	ປະຕິກິລິຍາໃຫ້ໂປຣຕົງຂອງອາຊິດໃນນ້ຳ	ຄ່າ $k_a$
ຟິດສຟໍເຣີ	$H_3PO_3$	$H_3PO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + H_2PO_3^-$	$k_{a1} = 1,6 \times 10^{-2}$
ອີກຊາລິກ	$H_2C_2O_4$	$H_2PO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HPO_3^{2-}$	$k_{a2} = 6,3 \times 10^{-7}$
		$H_2C_2O_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HC_2O_4^-$	$k_{a1} = 6,5 \times 10^{-2}$
ຊຸນຟໍເຣີ	$H_2SO_3$	$HC_2O_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + C_2O_4^{2-}$	$k_{a2} = 5,1 \times 10^{-5}$
		$H_2SO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HSO_3^-$	$k_{a1} = 1,3 \times 10^{-2}$
		$HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + SO_3^{2-}$	$k_{a2} = 6,8 \times 10^{-8}$
ກາກໂບນິກ	$H_2CO_3$	$H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCO_3^-$	$k_{a1} = 4,4 \times 10^{-7}$
		$HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CO_3^{2-}$	$k_{a2} = 5,0 \times 10^{-11}$
ຮີໂດຣຊຸນຟໍເຣີ	$H_2S$	$H_2S + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HS^-$	$k_{a1} = 1,1 \times 10^{-7}$
		$HS^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + S^{2-}$	$k_{a2} = 1,3 \times 10^{-13}$
ອາຊິດຟິດສຟໍເຣີ	$H_3PO_4$	$H_3PO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + H_2PO_4^-$	$k_{a1} = 7,9 \times 10^{-3}$
		$H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HPO_4^{2-}$	$k_{a2} = 6,2 \times 10^{-8}$
		$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + PO_4^{3-}$	$k_{a3} = 4,0 \times 10^{-13}$

ໃນກໍລະນີຂອງອາຊິດທີ່ແຕກຕົວໄດ້ຫຼາຍຂັ້ນ ແລະ ມີຄ່າ  $k_{a1}$  ສູງກວ່າ  $k_{a2}$  ຫຼາຍ, ການປຸງບາງປະລິມານການແຕກຕົວຂອງອາຊິດໂດຍທົ່ວໄປຈະໃຊ້ພຽງຄ່າ  $k_{a1}$  ເພາະວ່າໃນທາດລະລາຍມີ  $H_3O^+$  ທີ່ເກີດຈາກການແຕກຕົວໃນຂັ້ນທີ່ 1 ຫຼາຍກວ່າຂັ້ນທີ່ 2 ແຕ່ຖ້າອາຊິດໃດມີຄ່າ  $k_{a2}$  ໃກ້ຄຽງກັບຄ່າ  $k_{a1}$  ຈະຕ້ອງພິຈາລະນາອີອົງທີ່ເກີດຈາກການແຕກຕົວໃນຂັ້ນທີ່ 2 ນຳດ້ວຍ.

ຕົວຢ່າງ1: ຈົ່ງຊອກຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $H_3O^+$  ໃນທາດລະລາຍອາຊິດອາເຊຕິກທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,5 \text{ mol/dm}^3$  ກຳນົດໃຫ້ຄ່າ  $k_a$  ຂອງອາຊິດອາເຊຕິກ  $= 1,8 \times 10^{-5}$

ວິທີແກ້

ສົມມຸດໃຫ້ອາຊິດອາເຊຕິກແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້  $a \text{ mol/dm}^3$



ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເລີ່ມຕົ້ນ  $\text{mol/dm}^3$       0,5                      0                      0

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃນພາວະດຸນດັ່ງ  $\text{mol/dm}^3$     0,5-a                      a                      a

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{(a)(a)}{0,5-a}$$

ເນື່ອງຈາກວ່າຄ່າ  $K_a$  ມີຄ່ານ້ອຍຫຼາຍເມື່ອທຽບກັບ  $0,5 \text{ mol/dm}^3$ , ສະນັ້ນ  $a$  ຈຶ່ງມີຄ່ານ້ອຍຫຼາຍແລະ  $(0,5-a)$  ຈຶ່ງມີຄ່າໃກ້ຄຽງກັບ  $0,5$  ທີ່ສຸດດັ່ງນັ້ນສາມາດຄິດໄລ່ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$a^2 = 0,5 \times 1,8 \times 10^{-5}$$

$$a^2 = 9 \times 10^{-6}$$

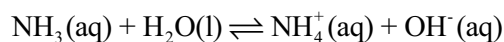
$$a = \sqrt{9 \times 10^{-6}}$$

$$a = 3 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອາຊິດອາເຊຕິກ  $0,5 \text{ mol/dm}^3$  ມີ  $H_3O^+ = 3 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

### 3. ການແຕກຕົວຂອງບາເຊືອນ

ການແຕກຕົວເປັນອີອົງຂອງບາເຊືອນໃນທາດລະລາຍເປັນການປ່ຽນແປງປັນກັບໄດ້ຄືກັບອາຊິດອ່ອນເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍອາໂມນີອັກເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນແລະເມື່ອລະລາຍໃນນໍ້າຈະມີພາວະດຸ່ນດ່ຽງດັ່ງນີ້:



ການແຕກຕົວຂອງບາເຊືອນສາມາດຊອກຫາຄ່າຄົງທີ່ການແຕກຕົວຂອງບາເຊີໃຊ້ສັນຍະລັກ  $K_b$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

ຕົວຢ່າງຄຳຄົງທີ່ການແຕກຕົວຂອງບາເຊີອ່ອນບາງຊະນິດໃນນ້ຳຢູ່ 25 °C

ບາເຊີ	ສູດ	ປະຕິກິລິຍາໃຫ້ໂປຣຕົງຂອງອາຊິດໃນນ້ຳ	ຄ່າka
ອີອົງຟິດສຟັດ	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> +H <sub>2</sub> O ⇌ HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> +OH <sup>-</sup>	K <sub>b</sub> = 2,2 x 10 <sup>-2</sup>
ອີອົງກາກໂບນັດ	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +H <sub>2</sub> O ⇌ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +OH <sup>-</sup>	K <sub>b</sub> = 2,1 x 10 <sup>-4</sup>
ອີອົງໄຊຍານົວ	CN <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup> +H <sub>2</sub> O ⇌ HCN+OH <sup>-</sup>	K <sub>b</sub> = 2,0 x 10 <sup>-5</sup>
ອາໂມນີອັກ	NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O ⇌ NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> +OH <sup>-</sup>	K <sub>b</sub> = 1,8 x 10 <sup>-5</sup>
ອີອົງຮີໂດຣ	HS <sup>-</sup>	HS <sup>-</sup> +H <sub>2</sub> O ⇌ H <sub>2</sub> S+OH <sup>-</sup>	K <sub>b</sub> = 1,1 x 10 <sup>-7</sup>
ແຊນຊຸນຟົວ			
ອີອົງຮີໂດຣ	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +H <sub>2</sub> O ⇌ H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +OH <sup>-</sup>	K <sub>b</sub> = 2,6 x 10 <sup>-8</sup>
ແຊນກາກໂບນັດ	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> +H <sub>2</sub> O ⇌ CH <sub>3</sub> COOH+OH <sup>-</sup>	
ອີອົງອາເຊຕິກ			K <sub>b</sub> = 5,7 x 10 <sup>-10</sup>
ອີອົງຟູອໍຣິວ	F <sup>-</sup>	F <sup>-</sup> +H <sub>2</sub> O ⇌ HF+OH <sup>-</sup>	K <sub>b</sub> = 1,5x 10 <sup>-11</sup>
ອີອົງນິຕຣິດ	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> +H <sub>2</sub> O ⇌ HNO <sub>2</sub> +OH <sup>-</sup>	K <sub>b</sub> = 1,4x 10 <sup>-11</sup>
ອີອົງຊຸນຟັດ	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +H <sub>2</sub> O ⇌ HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +OH <sup>-</sup>	K <sub>b</sub> = 9,8x 10 <sup>-13</sup>

ຄຳຄົງທີ່ການແຕກຕົວຂອງບາເຊີຈະບອກໃຫ້ຮູ້ເຖິງຄວາມສາມາດໃນການແຕກຕົວເປັນອີອົງໃນທາດລະລາຍໄດ້ຄືກັນກັບຄຳຄົງທີ່ການແຕກຕົວຂອງອາຊິດອ່ອນ.

**ຕົວຢ່າງ1:** ທາດລະລາຍ XOH ເຂັ້ມຂຸ້ນ 0,2mol/dm<sup>3</sup> ແຕກຕົວໄດ້ 5% ຈົ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ OH<sup>-</sup> ໃນທາດລະລາຍ

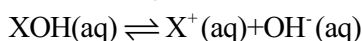
**ວິທີແກ້**

ຊອກຫາການແຕກຕົວຂອງບາເຊີ 0,2mol/dm<sup>3</sup> ເປັນອີອົງໄດ້ດັ່ງນີ້

$$\text{XOH } 0,2\text{mol/dm}^3 = \frac{5}{100} \times 0,2\text{mol/dm}^3$$

$$\text{XOH } 0,2\text{mol/dm}^3 = 0,01\text{mol/dm}^3$$

ການແຕກຕົວຂອງທາດລະລາຍ XOH ຂຽນສົມຜົນດັ່ງນີ້:



$$0,2-0,01 \quad 0,01 \quad 0,01$$

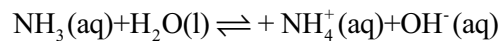
ດັ່ງນັ້ນທາດລະລາຍ XOH ເຂັ້ມຂຸ້ນ 0,2mol/dm<sup>3</sup> ມີ OH<sup>-</sup> 0,01 mol/dm<sup>3</sup>

**ຕົວຢ່າງ 2:** ທາດລະລາຍ  $\text{NH}_3$  ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,02 \text{ mol/dm}^3$  ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ເທົ່າໃດຮູ້ວ່າຄ່າ  $k_b$  ຂອງ  $\text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$

**ວິທີແກ້**

ສົມມຸດໃຫ້  $\text{NH}_3$  ແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້  $a \text{ mol/dm}^3$

ສົມຜົນ



ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເລີ່ມຕົ້ນ ( $\text{mol/dm}^3$ )	0,02	0	0
ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃນພາວະດຸນດຸ່ງ ( $\text{mol/dm}^3$ )	$0,02-a$	$a$	$a$

$$k_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{(a)(a)}{(0,02-a)}$$

ເນື່ອງຈາກຄ່າ  $k_b$  ມີຄ່ານ້ອຍຫຼາຍເມື່ອທຽບກັບ  $0,02 \text{ mol/dm}^3$ ,  $a$  ຈຶ່ງມີຄ່ານ້ອຍຫຼາຍດັ່ງນັ້ນ  $(0,02-a)$  ຈຶ່ງມີຄ່າໃກ້ຄຽງກັບ  $0,02$  ສະນັ້ນສາມາດຄິດໄລ່ດັ່ງນີ້:

$$a^2 = 0,02 \times 1,8 \times 10^{-5}$$

$$a^2 = 36 \times 10^{-8}$$

$$a = \sqrt{36 \times 10^{-8}}$$

$$a = 6 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ໃນທາດລະລາຍ  $\text{NH}_3 = 6 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$

## ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ທາດຕໍ່ໄປນີ້ທາດໃດເປັນອາຊິດແຮງ ແລະ ເປັນອາຊິດອ່ອນ  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCN}$  ແລະ  $\text{HI}$ .
2.  $\text{HX}$  ເປັນອາຊິດແຮງມີປະລິມານ  $1 \text{ mol}$  ລະລາຍຢູ່  $5 \text{ dm}^3$  ຈະມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີໂດຣເທົ່າໃດ?

ກ.  $0,1\text{mol/dm}^3$

ຂ.  $0,01\text{mol/dm}^3$

ຄ.  $0,02\text{mol/dm}^3$

ງ.  $0,2\text{mol/dm}^3$

3. ທາດລະລາຍອາຊິດນິຕຣິກ  $\text{HNO}_3$  ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,5\text{mol/dm}^3$  ໃນບໍລິມາດ  $100\text{cm}^3$  ຈະມີອີອົງຮີໂດຣນີອອມຈັກໂມລແລະຖ້າຕື່ມນໍ້າລົງໄປໃຫ້ບໍລິມາດເປັນ  $500\text{cm}^3$  ຈະມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີໂດຣນີອອມເປັນເທົ່າໃດ?

ກ.  $0,005\text{mol}$  ແລະ  $0,1\text{mol/dm}^3$

ຂ.  $0,05\text{mol}$  ແລະ  $0,01\text{mol/dm}^3$

ຄ.  $0,5\text{mol}$  ແລະ  $0,02\text{mol/dm}^3$

ງ.  $0,05\text{mol}$  ແລະ  $0,2\text{mol/dm}^3$

4. ທາດລະລາຍມີບໍລິມາດ  $500\text{cm}^3$  ມີ  $\text{NaOH}$  ລະລາຍ  $1\text{mol}$  ຈົ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ຈະເປັນເທົ່າໃດ?

ກ.  $0,01\text{mol/dm}^3$

ຂ.  $1\text{mol/dm}^3$

ຄ.  $2\text{mol/dm}^3$

ງ.  $0,2\text{mol/dm}^3$

5.  $\text{M(OH)}_2$  ເປັນບາເຊີແຮງມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,2\text{mol/dm}^3$  ມີບໍລິມາດ  $500\text{cm}^3$  ຈະມີ  $\text{OH}^-$  ຈັກໂມລແລະຖ້າຕື່ມນໍ້າລົງໄປໃຫ້ມີບໍລິມາດເປັນ  $750\text{cm}^3$  ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ຈະເປັນເທົ່າໃດ?

ກ.  $0,02\text{mol}$  ແລະ  $0,26\text{mol/dm}^3$

ຂ.  $0,01\text{mol}$  ແລະ  $0,17\text{mol/dm}^3$

ຄ.  $0,1\text{mol}$  ແລະ  $0,027\text{mol/dm}^3$

ງ.  $0,1\text{mol}$  ແລະ  $0,27\text{mol/dm}^3$

6. ທາດລະລາຍອາຊິດ  $\text{HA}$  ເຂັ້ມຂຸ້ນ  $2\text{mol/dm}^3$  ແຕກຕົວເປັນອີອົງ  $1,5\%$  ຈົ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີໂດຣນີອອມ

ກ.  $0,04\text{mol/dm}^3$

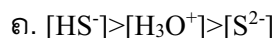
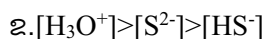
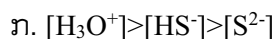
ຂ.  $0,03\text{mol/dm}^3$

ຄ.  $0,003\text{mol/dm}^3$

ງ.  $0,02\text{mol/dm}^3$

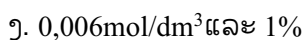
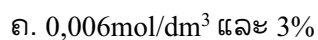
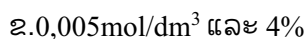
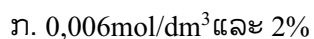
7. ທາດລະລາຍອາຊິດ  $\text{H}_2\text{S}$  ມີຄ່າຄົງທີ່ການແຕກຕົວຂອງອາຊິດ 2 ຄ່າຄົງ:

$k_{a1} = 1,1 \times 10^{-7}$  ແລະ  $k_{a2} = 1,3 \times 10^{-13}$  ຈົ່ງປຸງບທຽບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຕ່າງໆໃນທາດລະລາຍ.



8. ທາດລະລາຍອາຊິດ  $CH_3COOH$  ແລະ  $HCN$  ມີຄ່າ  $k_a = 1,8 \times 10^{-5}$  ແລະ  $4,8 \times 10^{-10}$  ຕາມລຳດັບຖ້າທາດລະລາຍທັງສອງມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $1 \text{ mol/dm}^3$  ເທົ່າກັນທາດລະລາຍຂອງອາຊິດໃດຈະມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $(H_3O^+)$  ຫຼາຍກວ່າກັນອະທິບາຍ

9. ທາດລະລາຍອາຊິດ  $HCOOH$  ເຂັ້ມຂຸ້ນ  $0,2 \text{ mol/dm}^3$  ຈະມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $H_3O^+$  ເທົ່າໃດແລະອາຊິດນີ້ແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ຈັກສ່ວນຮ້ອຍກຳນົດຄ່າ  $k_a$  ຂອງ  $HCOOH$  ເທົ່າກັບ  $1,8 \times 10^{-4}$



## ບົດທີ 16 ການແຕກຕົວເປັນອີອົງຂອງນໍ້າ

### 1. ການແຕກຕົວຂອງນໍ້າບໍລິສຸດ

ນໍ້າເປັນໂມເລກຸລໂກວາລັງມີຂົ້ວແລະເປັນຕົວພາລະລາຍໄດ້ດີ. ນໍ້າບໍລິສຸດເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າຫຼືບໍ່ຈະມີວິທີການທົດສອບໄດ້ແນວໃດ?

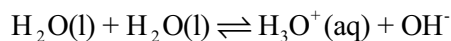
#### ກົດຈະກຳ1: ການຊັກນໍ້າໄຟຟ້າຂອງນໍ້າບໍລິສຸດ

1. ໃສ່ນໍ້າກັນ 10cm<sup>3</sup> ລົງໃນຫຼອດທົດລອງຂະໜາດກາງ
2. ຕໍ່ເຄື່ອງວັດແທດກະແສໄຟຟ້າ (ເຄື່ອງວັດອໍາແປ) ຊະນິດທີ່ວັດແທກກະແສໄຟຟ້າໄດ້ເປັນມິໂກຣອໍາແປເຂົ້າກັບເຄື່ອງກວດສອບການຊັກນໍ້າໄຟຟ້າແລ້ວຈຸ່ມລວດຕົວຊັກນໍ້າຂອງເຄື່ອງວັດແທກການຊັກນໍ້າໄຟຟ້າລົງໃນນໍ້າກັນ ແລ້ວອ່ານກະແສໄຟຟ້າບັນທຶກຜົນ.
3. ອຸ່ນນໍ້າກັນໃຫ້ຮ້ອນປະມານ 60-70°C ແລ້ວທົດສອບການຊັກນໍ້າໄຟຟ້າແບບດຽວກັນກັບຂໍ້ 2.

- ນໍ້າບໍລິສຸດສາມາດຊັກນໍ້າໄຟຟ້າໄດ້ແນວໃດ?

- ການຊັກນໍ້າໄຟຟ້າຂອງນໍ້າບໍລິສຸດຢູ່ອຸ່ນຫະພູມສູງກັບອຸ່ນຫະພູມຕໍ່າຕ່າງກັນແນວໃດ?

ຈາກຜົນການທົດລອງຮູ້ວ່ານໍ້າບໍລິສຸດເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າອ່ອນຫຼາຍເນື່ອງຈາກວ່າການແຕກຕົວຂອງນໍ້າບໍລິສຸດໄດ້ໜ້ອຍຫຼາຍຈົນບໍ່ສາມາດກວດສອບດ້ວຍເຄື່ອງກວດສອບຊັກນໍ້າໄຟຟ້າແບບທຳມະດາເມື່ອໃຊ້ວັດແທກອໍາແປກວດສອບເຫັນວ່າເຂັ້ມຂອງເຄື່ອງວັດແທດອໍາແປບ່ຽງເລັກນ້ອຍສະແດງວ່ານໍ້າບໍລິສຸດແຕກຕົວໃຫ້ອີອົງຮີໂດຣນີອອມແລະອີອົງຮີດຣົກຊິດໜ້ອຍຫຼາຍດັ່ງສົມຜົນລຸ່ມນີ້:



$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

$$K[\text{H}_2\text{O}]^2 = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

ເນື່ອງຈາກວ່ານໍ້າແຕກຕົວໄດ້ໜ້ອຍຫຼາຍຈົນຖືວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງນໍ້າບໍ່ປ່ຽນແປງເມື່ອ

ຈັດຄວາມສຳພັນຢູ່ໃນຮູບແບບໃໝ່ຈຶ່ງໄດ້ຄຳຄົງທີ່ໃໝ່ແລະເອີ້ນຄຳຄົງທີ່ວ່າຄຳຄົງທີ່ການດຸນດ່ຽງຂອງນໍ້າແລະໃຊ້ສັນຍະລັກ  $K_w$  ດັ່ງນີ້:



$$k_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

ຈາກການທົດລອງພົບວ່ານ້ຳຢູ່ໃນອຸນຫະພູມສູງຊັກນ້ຳໄຟຟ້າໄດ້ດຶກວ່າຢູ່ອຸນຫະພູມຕ່ຳ  
ສະແດງວ່ານ້ຳຢູ່ອຸນຫະພູມສູງແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ດຶກວ່າຢູ່ອຸນຫະພູມຕ່ຳສະນັ້ນການບອກຄ່າ  
ຄົງທີ່ຂອງນ້ຳຕ້ອງບອກອຸນຫະພູມນຳດ້ວຍເຊັ່ນ:

ຄ່າ  $k_w$  ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$  ມີຄ່າເທົ່າກັບ  $1,0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$

ຄ່າ  $k_w$  ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $60^\circ\text{C}$  ມີຄ່າເທົ່າກັບ  $9,5 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$

ການແຕກຕົວຂອງນ້ຳບໍລິສຸດຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$  ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີໂດຣນີ  
ອອມແລະ ອີອົງຮີດຣິກຊິດເກີດຂຶ້ນໃນຈຳນວນໂມລທີ່ເທົ່າກັນດັ່ງນີ້:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$$

$$k_w = [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = [\text{OH}^-]^2$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{k_w}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{1,0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol}/\text{dm}^3$$

ສະແດງວ່ານ້ຳບໍລິສຸດຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$  ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີໂດຣນີອອມເທົ່າ  
ກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີດຣິກຊິດ  $= 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol}/\text{dm}^3$

## 2. ການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີໂດຣນີອອມ ແລະ ອີອົງຮີດຣິກຊິດ ໃນນ້ຳ

ນ້ຳບໍລິສຸດຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$  ມີອີອົງຮີໂດຣນີອອມແລະອີອົງຮີດຣິກຊິດເທົ່າກັບ  
 $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol}/\text{dm}^3$  ຖ້າຕື່ມອາຊິດຫຼືບາເຊີລົງໃນນ້ຳຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງທັງສອງໃນທາດລະ  
ລາຍໃນພາວະດຸນດ່ຽງຂອງນ້ຳຈະປ່ຽນແປງດັ່ງນີ້:

ການຕື່ມອາຊິດລົງໃນນ້ຳຈະເຮັດໃຫ້ປະລິມານ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ໃນທາດລະລາຍເພີ່ມຂຶ້ນແລະ  
ຄວາມດຸນດ່ຽງຂອງນ້ຳຖືກລົບກວນໂດຍ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ຈະລວມຕົວກັບນ້ຳເປັນໂມເລກຸລຂອງນ້ຳ ແລະ  
ເຂົ້າສູ່ພາວະດຸນດ່ຽງໃໝ່ອີກເທື່ອໜຶ່ງເຊິ່ງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ໃນທາດລະລາຍຈະຫຼຸດລົງ

ກວ່າເກົ່າ. ການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດໃນລະບົບບໍ່ເຮັດໃຫ້ຄ່າຄົງທີ່ປ່ຽນໄປດັ່ງນັ້ນ ການຕື່ມອາຊິດລົງໃນນໍ້າເຖິງແມ່ນວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ແລະ  $\text{OH}^-$  ປ່ຽນໄປແຕ່ຄ່າຄົງທີ່ດຸນດຸ່ງຍັງເທົ່າເກົ່າ ຈຶ່ງຄິດໄລ່ຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ໄດ້ຈາກການພົວພັນດັ່ງນີ້:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

ເຫັນວ່າເມື່ອຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ເພີ່ມຂຶ້ນ, ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ກໍຕ້ອງຫຼຸດລົງ

**ຕົວຢ່າງ:** ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+ = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ຖ້າຕື່ມອາຊິດລົງໄປຈຳນວນໜຶ່ງແລະສົມມຸດວ່າຢູ່ພາວະດຸນດຸ່ງມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງ  $\text{H}_3\text{O}^+ = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$  ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ມີເທົ່າໃດ?

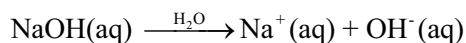
**ວິທີແກ້**

ຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ (NaOH) ດັ່ງນີ້:

$$\text{NaOH} = \frac{1 \text{ mol}}{500 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3}$$

$$\text{NaOH} = 2 \text{ mol/dm}^3$$

ທາດລະລາຍມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $2 \text{ mol/dm}^3$ , NaOH ເປັນບາເຊີແຮງເມື່ອລະລາຍໃນນໍ້າແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ໝົດດັ່ງສົມຜົນ:



ຈາກສົມຜົນ NaOH 1 ໂມລແຕກຕົວໃຫ້  $\text{Na}^+$  ແລະ  $\text{OH}^-$  ຢ່າງລະ 1 ໂມລດັ່ງນັ້ນທາດລະລາຍ NaOH ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ  $2 \text{ mol/dm}^3$  ຈະມີ  $\text{Na}^+$  ແລະ  $\text{OH}^-$  ຢ່າງລະ  $2 \text{ mol/dm}^3$ .

ການຕື່ມອາຊິດລົງໃນນໍ້າຈະໄດ້ທາດລະລາຍທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ຫຼາຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ທາດລະລາຍນີ້ຈັດເປັນທາດລະລາຍອາຊິດ. ໃນທາດລະລາຍອາຊິດກໍຍັງມີ  $\text{OH}^-$  ຢູ່ແຕ່ຄວາມຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນນ້ອຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$

ຖ້າຕື່ມນາຕຣີອອມຮີດຣົກຊິດລົງໃນນ້ຳຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີໂດຣນີອອມ ແລະ ອີອົງຮີດຣົກຊິດຈະປ່ຽນແປງ ການຕື່ມບາເຊີລົງໃນນ້ຳຈະເຮັດໃຫ້ພາວະດຸນດ່ຽງຂອງນ້ຳປ່ຽນແປງ ແລະ ໃນທີ່ສຸດລະບົບຈຶ່ງປັບຕົວເພື່ອເຂົ້າພາວະດຸນດ່ຽງໃໝ່, ໃນພາວະດຸນດ່ຽງໃໝ່ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ຈະຫຼາຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ຈະນ້ອຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ . ໃນທາດລະລາຍທີ່ມີນ້ຳເປັນຕົວພາລະລາຍຈະມີທັງອີອົງຮີໂດຣນີອອມແລະອີອົງຮີດຣົກຊິດແຕ່ທາດລະລາຍອາຊິດມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ຫຼາຍກວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ແລະ ຫຼາຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ສ່ວນທາດລະລາຍທີ່ມີລັກສະນະເປັນບາເຊີມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ນ້ອຍກວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$  ແລະ ມີຄ່ານ້ອຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ເມື່ອອີອົງໜຶ່ງເພີ່ມຂຶ້ນອີກອີອົງໜຶ່ງຈະຕ້ອງຫຼຸດລົງສະນັ້ນຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$  ບໍ່ວ່າອີອົງໃດອີອົງໜຶ່ງຈະເພີ່ມ ແລະ ຫຼຸດແຕ່ຄ່າ  $k_w$  ຍັງມີຄ່າເທົ່າກັບ  $1,0 \times 10^{-14}$  ສະເໝີ.

## ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ຈາກຕາຕະລາງສະແດງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ແລະ  $\text{OH}^-$  ຂອງທາດລະລາຍ A, B, C, D ແລະ E ຈຶ່ງຕື່ມຄ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ແລະ  $\text{OH}^-$  ລົງໃນຊ່ອງຫວ່າງພ້ອມບອກຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຂອງທາດລະລາຍ

ທາດລະລາຍ	ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ		ຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຂອງທາດລະລາຍ
	$\text{H}_3\text{O}^+$	$\text{OH}^-$	
A	$2,0 \times 10^{-5}$	.....	.....
B	.....	$1,0 \times 10^{-2}$	.....
C	$5,0 \times 10^{-7}$	.....	.....
D	$1,0 \times 10^{-9}$	.....	.....
E	.....	$1,0 \times 10^{-4}$	.....

2. ທາດລະລາຍມີບໍລິມາດ  $500 \text{ cm}^3$  ທີ່ມີກາສ HCl ມີບໍລິມາດ  $1,2 \text{ dm}^3$  ໃນເງື່ອນມາດຖານຈະມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ແລະ  $\text{OH}^-$  ເທົ່າໃດ

ກ.  $1 \times 10^{-2} \text{ M}$  ແລະ  $1,3 \times 10^{-12} \text{ M}$

ຂ.  $1 \times 10^{-2} \text{ M}$  ແລະ  $1,0 \times 10^{-13} \text{ M}$

ຄ.  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  ແລະ  $1,0 \times 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$

ງ.  $0,1 \text{ M}$  ແລະ  $1,0 \times 10^{-3} \text{ M}$

3. ເມື່ອຕື່ມທາດລະລາຍນາຕຣີອອມຮິດຣົກຊິດ  $0,01 \text{ mol}$  ໃນນ້ຳແລະເຮັດໃຫ້ທາດລະລາຍມີບໍລິມາດ  $500 \text{ cm}^3$  ຈຶ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ໃນທາດລະລາຍ

ກ.  $5,0 \times 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$

ຂ.  $1,0 \times 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$

ຄ.  $5,0 \times 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$

ງ.  $0,1 \times 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$

4. ເມື່ອນຳທາດລະລາຍອາຊິດ  $\text{HCl}$   $0,1 \text{ mol/dm}^3$  ມາ  $10 \text{ cm}^3$  ເຕີ້ມລົງໃນທາດລະລາຍອາຊິດ  $\text{HCl}$   $0,01 \text{ mol/dm}^3$  ຈຳນວນ  $100 \text{ cm}^3$  ຈຶ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ແລະ  $\text{OH}^-$  ເທົ່າໃດ?

ກ.  $1,8 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  ແລະ  $4,3 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$

ຂ.  $1,8 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  ແລະ  $5,5 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$

ຄ.  $0,1 \text{ mol/L}$  ແລະ  $5,5 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$

ງ.  $0,1 \text{ mol/L}$  ແລະ  $5,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

5. ທາດລະລາຍໜຶ່ງມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$   $1,0 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$  ໃນອຸນຫະພູມໜຶ່ງຈຶ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$

ກ.  $1,0 \times 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$

ຂ.  $1,0 \times 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$

ຄ.  $1,0 \times 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$

ງ.  $1,1 \times 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$

6. ທາດລະລາຍມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$   $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  ຈຶ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$

ກ.  $1,0 \times 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$

ຂ.  $1,0 \times 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$

ຄ.  $1,0 \times 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$

ງ.  $1,1 \times 10^{-10}$

## ບົດທີ 17 pH ຂອງທາດລະລາຍ

### 1. ການຄິດໄລ່ຄ່າ pH

ໃນທາດລະລາຍອາຊິດແລະບາເຊີມີທັງ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ແລະ ( $\text{OH}^-$ ) ແຕ່ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງທັງສອງບໍ່ເທົ່າກັນດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງໃຊ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ແລະ ( $\text{OH}^-$ ) ໃນທາດລະລາຍເປັນປັດໄຈຊີ້ບອກຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຂອງທາດລະລາຍໄດ້ແຕ່ເພື່ອຄວາມສະດວກຈຶ່ງກຳນົດໃຫ້ໃຊ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ເປັນຫຼັກ.

ທາດລະລາຍອາຊິດມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ຫຼາຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ສ່ວນທາດລະລາຍບາເຊີມີ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ນ້ອຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ເນື່ອງຈາກຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ມີຄ່ານ້ອຍຫຼາຍບໍ່ສະດວກໃນການນຳໃຊ້ສະນັ້ນມາຮອດ ຄສ 1868-1939 ນັກເຄມີສາດຊາວຊູແອດຊີຊ໌ເຣນຊິນໄດ້ສະເໜີປ່ຽນຄ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ເປັນຄ່າ pH ເພື່ອໃຫ້ສະດວກໃນການບອກຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຂອງທາດລະລາຍໂດຍກຳນົດໃຫ້  $\text{pH} = -\log (\text{H}_3\text{O}^+)$  ມີວິທີຄິດໄລ່ດັ່ງນີ້:

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \\ \log [\text{H}_3\text{O}^+] &= \log (1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3) \\ -\log [\text{H}_3\text{O}^+] &= 7 \log 10 - \log 1,0 \\ &= 7 - 0 \\ \text{pH} &= 7 \end{aligned}$$

ທາດລະລາຍທີ່ມີຄ່າ  $\text{pH} = 7$  ເປັນກາງ

ທາດລະລາຍທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຫຼາຍກວ່າຫຼືນ້ອຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ໄດ້ດັ່ງຕົວຢ່າງຕໍ່ໄປນີ້:

**ຕົວຢ່າງ 1** ທາດລະລາຍອາຊິດເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີໂດຣນີອອມ  $2,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ຈະມີຄ່າ pH ເທົ່າໃດ?

ວິທີແກ້

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [2,0 \times 10^{-7}]$$

$$\text{pH} = -\log 2 + 7 \log 10$$

$$= 7,0 - 0,3010$$

$$\text{pH} = 6,70$$

ທາດລະລາຍທີ່ມີຄ່າ  $\text{pH} < 7$  ເປັນອາຊິດ

ຕົວຢ່າງ 2 ທາດລະລາຍບາເຊີມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງຮີດຣົກຊິດ  $1,0 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$   
ຈະມີ  $\text{pH}$  ເທົ່າໃດ?

ວິທີແກ້

ຊອກຫາຄ່າ  $\text{H}_3\text{O}^+$

$$[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6}{[\text{OH}^-]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6}{[1,0 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \times 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

ຊອກຫາຄ່າ  $\text{pH}$  ດັ່ງນີ້:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [1,0 \times 10^{-8}]$$

$$\text{pH} = -\log 1,0 + 8 \log 10$$

$$= 0 + 8$$

$$\text{pH} = 8$$

ທາດລະລາຍທີ່ມີຄ່າ  $\text{pH} > 7$  ເປັນບາເຊີ

ສະຫຼຸບໄດ້ວ່າທາດລະລາຍທີ່ຄ່າ  $\text{pH} = 7$  ຫຼືຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+ = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ມີຄຸນລັກສະນະເປັນກາງ, ທາດລະລາຍທີ່ມີຄ່າ  $\text{pH} < 7$  ຫຼື ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ຫຼາຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດແລະທາດລະລາຍທີ່ມີຄ່າ  $\text{pH} > 7$  ຫຼື ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ນ້ອຍກວ່າ  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  ມີຄຸນລັກສະນະເປັນບາເຊີ.

ຕາຕະລາງຄວາມສຳພັນລະຫວ່າງ  $\text{pH}[\text{H}_3\text{O}^+]$  ແລະ  $[\text{OH}^-]$  ຂອງທາດລະລາຍ

	<b>pH</b>	<b><math>[\text{H}_3\text{O}^+]</math> (mol/dm<sup>3</sup>)</b>	<b><math>[\text{OH}^-]</math> (mol/dm<sup>3</sup>)</b>
<b>ອາຊິດ</b>	<b>0</b>	<b><math>1,0 \times 10^0</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-14}</math></b>
	<b>1</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-1}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-13}</math></b>
	<b>2</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-2}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-12}</math></b>
	<b>3</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-3}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-11}</math></b>
	<b>4</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-4}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-10}</math></b>
	<b>5</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-5}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-9}</math></b>
	<b>6</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-6}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-8}</math></b>
<b>ກາງ</b>	<b>7</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-7}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-7}</math></b>
<b>ບາເຊີ</b>	<b>8</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-8}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-6}</math></b>
	<b>9</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-5}</math></b>
	<b>10</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-10}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-4}</math></b>
	<b>11</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-11}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-3}</math></b>
	<b>12</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-12}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-2}</math></b>
	<b>13</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-13}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-1}</math></b>
	<b>14</b>	<b><math>1,0 \times 10^{-14}</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^{-0}</math></b>

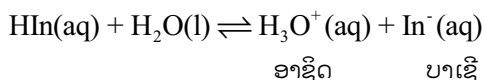
ສຳລັບທາດລະລາຍອາຊິດແຮງແລະບາເຊີແຮງມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ຫຼື ( $\text{OH}^-$ ) ຫຼາຍກວ່າ  $1 \text{ mol/dm}^3$  ຈະມີຄ່າ  $\text{pH}$  ເກີນຂອບ 0-14 ເຊັ່ນ: ທາດລະລາຍ  $\text{HCl}$   $2 \text{ mol/dm}^3$  ຈະມີຄ່າ  $\text{pH} = -0,30$  ແລະ ທາດລະລາຍ  $\text{KOH}$   $2 \text{ mol/dm}^3$  ຈະມີຄ່າ  $\text{pH} = 14,30$

## 2. ການນຳໃຊ້ຄ່າ $\text{pH}$ ຂອງທາດລະລາຍອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ

### 2.1 ທາດຢາມສີສຳລັບທາດລະລາຍອາຊິດແລະບາເຊີ

ການກວດສອບຄຸນລັກສະນະຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຂອງທາດລະລາຍໂດຍໃຊ້ ເຈ້ຍລິດມັສແມ່ນບອກໃຫ້ຮູ້ວ່າທາດລະລາຍເປັນອາຊິດຫຼືບາເຊີເທົ່ານັ້ນແຕ່ບໍ່ສາມາດບອກ ຄວາມເປັນອາຊິດບາເຊີໜ້ອຍຫຼາຍພຽງໃດສະນັ້ນຍັງມີທາດຊະນິດອື່ນອີກທີ່ສາມາດທົດສອບ ຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີຂອງທາດລະລາຍໄດ້ເຊັ່ນ: ທາດຢາມສີ(Indicator).

ທາດຢາມສີທາດລະລາຍສ່ວນຫຼາຍເປັນທາດອົງຄະທາດມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດ ອ່ອນມີສູດໂຄງສ້າງຊັບຊ້ອນຈຶ່ງໃຊ້HInແທນສູດຂອງທາດຢາມສີເມື່ອທາດຢາມສີຢູ່ໃນທາດລະ ລາຍຈະເກີດພາວະດຸ່ງດັ່ງສົມຜົນ



ສີຂອງທາດຢາມສີທີ່ປາກົດຂຶ້ນຢູ່ກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງHInແລະIn<sup>-</sup>ໃນທາດລະ ລາຍການປ່ຽນແປງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ໃນທາດລະລາຍຈະເຮັດໃຫ້ພາວະດຸ່ງດັ່ງຖືກ ລົບກວນລວມທັງຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ HIn ແລະ In<sup>-</sup> ປ່ຽນແປງໄປນຳ. ສົມມຸດໃຫ້ HIn ເປັນສີ ແດງ ແລະ In<sup>-</sup> ເປັນສີເຫຼືອງ, ໃນກໍລະນີທາດຢາມສີຢູ່ໃນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ຫຼາຍ, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ຈະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ In<sup>-</sup> ເກີດປະຕິກິລິຍາຍ້ອນກັບໄດ້ ແລະ HIn ເກີດຂຶ້ນຫຼາຍສະນັ້ນ ຖ້າໃນທາດລະລາຍມີ HIn ເຂັ້ມຂຸ້ນສູງກວ່າ In<sup>-</sup> 10 ເທົ່າທາດລະລາຍຈະເປັນສີແດງແຕ່ຖ້າ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ OH<sup>-</sup> ຫຼາຍ, OH<sup>-</sup> ຈະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ເຮັດໃຫ້ H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ຫຼຸດລົງ, HIn ຈະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ H<sub>2</sub>O ເກີດປະຕິກິລິຍາໄປທາງໜ້າໄດ້, ເຮັດໃຫ້ In<sup>-</sup> ເກີດຂຶ້ນຫຼາຍ ຖ້າ In<sup>-</sup> ເຂັ້ມຂຸ້ນສູງກວ່າ HIn 10 ເທົ່າທາດລະລາຍເປັນສີເຫຼືອງສະແດງວ່າການປ່ຽນສີຂອງ ທາດຢາມສີແມ່ນຂຶ້ນກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງH<sub>3</sub>O<sup>+</sup>ໃນທາດລະລາຍ.

ທາດຢາມສີທີ່ໃຊ້ໃນຫ້ອງປະຕິບັດການສ່ວນຫຼາຍຢູ່ໃນຮູບທາດລະລາຍທີ່ມີນ້ຳຫຼືເຫຼົ້າ ເປັນທາດລະລາຍໂດຍປົກກະຕິໃຊ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນປະມານ0,1%ແລະໃຊ້ພຽງ2-3ຢອດ ກໍສາ ມາດສັງເກດໄດ້ຊັດເຈນ. ທາດຢາມສີແຕ່ລະຊະນິດປ່ຽນສີໄດ້ໃນຊ່ວງpHທີ່ມີຄ່າສະເພາະແລະ ແຕກຕ່າງກັນ.



ຕົວຢ່າງ: ເມຕິລອໍເຣນ( $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$ ). ປຸງສີຢູ່pH 3,2-4,4 (ສີແດງ-ສີເຫຼືອງ) ເຊິ່ງມີຄວາມໝາຍວ່າຢູ່pH 3,2ຫຼືຕໍ່າກວ່າ3,2ຈະເປັນສີແດງ, ຢູ່pH 4,4ຫຼືສູງກວ່າ4,4ຈະເປັນສີເຫຼືອງ, pHໃນລະຫວ່າງ3,2-4,4ຈະເປັນສີລືມເປັນສີປະສົມລະຫວ່າງສີແດງກັບສີເຫຼືອງ.

ຕົວຢ່າງບາງທາດຢາມສີແລະຊ່ວງpH ການປຸງສີ

ຕົວຢາມສີ	ຊ່ວງpHຂອງການປຸງສີ	ສີທີ່ປຸງແປງ
ຕີມອລບຣູ	1,2-2,8	ແດງ-ເຫຼືອງ
ໂບໂມເຟໂນລບຣູ	3,0-4,6	ເຫຼືອງ-ສີຟ້າ
ເມຕິລແດງເຣດ	4,2-6,3	ແດງ-ເຫຼືອງ
ເຟໂນລຟຕາເລອິນ	6,8-8,4	ເຫຼືອງ-ແດງ

ຕົວຢ່າງບາງທາດຢາມສີແລະຊ່ວງ pH ການປຸງສີຈາກພືດທີ່ສະກັດດ້ວຍນໍ້າ

ຊະນິດຂອງພືດ	ຊ່ວງpHຂອງການປຸງສີ	ສີທີ່ປຸງແປງ
ອັລຊັນ	1-3	ແດງ-ມ່ວງ
ສົ້ມພໍດີ	6-7	ແດງ-ຂຽວ
ຂີ້ເມັ້ນ	6-7	ເຫຼືອງ-ສົ້ມ
	11-12	ສົ້ມ-ນ້ຳຕານ
ດາວເຮືອງເຫຼືອງ	9-10	ບໍ່ມີສີ-ເຫຼືອງ
ກ້ວຍໄມ້ເຫຼືອງ	10-11	ບໍ່ມີສີ-ເຫຼືອງ

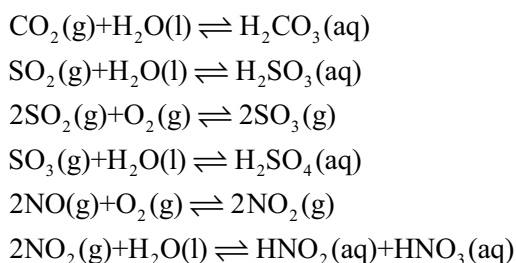
## 2.2 ທາດລະລາຍອາຊິດ-ບາເຊີໃນຊີວິດປະຈຳວັນແລະໃນສິ່ງທີ່ມີຊີວິດ

ໃນຊີວິດປະຈຳວັນເຮົາໃຊ້ທາດທີ່ມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດຫຼືບາເຊີຫຼືເປັນກາງຫຼາຍຊະນິດ, ບາງຊະນິດຢູ່ໃນອາຫານຫຼືເຄື່ອງດື່ມເຊັ່ນ: ນ້ຳລົ້ມສາຍຊູ, ນ້ຳໝາກນາວ, ນ້ຳອັດລົມບາງ

ຊະນິດໃຊ້ເປັນທາດຊັກລ້າງ, ເຮັດຄວາມສະອາດ, ເຄື່ອງສຳອາງທາດດັ່ງກ່າວນີ້ລ້ວນແຕ່ມີ pH ແຕກຕ່າງກັນ.

ນອກຈາກນີ້ທາດແຫຼວໃນສິ່ງທີ່ມີຊີວິດມີ pH ແຕກຕ່າງກັນສະນັ້ນຖ້າທາດແຫຼວໃນສິ່ງທີ່ມີຊີວິດມີ pH ປ່ຽນໄປ, ການເຮັດວຽກຂອງລະບົບກໍຈະຜິດປົກກະຕິເຊັ່ນ: ປົກກະຕິເລືອດມີ pH=7,35-7,45 ຖ້າປ່ຽນແປງເລັກນ້ອຍຄື(0,10)ຮ່າງກາຍຄົງສະພາບປົກຕິແຕ່ປ່ຽນແປງຫຼາຍກວ່ານີ້ເຊັ່ນກໍລະນີຜູ້ປ່ວຍເປັນເບົາຫວານຮຸນແຮງຄ່າ pH ຂອງເລືອດຫຼຸດຕໍ່າກວ່າ 7,35 ກໍໃຫ້ເກີດມົດສະຕິຫຼືເສຍຊີວິດໄດ້.

ນອກຈາກຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີໃນຮ່າງກາຍແລ້ວທາດທີ່ໃຊ້ໃນຊີວິດປະຈຳວັນກໍມີຄວາມເປັນອາຊິດແລະບາເຊີແຕກຕ່າງກັນເຊັ່ນ: ນ້ຳຝົນມີ pH = 5,5-6,0 , ນ້ຳປະປາມີ PH=6,5-8,0, ນ້ຳທະເລມີ pH=7,8-8,2. ໂດຍທົ່ວໄປນ້ຳຝົນມີຄວາມເປັນອາຊິດພຽງເລັກນ້ອຍຄື pH = 5,5-6,0 ແຕ່ຖ້າໃນເຂດທີ່ມີໂຮງງານອຸດສາຫະກຳນ້ຳຝົນອາດມີ pH ຕໍ່າເນື່ອງຈາກໃນອາກາດມີກາສ CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> ເມື່ອຝົນຕົກລົງມາກາສເຫຼົ່ານີ້ເກີດປະຕິກິລິຍາກັບນ້ຳຝົນດັ່ງນີ້:



ນ້ຳຝົນຈຶ່ງມີສະພາບເປັນອາຊິດ ແລະ ມີ pH ຕໍ່າ ກວ່າ 7 ແລ້ວເຮັດສິ່ງບູກສ້າງຫຼືອາຄານບ້ານເຮືອນເສຍຫາຍເນື່ອງຈາກອາຊິດປະຕິກິລິຍາກັບໂລຫະ, ກໍໃຫ້ເກີດການກັດທັງແລະເກີດຂີ້ໝູງໂດຍສະເພາະສິ່ງບູກສ້າງທີ່ເປັນຫີນປູນກໍໃຫ້ເກີດກັດທັງ.

ນອກຈາກນີ້ຄວາມເປັນອາຊິດ-ບາເຊີຍັງມີຄວາມສຳຄັນໃນທາງດ້ານກະສິກຳເນື່ອງຈາກມີຜົນຕໍ່ການລະລາຍຂອງເກືອແຮ່ໃນດິນເຮັດໃຫ້ມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດ-ບາເຊີເກີດຂຶ້ນໃນດິນອັນເຮັດໃຫ້ພືດຫຼາຍຊະນິດຈະເລີນເຕີບໂຕໄດ້ດີເຊັ່ນ: ເຂົ້າ, ດອກໄມ້ບາງຊະນິດຈະມີສີປ່ຽນ

ແປງໄປຕາມ pH ຂອງດິນທີ່ໃຊ້ປູກດັ່ງນັ້ນການປູກພືດເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຜົນດີຈຳເປັນຕ້ອງປັບສະພາບຄວາມເປັນອາຊິດ-ບາເຊີໃຫ້ເໝາະສົມກັບພືດທີ່ປູກ.

### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ທາດລະລາຍ KOH ເຂັ້ມຊັ້ນ  $0,05\text{mol/dm}^3$  ຈະມີ pH ເທົ່າໃດ ( $\log 2=0,3010$ )

ກ. pH= 11,5                      ຂ. pH= 10,5

ຄ. pH= 1,27                      ງ. pH= 12,7

2. ທາດລະລາຍອາຊິດ HX ເຂັ້ມຊັ້ນ  $0,1\text{mol/dm}^3$  ແຕກຕົວເປັນອີອົງ 3% ຈະມີ pH ເທົ່າໃດ ( $\log 3=0,4771$ )

ກ. pH= 0,35                      ຂ. pH= 3,5

ຄ. pH= 1,5                      ງ. pH= 4,7

3. ທາດລະລາຍ NaOH ມີ pH = 9 ມີຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນເທົ່າໃດ?

ກ.  $1,0 \times 10^{-5}\text{mol/dm}^3$                       ຂ.  $1,5 \times 10^{-5}\text{mol/dm}^3$

ຄ.  $1,0 \times 10^{-3}\text{mol/dm}^3$                       ງ.  $0,1 \times 10^{-5}\text{mol/dm}^3$

4. ຖ້ານຳທາດລະລາຍ NaOH ເຂັ້ມຊັ້ນ  $0,1\text{mol/dm}^3$  ຈຳນວນ  $10\text{ cm}^3$  ແລ້ວຕື່ມນ້ຳຈົນມີບໍລິມາດ  $500\text{cm}^3$  ທາດລະລາຍນີ້ມີຄວາມເຂັ້ມຊັ້ນຂອງ  $(\text{OH}^-)$  ແລະ ຄ່າ pH ເທົ່າໃດ ( $\log 5=0,6990$ )

ກ.  $0,002\text{ mol/L}$  ແລະ pH= 11,30                      ຂ.  $0,002\text{ mol/L}$  ແລະ pH= 12,30

ຄ.  $0,2\text{ mol/L}$  ແລະ pH= 10,30                      ງ.  $0,02\text{ mol/L}$  ແລະ pH= 11,30

## ບົດທີ 18 ປະຕິກິລິຍາຂອງອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ

### 1. ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງອາຊິດແລະບາເຊີ

ເມື່ອນໍາທາດລະລາຍອາຊິດ ແລະ ທາດລະລາຍບາເຊີມາປະສົມກັນຈະເກີດການປ່ຽນແປງດັ່ງກົດຈະກຳລຸ່ມນີ້:

**ກົດຈະກຳ 1 ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງອາຊິດຊຸນຟູຣິກກັບຮີດຣົກຊິດບາຮີອອມ**

1. ໃສ່ທາດລະລາຍ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 mol/dm<sup>3</sup> ປະມານ 10cm<sup>3</sup> ລົງໃນຫຼອດທົດລອງຂະໜາດກາງແລ້ວທົດສອບການຊັກນໍາໄຟຟ້າຂອງທາດລະລາຍ.

2. ໃສ່ທາດລະລາຍ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  0,1mol/dm<sup>3</sup> ປະມານ 20cm<sup>3</sup> ລົງໃນຈອກບົກເກີຂະໜາດ 50cm<sup>3</sup> ແລ້ວທົດສອບການຊັກນໍາໄຟຟ້າຂອງທາດລະລາຍໂດຍຕິດຕັ້ງເຄື່ອງທົດສອບໄຟຟ້າໄວ້ກັບບ່ອນ.

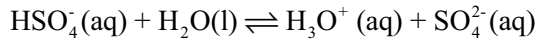
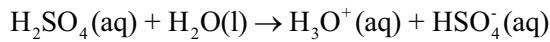
3. ໃຊ້ຫຼອດຢອດດູດທາດລະລາຍ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 mol/dm<sup>3</sup> ແລ້ວຢອດລົງໃນທາດລະລາຍ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ໃນຂໍ້ 2 ເທື່ອລະຢອດຄືນໃຫ້ທົ່ວພ້ອມກັບນັບຈຳນວນຢອດສັງເກດການປ່ຽນແປງຂອງທາດລະລາຍແລະຄວາມຮຸ່ງຂອງດອກໄຟໃນຂະນະທີ່ຢອດທາດລະລາຍອາຊິດລົງໄປເລື້ອງຈົນກະທັ້ງຄວາມຮຸ່ງຂອງດອກໄຟຄົງທີ່.

ຕາຕະລາງບັນທຶກຜົນ

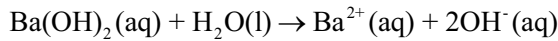
ຈຳນວນຢອດຂອງທາດລະລາຍ $\text{H}_2\text{SO}_4$	ການປ່ຽນແປງ	
	ຄວາມຮຸ່ງຂອງດອກໄຟ	ການປ່ຽນແປງອື່ນ

- ທາດລະລາຍອາຊິດຊຸນຟູຣິກແລະທາດລະລາຍບາຮີອອມຮີດຣົກຊິດຊັກນໍາໄຟຟ້າໄດ້ ຍ້ອນວ່າ:

ເມື່ອອາຊິດຊຸນພູຣິກລະລາຍໃນນ້ຳຈະເກີດການປ່ຽນແປງດັ່ງນີ້:

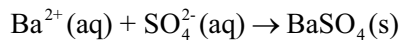


ເມື່ອບາຣີອອມຣີດຣິກຊິດລະລາຍໃນນ້ຳຈະເກີດການປ່ຽນແປງດັ່ງນີ້:

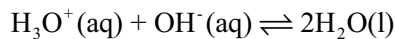


ເຫັນວ່າໃນທາດລະລາຍທັງສອງຕ່າງກໍມີອີອົງຢູ່ພໍທີ່ຈະເຮັດໃຫ້ທາດລະລາຍຊັກນ້ຳໄຟຟ້າໄດ້.

ເມື່ອຢອດທາດລະລາຍອາຊິດຊຸນພູຣິກລົງໃນທາດລະລາຍບາຣີອອມຣີດຣິກຊິດຈະມີພິກສີຂາວເກີດຂຶ້ນສະແດງວ່າທາດທີ່ເກີດຂຶ້ນບໍ່ລະລາຍໃນນ້ຳທາດທີ່ເກີດຂຶ້ນແມ່ນຊຸນຟັດບາຣີອອມດັ່ງສົມຜົນ.



ໃນຂະນະດຽວກັນອີອົງຮີໂດຣນີອອມຈະລວມຕົວກັບອີອົງຮີດຣິກຊິລປະກອບເປັນໂມເລກຸລຂອງນ້ຳດັ່ງສົມຜົນ:



ເນື່ອງຈາກວ່າອີອົງທຸກຊະນິດໃນທາດລະລາຍມີປະລິມານຫຼຸດລົງທາດລະລາຍຈຶ່ງຊັກນ້ຳໄຟຟ້າໄດ້ໜ້ອຍລົງ. ໃນຂະນະທາດລະລາຍອາຊິດຊຸນພູຣິກແລະທາດລະລາຍບາຣີອອມຮີດຣິກຊິດເກີດປະຕິກິລິຍານຳກັນພໍດີນັ້ນຈຸດນີ້ເປັນຈຸດທີ່ດອກໄຟຟ້າບໍ່ຮຸ່ງ.

ເມື່ອຕື່ມທາດລະລາຍອາຊິດຊຸນພູຣິກລົງໄປອີກປານີດວ່າດອກໄຟຟ້າຮຸ່ງຄືນອີກນັ້ນສະແດງວ່າທາດລະລາຍມີອີອົງເພີ່ມຂຶ້ນເຊິ່ງແມ່ນອີອົງມາຈາກການແຕກຕົວຂອງອາຊິດຊຸນພູຣິກທີ່ຕື່ມລົງໄປນັ້ນເອງ. ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງອີອົງຮີໂດຣນີອອມຈາກອາຊິດແລະ ອີອົງຮີດຣິກຊິດຈາກບາເຊີປະກອບເປັນນ້ຳເອີ້ນວ່າປະຕິກິລິຍາຈາວ.

## 2. ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງອາຊິດຫຼືບາເຊີກັບທາດບາງຊະນິດ

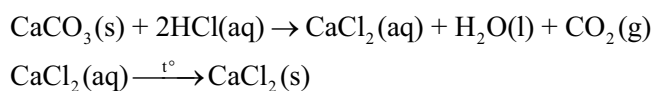
**ຕອນ 1** ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງ HCl ກັບ CaCO<sub>3</sub>

1. ນໍ້າ CaCO<sub>3</sub> ປະມານ 5g ໃສ່ລົງຫຼອດທົດລອງຂະໜາດກາງ.
2. ຕົ້ມທາດລະລາຍອາຊິດ HCl 1,0mol/dm<sup>3</sup> 5cm<sup>3</sup> ປົດດ້ວຍດອນຢາງທີ່ມີຫຼອດສົ່ງກາສສຽບຢູ່ລົງໃສ່ນໍ້າປຸນໃສ່ສັງເກດການປ່ຽນແປງ.
3. ເມື່ອສິ້ນສຸດປະຕິກິລິຍານໍ້າທາດລະລາຍຈາກຫຼອດທົດລອງໃນຂັ້ນ 2 ໃສ່ລົງໃນຖ້ວຍກະເບື້ອງລະເທີຍໃຫ້ແຫ້ງບັນທຶກຜົນ.

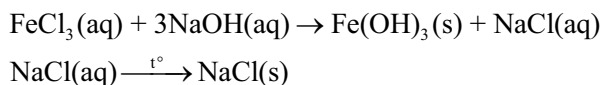
**ຕອນທີ 2** ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງ NaOH ກັບ FeCl<sub>3</sub>

1. ໃສ່ທາດລະລາຍ NaOH 1,0 mol/dm<sup>3</sup> 3cm<sup>3</sup> ລົງໃນຫຼອດທົດລອງຂະໜາດກາງ.
2. ຕົ້ມທາດລະລາຍອາຊິດ FeCl<sub>3</sub> 1,0mol/dm<sup>3</sup> 3cm<sup>3</sup> ລົງໃນທາດລະລາຍຂັ້ນ 1 ສິ້ນແລ້ວສັງເກດປ່ຽນແປງແລະບັນທຶກຜົນ
3. ຕອງທາດໃນຂັ້ນ 2 ແລ້ວນໍ້າທາດແຫຼວທີ່ຕ່ອງໄດ້ໄປລະເທີຍໃນຖ້ວຍກະເບື້ອງບັນທຶກຜົນ.
  - ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນທັງສອງຂັ້ນຕອນ
  - ຈາກການທົດລອງທັງສອງຕອນມີຜະລິດຕະພັນເກີດຂຶ້ນປະເພດເກືອຫຼືບໍ່ໄດ້ແກ່ທາດໃດແລະລະລາຍໃນນໍ້າໄດ້ຫຼືບໍ່?

ການທົດລອງຕອນທີ 1 ເມື່ອປະສົມທາດລະລາຍອາຊິດ HCl ກັບ CaCO<sub>3</sub> ໄດ້ຟອງກາສເກີດຂຶ້ນເຊິ່ງທົດສອບໄດ້ວ່າເປັນກາສ CO<sub>2</sub> ເມື່ອນໍ້າສ່ວນທີ່ເປັນຂອງແຫຼວໃນຫຼອດທົດລອງລະເທີຍແຫ້ງຈະໄດ້ທາດແຂງສີຂາວນັ້ນແມ່ນ CaCl<sub>2</sub> ດັ່ງສົມຜົນ:



ການທົດລອງທີ່ 2 ເມື່ອປະສົມທາດລະລາຍ NaOH ກັບ FeCl<sub>3</sub> ຈະໄດ້ພິກສີນ້ຳຕານມີລັກສະນະຄ້າຍວັນນັນແມ່ນ Fe(OH)<sub>3</sub> ເມື່ອນຳສ່ວນທີ່ເປັນຂອງແຫຼວໃນຫຼອດທົດລອງລະເບີຍແຫ້ງຈະໄດ້ທາດແຂງສີຂາວນັ້ນແມ່ນ NaCl ດັ່ງສົມຜົນ:



ສະຫຼຸບໄດ້ວ່າການທົດລອງທັງສອງຕອນໄດ້ຜະລິດຕະພັນທີ່ເປັນເກືອລະລາຍໃນນ້ຳ.

### 3. ປະຕິກິລິຍາຂອງຮີໂດຣລິເຊີ.

ທາດປະສົມຂອງເກືອເຮັດໃຫ້ຮູ້ວ່າເກືອທີ່ລະລາຍໃນນ້ຳຈະໄດ້ທາດລະລາຍມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດ, ບາເຊີຫຼືເປັນກາງເຫດໃດຈຶ່ງເປັນແນວນັ້ນ ຕ້ອງສຶກສາການທົດລອງຕໍ່ໄປນີ້:

**ກົດຈະກຳ 2** ການວັດ pH ຂອງທາດລະລາຍເກືອໂດຍໃຊ້ທາດຢາມສີຢູນິເວີຊອລ (Universal Indicator)

1. ໃສ່ທາດລະລາຍ NaCl, NH<sub>4</sub> Cl ແລະ CH<sub>3</sub>COONa 0,1mol/dm<sup>3</sup> ຊະນິດລະ 3 cm<sup>3</sup> ລົງໃນຫຼອດທົດລອງຂະໜາດນ້ອຍຫຼອດລະຊະນິດ.

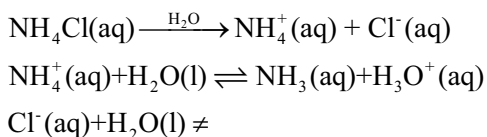
2. ຢອດທາດຢາມສີຢູນິເວີຊອລລົງໄປຫຼອດລະ 3 ຢອດສັນສັງເກດສີຂອງທາດລະລາຍແລ້ວປຸງບທຽບກັບສີຂອງທາດຢາມສີຢູນິເວີຊອລໃນທາດລະລາຍທີ່ມີ pH ຕ່າງໆເພື່ອກວດວ່າທາດລະລາຍທີ່ທົດສອບມີ pH ປະມານເທົ່າໃດ

- ທາດລະລາຍຂອງເກືອຊະນິດໃດມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດ, ເປັນບາເຊີແລະເປັນກາງເພາະເຫດໃດ

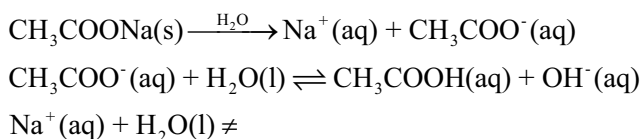
ເມື່ອນຳເອົາເກືອທັງສາມຊະນິດມາລະລາຍໃນນ້ຳແລ້ວວັດແທກ pH ຂອງທາດລະລາຍດ້ວຍທາດຢາມສີຢູນິເວີຊອລເຫັນວ່າທາດລະລາຍເກືອ NaCl ມີ pH ປະມານ 7, ເກືອ NH<sub>4</sub>Cl ມີ pH ຕໍ່າກວ່າ 7 ແລະ ເກືອ CH<sub>3</sub>COONa ມີ pH ສູງກວ່າ 7.

ເກືອທັງສາມຊະນິດມີຄ່າ pH ທີ່ແຕກຕ່າງກັນສາມາດອະທິບາຍດັ່ງນີ້: NaCl ລະລາຍໃນນ້ຳແຕກຕົວເປັນ (Na<sup>+</sup>) ແລະ (Cl<sup>-</sup>) ແຕ່ (Na<sup>+</sup>) ແລະ (Cl<sup>-</sup>) ເປັນອີອົງທີ່ມາຈາກອາຊິດແຮງແລະ

ບາເຊີແຮງອີອົງທັງສອງບໍ່ເກີດປະຕິກິລິຍາກັບນ້ຳ  $H_2O$  ສະນັ້ນທາດລະລາຍຈຶ່ງຍັງມີປະລິມານ  $(H_3O^+)$  ແລະ  $(OH^-)$  ທີ່ມາຈາກການແຕກຕົວຂອງນ້ຳເທົ່ານັ້ນທາດລະລາຍ  $NaCl$  ຈຶ່ງເປັນກາງ.  $NH_4Cl$  ລະລາຍໃນນ້ຳແຕກຕົວເປັນ  $(NH_4^+)$  ແລະ  $(Cl^-)$  ໂດຍທີ່  $(Cl^-)$  ເປັນອີອົງທີ່ມາຈາກອາຊິດແຮງແລະບໍ່ເກີດປະຕິກິລິຍາກັບນ້ຳແຕ່  $(NH_4^+)$  ເປັນອີອົງມາຈາກບາເຊີອ່ອນແລະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບນ້ຳໄດ້  $(H_3O^+)$  ສະນັ້ນໃນທາດລະລາຍຈຶ່ງມີ  $(H_3O^+)$  ຫຼາຍກວ່າ  $(OH^-)$  ເຊິ່ງເປັນຜົນໃຫ້ມີ pH ຕ່ຳກວ່າ 7 ທາດລະລາຍຈຶ່ງມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດ ດັ່ງສົມຜົນ



$CH_3COONa$  ລະລາຍນ້ຳຈະແຕກຕົວເປັນ  $(Na^+)$  ແລະ  $(CH_3COO^-)$  ເນື່ອງຈາກ  $(Na^+)$  ເປັນອີອົງມາຈາກບາເຊີແຮງແລະບໍ່ເກີດປະຕິກິລິຍາກັບນ້ຳແຕ່  $(CH_3COO^-)$  ເປັນອີອົງມາຈາກອາຊິດອ່ອນແລະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບນ້ຳໄດ້  $(OH^-)$  ທາດລະລາຍຈຶ່ງມີລັກສະນະເປັນບາເຊີ ດັ່ງສົມຜົນ



ປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຈາກອີອົງບວກແລະອີອົງລົບຂອງເກືອກັບນ້ຳໄດ້ຜະລິດຕະພັນເປັນ  $(H_3O^+)$  ຫຼື  $(OH^-)$  ໃນທາດລະລາຍເອີ້ນວ່າປະຕິກິລິຍາຮີໂດຣລິເຊີຂອງເກືອສະນັ້ນຈາກການທົດລອງສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ  $NH_4Cl$  ເກີດປະຕິກິລິຍາຮີໂດຣລິເຊີສ່ວນ  $NaCl$  ບໍ່ເກີດປະຕິກິລິຍາຮີໂດຣລິເຊີ.



#### 4. ການຕິຕຣາອາຊິດ-ບາເຊີ.

ການຕິຕຣາອາຊິດ-ບາເຊີແມ່ນຂະບວນການວິເຄາະທາປະລິມານຂອງອາຊິດ ແລະ ບາເຊີໂດຍໃຫ້ການປະຕິກິລິຍາພໍດີກັບທາດລະລາຍມາດຖານຂອງອາຊິດຫຼືບາເຊີທີ່ຮູ້ຄວາມເຂັ້ມຊັນແນ່ນອນ ສ່ວນທາດລະລາຍອາຊິດ ແລະ ບາເຊີອີກຊະນິດທີ່ບໍ່ຮູ້ຄວາມເຂັ້ມຊັນ ແລະ ວັດບໍລິມາດຂອງທາດລະລາຍທັງສອງທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາພໍດີ, ການຊອກຫາປະລິມານຂອງທາດໂດຍວິທີນີ້ເອີ້ນວ່າການຕິຕຣາແລະຈຸດທີ່ຕິຕຣາອາຊິດບາເຊີກັນຈົນທາດຢາມສີປ່ຽນສີຫຼືດອກໄຟບໍ່ຮຸ່ງເອີ້ນວ່າຈຸດຢຸດຕິຂອງການຕິຕຣາ.

ການຊອກຫາຈຸດຢຸດຕິຂອງການຕິຕຣາມີຢູ່ 2 ວິທີຄື: ໃຊ້ການປ່ຽນສີຂອງທາດຢາມສີ (Indicator) ແລະ ໃຊ້ການຊັກນໍ້າໄຟຟ້າຂອງທາດລະລາຍ.

ການຊອກຫາຈຸດຢຸດຕິຂອງການຕິຕຣາອາຊິດບາເຊີໂດຍໃຊ້ການຊັກນໍ້າໄຟຟ້າຂອງທາດລະລາຍເຊັ່ນ: ຢອດທາດລະລາຍອາຊິດ  $H_2SO_4$  ລົງໃນທາດລະລາຍ  $Ba(OH)_2$  ເຫັນວ່າການຊັກນໍ້າໄຟຟ້າຂອງທາດລະລາຍຄ່ອຍໆຫຼຸດລົງ (ຄວາມຮຸ່ງຂອງດອກໄຟຫຼຸດລົງ) ເພາະວ່າ  $(H_3O^+)$  ຈາກ  $H_2SO_4(aq)$  ເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ  $(OH^-)$  ໃນ  $Ba(OH)_2$  ໄດ້ນໍ້າ ແລະ  $(SO_4^{2-})$  ຈາກ  $H_2SO_4(aq)$  ເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ  $Ba^{2+}$  ໃນ  $Ba(OH)_2(aq)$  ເກີດພິກສີຂາວນັ້ນແມ່ນ  $BaSO_4$  ເປັນຜົນເຮັດໃຫ້ອີງໃນທາດລະລາຍຫຼຸດລົງຈົນເຖິງຈຸດທີ່ທາດລະລາຍຊັກນໍ້າໄຟຟ້ານ້ອຍທີ່ສຸດ (ດອກໄຟຟ້າບໍ່ຮຸ່ງ) ເຊິ່ງເປັນທາດລະລາຍ  $H_2SO_4$  ເກີດປະຕິກິລິຍາພໍດີກັບທາດລະລາຍ  $Ba(OH)_2$  ພໍດີແຕ່ຖ້າຕື່ມທາດລະລາຍ  $H_2SO_4(aq)$  ຕໍ່ໄປການຊັກນໍ້າໄຟຟ້າຈະຄ່ອຍໆເພີ່ມຂຶ້ນ (ດອກໄຟຮຸ່ງແຈ້ງ).

ການຊອກຫາຈຸດຢຸດຕິຂອງການຕິຕຣາອາຊິດບາເຊີໂດຍໃຊ້ທາດຢາມສີຂອງທາດລະລາຍອາຊິດບາເຊີແມ່ນນິຍົມໃສ່ທາດລະລາຍມາດຖານທີ່ຮູ້ຄວາມເຂັ້ມຊັນແນ່ນອນໄວ້ໃນບົວເຣດສ່ວນທາດລະລາຍທີ່ຈະຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຊັນໃສ່ໃນແກ້ວກິນພຽງ(ກວດຮູບຊົມພູ) ໂດຍວັດແທກບໍລິມາດໃຫ້ແນ່ນອນກ່ອນຢອດທາດຢາມສີລົງໃນທາດລະລາຍໃນແກ້ວກິນ ພຽງຈາກນັ້ນກໍນໍາໄປຕິຕຣາກັບທາດລະລາຍມາດຖານໃນບົວເຣດຈົນເຖິງຈຸດຢຸດຕິກໍຄືຈຸດທີ່ທາດຢາມສີປ່ຽນສີແລ້ວອ່ານຄ່າບໍລິມາດຂອງທາດລະລາຍມາດຖານທີ່ໃຊ້ເພື່ອນໍາຊອກ ຫາຄວາມຄວາມ

ເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍທີ່ຕ້ອງການ. ແຕ່ສິ່ງສໍາຄັນໃນການເລືອກທາດຢາມສີຕ້ອງເລືອກທາດຢາມສີທີ່ມີຊ່ວງ pH ຂອງທາດປຸງນສີໃກ້ຄຽງກັບ pH ຂອງທາດລະລາຍຜະລິດຕະພັນ.

ຕົວຢ່າງ: ບາງຕົວເລືອກທາດຢາມສີໃຫ້ເໝາະສົມກັບຊ່ວງຂອງ pH ຂອງຜະລິດຕະພັນ

ຕິຕຣາອາຊິດບາເຊີ	pH ຂອງທາດລະລາຍຂອງຜະລິດຕະພັນ	ຊ່ວງ pH ເລືອກທາດຢາມສີ	ທາດຢາມສີທີ່ເລືອກໃນການຕິຕຣາ
ອາຊິດແຮງກັບບາເຊີແຮງ	pH=7	pH =3-11	-ເມຕິລອໍເຣນ (ຊ່ວງ pH =3,1-4,4) -ໂບຣມໂມຕິມອລບຣູ (ຊ່ວງ pH=6,0-7,6) -ເຟໂນລຟຕາເລອິນ (ຊ່ວງ pH=8,3-10,0)
ອາຊິດອ່ອນກັບບາເຊີແຮງ	pH>7	pH=7-11	ເຟໂນລຟຕາເລອິນ (ຊ່ວງ pH=8,3-10,0)
ອາຊິດແຮງກັບບາເຊີອ່ອນ	pH<7	pH=3-7	ມີຕິລອໍເຣນ (ຊ່ວງ pH =3,1-4,4)
ອາຊິດອ່ອນກັບບາເຊີອ່ອນ	ບໍ່ສາມາດບອກ, ຕ້ອງຂຶ້ນກັບອາຊິດກັບບາເຊີ	ໃນກໍລະນີອາຊິດອ່ອນກັບບາເຊີອ່ອນຈະມີການປ່ຽນຄ່າ pH ຫຼາຍເນື່ອງຈາກວ່າອາຊິດອ່ອນແລະບາເຊີອ່ອນເກີດປະຕິກິລິຍາມີນ້ອຍສະນັ້ນການໃຊ້ທາດຢາມສີທີ່ມີການປ່ຽນສີທີ່ຈຸດຢຸດຕິອາດສົ່ງເກດຈຸດຢຸດຕິຜິດພາດຫຼືອາດບໍ່ສາມາດສັງເກດຢຸດຕິໄດ້ຕ້ອງໃຊ້ຄວາມລະມັດລະວັງເປັນພິເສດ.	

### ການຕິຕຣາລະຫວ່າງອາຊິດແລະບາເຊີ

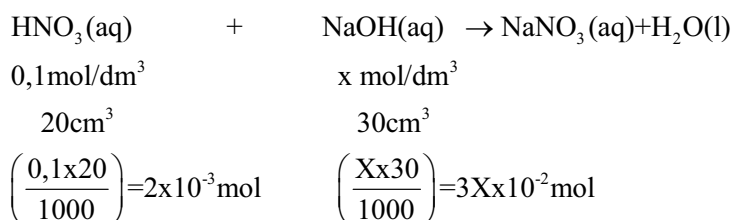
- 1) ບັນຈຸທາດລະລາຍ NaOH ທີ່ຮູ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນແນ່ນອນແລ້ວໃສ່ໃນບົວເຣດໃຫ້ເຖິງລະດັບທີ່ແນ່ນອນ ບັນທຶກຂີດລວງສູງຂອງທາດລະລາຍ NaOH.
- 2) ນໍາທາດລະລາຍ (HCl) ທີ່ບໍ່ຮູ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນ ໃສ່ກວດຮູບຈວຍຂະໜາດ 200 cm<sup>3</sup> ແລ້ວຢອດເຟໂນລຟຕາເລອິນລົງ 2-3 ຢອດ.

- 3) ຄ່ອຍໆຢອດທາດລະລາຍ NaOH ຈາກບົວເຣດລົງໃສ່ທາດລະລາຍ HCl ທີ່ຢູ່ໃນກວດ  
ຮູບຈວຍເທື່ອລະຢອດພ້ອມທັງສັນກວດໃຫ້ລະລາຍປະສົມກັນຈົນກວ່າທາດລະລາຍ  
ໃນກວດຮູບຈວຍປ່ຽນເປັນສີຊົມພູ ສະແດງວ່າເຖິງຈຸດຍຸດຕິແລ້ວບັນທຶກບໍລິມາດຂອງ  
NaOH .
- 4) ທົດລອງຊ້ຳອີກ 2 ຄັ້ງບັນທຶກຜົນ
- 5) ຊອກຫາປະລິມານສະເລ່ຍຂອງທາດລະລາຍ NaOH ທີ່ໃຊ້ໄປໃນການປະຕິກິລິຍາກັບ  
ທາດລະລາຍ HCl ແລ້ວຄຳນວນຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ HCl ຈາກສູດ  $C_a V_a = C_b V_b$  .
- ຈຸດຢຸດຕິຂອງການຕິຕຣາທາດລະລາຍ HCl ກັບທາດລະລາຍ NaOH ຄວນຈະເປັນ  
ປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງອາຊິດແກ່ກັບບາເຊີແກ່ຈະໄດ້ເກືອຈາວ ເຊິ່ງຈະມີ  $\text{pH} \approx 7$

## 5. ການຄິດໄລ່ຈາກການຕິຕຣາອາຊິດ-ບາເຊີ.

1. ຊອກຫາໂດຍການນຳໃຊ້ໂມລຂອງອາຊິດບາເຊີທີ່ສຳພັນກັບສົມຜົນປະຕິກິລິຍາ.
  2. ຊອກຫາໂດຍການນຳໃຊ້ສູດ  $aC_a V_a = bC_b V_b$   
 $C_a, C_b$  ແທນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍອາຊິດ ແລະ ບາເຊີຕາມລຳດັບ  
( $\text{mol/dm}^3$ )  
 $V_a, V_b$  ແທນຄວາມບໍລິມາດຂອງທາດລະລາຍອາຊິດ ແລະ ບາເຊີຕາມລຳດັບ (ໃຊ້ຫົວ  
ໜ່ວຍ mL)
- a ແທນຈຳນວນ  $\text{H}^+$  ທີ່ແຕກຕົວຈາກອາຊິດເຊັ່ນ: HCl  $a=1$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $a=1$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $a=2$ .  
b ແທນຈຳນວນ  $\text{OH}^-$  ທີ່ແຕກຕົວຈາກບາເຊີເຊັ່ນ: NaOH  $b=1$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$   $b=2$ .
- ຕົວຢ່າງ1:** ທາດລະລາຍ  $\text{HNO}_3$   $0,1\text{mol/dm}^3$  ຈຳນວນ  $20\text{cm}^3$  ຕິຕຣາພໍດີກັນກັບທາດ  
ລະລາຍ NaOH ຈຳນວນ  $30\text{cm}^3$  ຈຶ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍ NaOH

### ວິທີແກ້ 1 ຊອກຫາຈາກສົມຜົນເຄມີ



ຈາກສົມຜົນ

$$\frac{\text{NaOH mol}}{\text{HNO}_3 \text{ mol}} = \frac{1}{1}$$
$$\frac{3X \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = 1$$
$$X = \frac{2}{3} \times \frac{10^{-3}}{10^{-2}} = 6,67 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ NaOH  $6,67 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

**ວິທີແກ້ 2**

ຊອກຫາຈາກສູດ  $aC_1V_1 = bC_2V_2$

ແທນຄ່າ:  $1 \times 0,1 \text{ mol/dm}^3 \times 20 \text{ cm}^3 = 1 \times C_2 \times 30 \text{ cm}^3$

$$C_2 = \frac{2}{3} \times 10^{-1} = 6,67 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ NaOH  $6,67 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

**ການຕິຕຣາອາຊິດບາເຊີບໝໍ້ດີໝາຍຄວາມວ່າຫຼັກການຕິຕຣາມີອາຊິດ ຫຼື ບາເຊີເຫຼືອ**

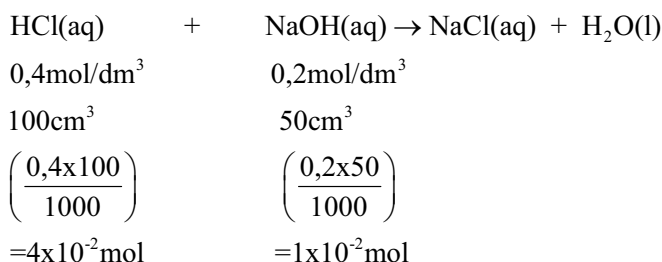
ວິທີການຊອກຫາແມ່ນຂຽນສົມຜົນຂອງປະຕິກິລິຍາເຄມີພ້ອມຊັ່ງຊາແລ້ວຊອກຫາຈຳນວນໂມລຂອງອາຊິດ ແລະ ບາເຊີຈາກນັ້ນພິຈາລະນາວ່າອາຊິດ ຫຼື ບາເຊີໃດຖືກນຳໃຊ້ໝົດກໍໃຫ້ທາດນັ້ນເປັນຫຼັກໃນການຊອກຫາສິ່ງທີ່ຕ້ອງການ.

**ຕົວຢ່າງ 2:** ທາດລະລາຍ HCl  $0,4 \text{ mol/dm}^3$  ຈຳນວນ  $100 \text{ cm}^3$  ປະຕິກິລິຍາກັບ NaOH  $0,2 \text{ mol/dm}^3$  ຈຳນວນ  $50 \text{ cm}^3$  ຈົ່ງຊອກຫາ pH ຂອງທາດລະລາຍປະສົມແລະບອກພ້ອມວ່າທາດລະລາຍນີ້ມີລັກສະນະເປັນແນວໃດ?

**ວິທີແກ້**

ຊອກຫາຈຳນວນໂມລຂອງທາດລະລາຍທັງສອງເພື່ອຮູ້ວ່າທາດໃດເຫຼືອ

ສົມຜົນ



ຈາກການວິເຄາະເຫັນວ່າ NaOH ໃຊ້ໝົດ ແລະ HCl ເຫຼືອ  $4 \times 10^{-2} \text{ mol} - 1 \times 10^{-2} \text{ mol} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol}$  ແລະທາດລະລາຍປະສົມມີປະລິມານ  $100 \text{ cm}^3 + 50 \text{ cm}^3 = 150 \text{ cm}^3$  ມີ HCl ເຫຼືອ  $3 \times 10^{-2} \text{ mol}$ . ສະນັ້ນ, ທາດປະສົມມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນດັ່ງນີ້:

$$\text{HCl} = \frac{(3 \times 10^{-2}) \text{ mol} \times 1000 \text{ cm}^3 / \text{dm}^3}{150 \text{ cm}^3}$$

$$\text{HCl} = 0,2 \text{ mol/dm}^3$$

ສະນັ້ນ, HCl ເປັນອາຊິດແຮງແຕກຕົວໄດ້ 100% ຈຶ່ງໃຫ້  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,2 \text{ mol/dm}^3$

$$\text{ສູດ } \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{ແທນຄ່າໄດ້ } \text{pH} = -\log(0,2)$$

$$\text{pH} = -\log 2 \times 10^{-1} = 0,699$$

ສະແດງວ່າທາດລະລາຍມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດ

## ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

- ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງອາຊິດແລະບາເຊີ
 

ກ. HCl ກັບ $\text{Ca}(\text{OH})_2$	ຂ. $\text{H}_2\text{CO}_3$ ກັບ KOH
ຄ. HCl ກັບ $\text{Ba}(\text{OH})_2$	ງ. $\text{HNO}_3$ ກັບ NaOH
- ທາດປະສົມຂອງເກືອຕໍ່ໄປນີ້ເກີດຈາກອາຊິດແລະບາເຊີຊະນິດໃດ?
 

ກ. KBr	ຂ. $\text{NaNO}_3$
ຄ. $\text{MgSO}_4$	ງ. $\text{K}_2\text{CO}_3$
ຈ. $\text{NaHSO}_4$	ສ. $\text{CH}_3\text{COONa}$
ຊ. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$	ດ. $\text{CaCO}_3$

3. ເມື່ອເກືອຕໍ່ໄປນີ້ລະລາຍໃນນໍ້າທາດລະລາຍທີ່ໄດ້ຈະມີຄຸນລັກສະນະເປັນອາຊິດ, ເປັນບາເຊີ ຫຼື ເປັນກາງ

ກ.  $\text{NaHCO}_3$

ຂ.  $\text{K}_2\text{S}$

ຄ.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

ງ.  $\text{K}_2\text{CO}_3$

ຈ.  $\text{NaI}$

ສ.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

4. ອີງໃດໃນທາດປະສົມຂອງເກືອຕໍ່ໄປນີ້ສາມາດເກີດປະຕິກິລິຍາຮີໂດຣລິດເຊິ່ງໄດ້

ກ.  $\text{KCN}$

ຂ.  $\text{CH}_3\text{COOLi}$

ຄ.  $\text{NaClO}_4$

ງ.  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

ຈ.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

ສ.  $\text{KNO}_3$

5. ທາດລະລາຍ  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $0,1\text{mol/dm}^3$  ຈຳນວນ  $25\text{cm}^3$  ເກີດປະຕິກິລິຍາພໍດີກັບ  
ທາດລະລາຍ  $\text{NaOH}$  ຈຳນວນ  $18\text{cm}^3$  ຈຶ່ງຊອກຫາຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍ  $\text{NaOH}$

6. ການຕິຕຣາຂອງທາດລະລາຍ  $\text{HCl}$   $0,1\text{mol/dm}^3$  ຈຳນວນ  $50\text{cm}^3$  ກັບທາດລະລາຍ  
 $\text{NaOH}$   $0,1\text{mol/dm}^3$  ເມື່ອຕື່ມ  $\text{NaOH}$  ລົງໄປໄດ້  $45\text{cm}^3$  ຈຶ່ງຊອກຫາ  $\text{pH}$  ຂອງທາດລະລາຍຈະ  
ເປັນເທົ່າໃດ ( $\log 5,3=0,7243$ )

## ບົດທີ 19 ທາດລະລາຍບັບເພີ

### 1. ຄວາມໝາຍ ແລະ ລັກສະນະຂອງທາດລະລາຍບັບເພີ

ກົດຈະກຳ 1 ການປຸງ pH ຂອງທາດລະລາຍບາງຊະນິດ

ຕອນທີ່ 1

1. ໃຊ້ຫຼອດທົດລອງຂະໜາດກາງ 4 ຫຼອດແລ້ວໃສ່ທາດຫຼອດທີ່ 1 ແລະ 2 ໃສ່ນ້ຳກັ່ນຫຼອດລະ 4 cm<sup>3</sup> ສ່ວນຫຼອດທີ່ 3 ແລະ 4 ໃສ່ທາດລະລາຍປະສົມ CH<sub>3</sub>COOH 0,3mol/dm<sup>3</sup> ຈຳນວນ 2cm<sup>3</sup> ແລະ CH<sub>3</sub>COONa ຈຳນວນ 2 cm<sup>3</sup> ລົງທັງສອງຫຼອດ.

2. ຢອດທາດລະລາຍທາດຢາມສີຢູນີເວີຊອລລົງທຸກຫຼອດຫຼອດລະ 2-3 ຢອດສັງເກດສີຂອງທາດລະລາຍໃນແຕ່ລະຫຼອດ.

3. ຢອດທາດລະລາຍ NaOH 0,1mol/dm<sup>3</sup> 1 ຢອດລົງໃນຫຼອດທີ່ 1.

4. ຢອດທາດລະລາຍ HCl 0,1mol/dm<sup>3</sup> 1 ຢອດລົງໃນຫຼອດທີ່ 2.

5. ຢອດທາດລະລາຍ NaOH 0,1 mol/dm<sup>3</sup> 1 ຢອດລົງໃນຫຼອດທີ່ 3 ສັງເກດປຸງບາງສີກັບທາດລະລາຍໃນຂໍ້ 3 ບັນທຶກຜົນແລະຢອດຕໍ່ໄປຈົນກະທັ້ງສີຂອງທາດລະລາຍປ່ຽນໄປບັນທຶກຜົນ.

6. ຢອດທາດລະລາຍ HCl 0,1mol/dm<sup>3</sup> 1 ຢອດ ລົງໃນຫຼອດທີ່ 4 ສັງເກດສີປຸງບາງສີກັບທາດລະລາຍໃນຂໍ້ 4 ບັນທຶກຜົນແລະຢອດຕໍ່ໄປຈົນໄດ້ຈຳນວນຢອດເທົ່າກັບຂໍ້ 5 ບັນທຶກຜົນ.

7. ນຳນ້ຳໝາກພ້າວສົດ 8cm<sup>3</sup> ຕື່ມທາດຢາມສີຢູນີເວີຊອລ 2 ຢອດແລ້ວແບ່ງອອກ 2 ສ່ວນ, ສ່ວນທີ່ 1 ຕື່ມທາດລະລາຍ NaOH 0,1mol/dm<sup>3</sup> 1 ຢອດສັງເກດສີຂອງທາດລະລາຍທຸກກັບທາດລະລາຍໃນຂໍ້ 3 ບັນທຶກຜົນແລ້ວຢອດຕໍ່ໄປຈົນກະທັ້ງສີຂອງທາດລະລາຍປ່ຽນໄປບັນທຶກຜົນ. ສ່ວນທີ່ 2 ຕື່ມທາດລະລາຍ HCl 0,1mol/dm<sup>3</sup> 1 ຢອດສັງເກດສີຂອງທາດລະລາຍທຸກກັບທາດລະລາຍໃນຂໍ້ 4 ບັນທຶກຜົນແລ້ວຢອດຕໍ່ໄປຈົນກະທັ້ງສີຂອງທາດລະລາຍປ່ຽນໄປບັນທຶກຜົນ.

## ຕອນທີ 2

ໃຊ້ທາດຢາມສີເມຕິລໝາກກຽງແທນທາດຢາມສີຢູນິເວີຊອລ (ວິທີການທົດລອງຄືກັນກັບຕອນທີ 1 )

- ເມື່ອຕື່ມທາດລະລາຍ NaOH ຫຼື HC l ລົງໃນທາດຕົວຢ່າງທັງ 3 ຊະນິດ pH ຂອງທາດລະລາຍປ່ຽນແປງຫຼືບໍ່ຮູ້ໄດ້ແນວໃດ?

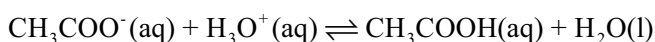
- ທາດລະລາຍປົນຂອງອາຊິດອາເຊຕິກກັບນາຕຣີອອມອາເຊຕັດມີຄຸນລັກສະນະແນວໃດ

- ເພາະເຫດໃດຈຶ່ງໃຊ້ທາດຢາມສີສອງຊະນິດໃນການທົດລອງນີ້

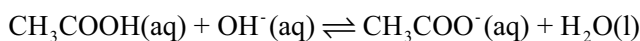
- ນໍ້າໝາກພ້າວສິດສາມາດຄວບຄຸມການປ່ຽນແປງ pH ໄດ້ດີພຽງໃດເມື່ອປຸງບທຽບກັບນໍ້າກັນແລະທາດລະລາຍປົນຂອງອາຊິດອາເຊຕິກກັບນາຕຣີອອມອາເຊຕັດ.

ອາຊິດອາເຊຕິກເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້ອ່ອນແຕກຕົວໄດ້ນ້ອຍໃນທາດລະລາຍຈຶ່ງມີໂມເລກຸລຂອງອາຊິດຢູ່ເປັນຈຳນວນຫຼາຍແລະມີ ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) ແລະ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ມີເລັກນ້ອຍ. ສ່ວນນາຕຣີອອມອາເຊຕັດເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແຮງແຕກຕົວໄດ້ດີໃນທາດລະລາຍຈຶ່ງມີ ( $\text{Na}^+$ ) ແລະ ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) ຢູ່ເປັນຈຳນວນຫຼາຍ.

ເມື່ອຕື່ມທາດລະລາຍ HCl ລົງໄປເລັກນ້ອຍ, ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ຈາກອາຊິດຈະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ດັ່ງສົມຜົນ



ແລະຕື່ມທາດລະລາຍ NaOH ລົງເລັກນ້ອຍ, ( $\text{OH}^-$ ) ຈາກບາເຊີເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ດັ່ງສົມຜົນ



ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ແລະ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ໃນທາດລະລາຍຈະປ່ຽນແປງໄປເລັກນ້ອຍເມື່ອປຸງບທຽບກັບຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນເດີມອັດຕາສ່ວນລະວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ແລະ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ຈຶ່ງມີຄ່າເກືອບຄົງທີ່ມີຜົນໃຫ້ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ເກືອບ



ຄົງທີ່ ຫຼືກ່າວໄດ້ວ່າ pH ຂອງທາດລະລາຍປ່ຽນແປງນ້ອຍຫຼາຍຈົນຖືວ່າມີຄ່າຄົງທີ່. ທາດລະລາຍທີ່ມີລັກສະນະແບບນີ້ເອີ້ນວ່າທາດລະລາຍບັບເຟີ.

ສະນັ້ນທາດລະລາຍບັບເຟີຄືທາດລະລາຍອາຊິດອ່ອນກັບຄູ່ບາເຊີຂອງມັນຫຼືບາເຊີອ່ອນກັບຄູ່ອາຊິດຂອງມັນຫຼືເກືອກັບຄູ່ອາຊິດກັບເກືອຂອງຄູ່ບາເຊີເຊິ່ງເປັນຄູ່ອາຊິດ-ບາເຊີກັນ.

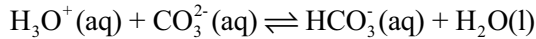
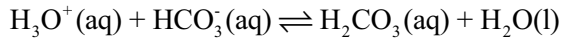
ຕົວຢ່າງ:ຕາຕະລາງ 19.1 ທາດລະລາຍບັບເຟີບາງຊະນິດ

ທາດລະລາຍບັບເຟີ	ອາຊິດ	ຄູ່ບາເຊີ
1. ທາດລະລາຍຂອງອາຊິດ $\text{CH}_3\text{COOH}$ ແລະ ເກືອ $\text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$
2. ທາດລະລາຍຂອງອາຊິດ $\text{H}_3\text{PO}_4$ ແລະ ເກືອ $\text{NaH}_2\text{PO}_4$	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$
3. ທາດລະລາຍຂອງເກືອ $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ ແລະ ເກືອ $\text{Na}_2\text{HPO}_4$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{HPO}_4^{2-}$
4. ທາດລະລາຍຂອງອາຊິດ $\text{H}_2\text{CO}_3$ ແລະ ເກືອ $\text{NaHCO}_3$	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{HCO}_3^-$
5. ທາດລະລາຍຂອງເກືອ $\text{NaHCO}_3$ ແລະ ເກືອ $\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$
6. ທາດລະລາຍຂອງເກືອ $\text{NH}_4\text{Cl}$ ແລະ $\text{NH}_3$	$\text{NH}_4^+$	$\text{NH}_3$

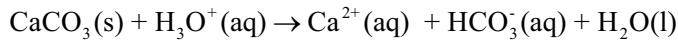
ນອກຈາກນີ້ຄວາມເປັນອາຊິດ ແລະ ບາເຊີຂອງທາດລະລາຍໃນສິ່ງທີ່ມີຊີວິດແລະສິ່ງແວດລ້ອມເຫັນວ່າທາດລະລາຍແຕ່ລະຊະນິດມີຄ່າ pH ສະເພາະແຕ່ຍັງພົບເຫັນທາດແຫຼວໃນສິ່ງທີ່ມີຊີວິດບາງຊະນິດມີຄ່າ pH ສູງກວ່າ 7 ແລະ ບາງຊະນິດມີຄ່າ pH ຕ່ຳກວ່າ 7.

ທາດລະລາຍບັບເຟີໃນທຳມະຊາດທີ່ສຳຄັນ ແລະ ນຳສົນໃຈຄືນ້ຳທະເລເຊິ່ງມີຄ່າ pH ຂອງນ້ຳທະເລສ່ວນທີ່ຢູ່ເທິງຜິວນ້ຳພົບວ່າຢູ່ໃນຊ່ວງ 8,1-8,2 ໂດຍສະເລ່ຍສະແດງວ່ານ້ຳທະເລມີຄ່າ pH ຄ່ອນຂ້າງຄົງທີ່ຖ້າທົດລອງຕື່ມ  $\text{HCl}$  ລົງໄປໃນນ້ຳທະເລ 2-3 ຢອດພົບວ່າ pH ຈະມີຄ່າປະມານ 8 ທີ່ເປັນແບບນີ້ເພາະນ້ຳທະເລມີລະບົບບັບເຟີທີ່ສາມາດຄວບຄຸມຄ່າ pH ໄວ້ໄດ້. ນ້ຳທະເລເປັນບັບເຟີທີ່ມີອົງປະກອບຊັບຊ້ອນຫຼາຍທາດແລະອີງທີ່ມີບົດບາດສຳຄັນໃນການຄວບ

ຄູ່ມ pH ຂອງນ້ຳທະເລໄດ້ແກ່  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , ແລະ  $\text{CO}_3^{2-}$  ຖ້າຕື່ມອາຊິດລົງໄປ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ໃນນ້ຳທະເລຈະເກີດປະຕິກິລິຍາດັ່ງນີ້:

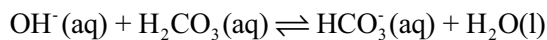
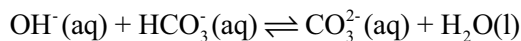


ນອກຈາກນີ້ໃນນ້ຳທະເລອາດມີ  $\text{CaCO}_3$  ຢູ່ນຳເຊິ່ງຈະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ດັ່ງສົມຜົນ

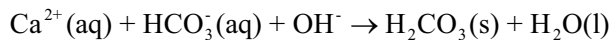


ດ້ວຍເຫດນີ້ ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ທີ່ຕື່ມລົງໄປບໍ່ເຮັດໃຫ້ pH ຂອງນ້ຳທະເລປ່ຽນແປງ

ຖ້າຕື່ມບາເຊລົງໄປໃນນ້ຳທະເລ  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ແລະ  $\text{HCO}_3^-$  ຈະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ  $\text{OH}^-$  ຈາກບາເຊໄດ້  $\text{CO}_3^{2-}$  ແລະ  $\text{HCO}_3^-$  ກັບຄືນມາດັ່ງສົມຜົນ

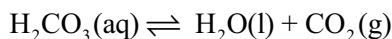
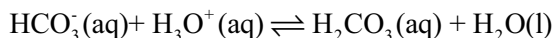


( $\text{HCO}_3^-$ ) ຈະເຂົ້າປະຕິກິລິຍາກັບ ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ໃນນ້ຳທະເລຕໍ່ໄປໄດ້  $\text{CaCO}_3$  ເຊິ່ງບໍ່ລະລາຍໃນນ້ຳແລະຕົກພົກລົງມາດັ່ງສົມຜົນ:

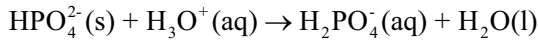


ນັ້ນຄື  $\text{HCO}_3^-$  ສາມາດຊ່ວຍກຳຈັດອີອົງຮີດຮີກຊິດທີ່ຕື່ມລົງໄປໄດ້.

ການຄວບຄຸມ pH ຂອງທາດແຫຼວຕ່າງໆໃນຮ່າງກາຍຂອງຄົນເຮົາກໍອາໄສລະບົບບັບເຟີແບບດຽວກັນລະບົບບັບເຟີໃນສິ່ງທີ່ມີຊີວິດທີ່ໄປຈະເປັນລະບົບ  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$  ຈະຄວບຄຸມ pH ຂອງພລາສມາໃນເລືອດໃຫ້ມີຄ່າ pH ຢູ່ລະຫວ່າງ 7,3-7,4 ສ່ວນພືດສັດບັບເຟີ  $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$  ຈະກ່ຽວຂ້ອງກັບການເຮັດວຽກຂອງໝາກໄຂ່ຫຼັງເມື່ອອອກກຳລັງກາຍເປັນເວລາດົນນານຈະມີອາຊິດຕ່າງໆເກີດຂຶ້ນເຊິ່ງຈະເຮັດໃຫ້ pH ຂອງເລືອດປ່ຽນແປງໄປລະບົບບັບເຟີ  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$  ໃນເລືອດກໍຈະເຂົ້າປະຕິກິລິຍາເພື່ອລົດຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອາຊິດດັ່ງນີ້:



ກາສCO<sub>2</sub>ທີ່ເກີດຂຶ້ນຈະຖືກຂັບອອກຈາກເລືອດທາງປອດໂດຍການຫາຍໃຈອອກສ່ວນ  
ພຶດສະພັດບັບເຟີທີ່ຢູ່ໃນຈຸລັງຂອງຮ່າງກາຍຈະເຮັດໜ້າທີ່ລົດອາຊິດທີ່ເກີດຂຶ້ນດັ່ງສົມຜົນ



H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> ຈະຖືກກຳຈັດອອກມາກັບປັດສາວະ, ການປ່ຽນແປງໃນຮ່າງກາຍທີ່ເຮັດໃຫ້ເກີດ  
ອາຊິດຈະຕ້ອງເກີດຂຶ້ນຢູ່ສະເໝີໃນຊີວິດປະຈຳວັນແຕ່ລະບົບບັບເຟີໃນຮ່າງກາຍສາມາດລົດ  
ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອາຊິດທີ່ເກີດຂຶ້ນໄດ້ການຄວບຄຸມຄວາມເປັນອາຊິດ-ບາເຊີຂອງລະບົບບັບ  
ເຟີໃນສິ່ງທີ່ມີຊີວິດສາມາດສຶກສາເພີ່ມເຕີມໄດ້ໃນລະດັບສູງຕໍ່ໄປ.

### ຄໍາຖາມ

- ທາດລະລາຍທີ່ປະກອບດ້ວຍທາດຕໍ່ໄປນີ້ມີຄຸນລັກສະນະເປັນບັບເຟີຫຼືບໍ່ເພາະເຫດ  
ໃດ
  - ກ. NaOHກັບNaCl
  - ຂ. HCNກັບNaCN
- ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງປະຕິກິລິຍາຄວບຄຸມpHຂອງທາດລະລາຍບັບເຟີເມື່ອຕື່ມອາ  
ຊິດຫຼືບາເຊີລົງໄປ
  - ກ. ເມື່ອຕື່ມບາເຊີລົງໄປໃນທາດລະລາຍບັບເຟີ H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>/HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
  - ຂ. ເມື່ອຕື່ມອາຊິດລົງໄປໃນທາດລະລາຍບັບເຟີ H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>/HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
  - ຄ. ເມື່ອຕື່ມບາເຊີລົງໄປໃນທາດລະລາຍບັບເຟີ H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - ງ. ເມື່ອຕື່ມອາຊິດລົງໄປໃນທາດລະລາຍບັບເຟີ H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - ຈ. ເມື່ອຕື່ມບາເຊີລົງໄປໃນທາດລະລາຍບັບເຟີ HCN/CN<sup>-</sup>
  - ສ. ເມື່ອຕື່ມອາຊິດລົງໄປໃນທາດລະລາຍບັບເຟີ HCN/CN<sup>-</sup>
- ໃນການວິໄຈໂລກຂອງຄົນໄຂ້ຄົນໜຶ່ງພົບວ່າ pH ຂອງເລືອດສູງກວ່າປົກກະຕິຈຶ່ງຕ້ອງ  
ຊ່ວຍສຸກເສີນໂດຍໃຫ້ຄົນໄຂ້ຫາຍໃຈເຂົ້າ-ອອກໃນຖົງຢາງເຈ້ຍໃນໄລຍະເວລາສັ້ນໆການເຮັດ  
ແບບນີ້ເພື່ອຫຍັງ?

## ພາກທີ V ໄຟຟ້າເຄມີ

### ບົດທີ 20 ປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊິງ-ເຣດຸກຊິງ ຫຼື ປະຕິກິລິຍາເຣດຸກ

#### 1. ຫຼັກການຂອງປະຕິກິລິຍາເຣດຸກ

ປະຕິກິລິຍາເຄມີທີ່ໄດ້ສຶກສາຜ່ານມາແລ້ວມີຫຼາຍປະເພດ ເຊັ່ນ: ປະຕິກິລິຍາປະສົມທາດ, ປະຕິກິລິຍາແທນບ່ອນ, ປະຕິກິລິຍາແຍກທາດ ເມື່ອພິຈາລະນາເລກອົກຊີດາຊິງຂອງທາດໃນປະຕິກິລິຍາເຫຼົ່ານີ້ ຈະເຫັນວ່າ: ທາດໃນປະຕິກິລິຍາບາງຊະນິດບໍ່ປ່ຽນແປງເລກອົກຊີດາຊິງ ແຕ່ປະຕິກິລິຍາບາງຊະນິດທາດມີການປ່ຽນແປງເລກອົກຊີດາຊິງ, ໃນການປ່ຽນແປງເລກອົກຊີດາຊິງຂອງທາດທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນປະຕິກິລິຍານັ້ນ ຈະສຶກສາໄດ້ຈາກການທົດລອງຕໍ່ໄປນີ້:

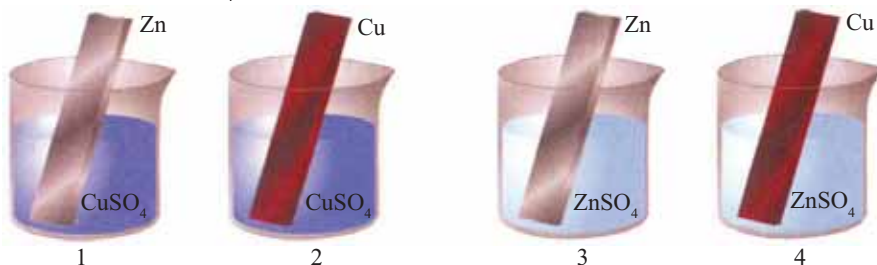
**ກົດຈະກຳ:** ທົດລອງປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງໂລຫະກັບທາດລະລາຍຂອງອີອົງໂລຫະ.

**ຂັ້ນຕອນການປະຕິບັດ:**

1) ໃສ່ທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$   $1 \text{ mol/dm}^3$  ລົງໃນບົກເກີ 2 ໜ່ວຍ ໜ່ວຍລະ  $25 \text{ cm}^3$  ສັງເກດສີຂອງທາດລະລາຍ.

2) ຈຸ່ມໂລຫະສັງກະສີຂະໜາດ  $0,5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$  ແລະ ໂລຫະທອງຂະໜາດດຽວກັນລົງໃນຈອກບົກເກີໜ່ວຍທີ 1 ແລະ 2 ແລ້ວສັງເກດການປ່ຽນແປງທີ່ເກີດຂຶ້ນ, ຖ້າມີທາດມາຕິດຢູ່ແຜ່ນໂລຫະໃຫ້ໃຊ້ທ່ອນແກ້ວເຂຍອອກ ແລະ ສັງເກດຜິວຂອງໂລຫະ.

3) ເຮັດການທົດລອງຄືກັບຂັ້ນທີ 1 ແລະ 2 ແຕ່ໃຊ້ທາດລະລາຍ  $\text{ZnSO}_4$   $1 \text{ mol/dm}^3$  ແທນທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$ .



ຮູບທີ 20.1 ການທົດລອງປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງໂລຫະກັບທາດລະລາຍຂອງອີອົງໂລຫະ

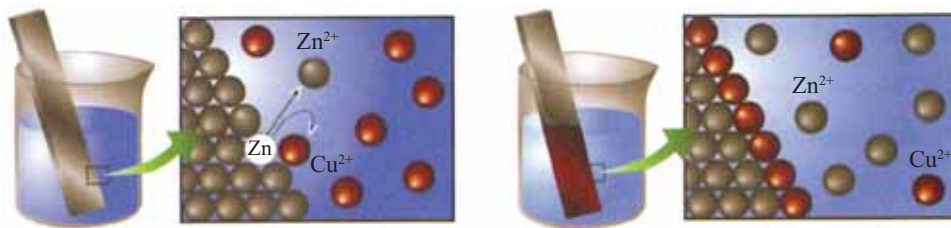
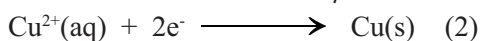
ເມື່ອຈຸ່ມໂລຫະສັງກະສີລົງໃນທາດລະລາຍ  $\text{ZnSO}_4$  ເຊິ່ງປະກອບດ້ວຍ  $\text{Zn}^{2+}$  ກັບ  $\text{SO}_4^{2-}$  ແລະ ຈຸ່ມໂລຫະທອງລົງໃນທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ເຊິ່ງປະກອບດ້ວຍ  $\text{Cu}^{2+}$  ກັບ  $\text{SO}_4^{2-}$  ເປັນ ການຈຸ່ມໂລຫະລົງໃນທາດລະລາຍທີ່ມີອີອົງຂອງໂລຫະຊະນິດນັ້ນ. ຜົນການທົດລອງເຫັນວ່າ: ບໍ່ສັງເກດເຫັນການປ່ຽນແປງທີ່ເກີດຂຶ້ນ ສະແດງວ່າບໍ່ເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ.

ເມື່ອຈຸ່ມໂລຫະລົງໃນທາດລະລາຍທີ່ມີອີອົງຂອງໂລຫະຕ່າງຊະນິດກັນ ເຊັ່ນ: ຈຸ່ມໂລຫະ

ສັງກະສິລົງໃນທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ເຊິ່ງປະກອບດ້ວຍ  $\text{Cu}^{2+}$  ທີ່ມີສີຟ້າ  $\text{SO}_4^{2-}$  ບໍ່ມີສີ ສັງເກດເຫັນວ່າ ມີທາດສີນ້ຳຕານແດງມາຕິດຢູ່ແຜ່ນໂລຫະສັງກະສິ, ເມື່ອໃຊ້ທ່ອນແກ້ວເຂ່ຍໃຫ້ທາດສີນ້ຳຕານແດງຫຼຸດອອກ ເຫັນວ່າ ຜິວຂອງໂລຫະສັງກະສິຖືກກັດຫຼັ່ນ ແລະ ບາງລົງ ເນື່ອງຈາກວ່າໂລຫະສັງກະສິເສຍເອເລັກຕຣົງແລ້ວກາຍເປັນ  $\text{Zn}^{2+}$  ລະລາຍຢູ່ໃນທາດລະລາຍ ສາມາດຂຽນສົມຜົນການປ່ຽນແປງໄດ້ດັ່ງນີ້:



ສ່ວນທາດສີນ້ຳຕານແດງທີ່ຕິດຢູ່ຜິວຂອງໂລຫະສັງກະສິແມ່ນໂລຫະທອງ ເຊິ່ງເກີດຈາກ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຮັບເອເລັກຕຣົງຈາກແຜ່ນໂລຫະສັງກະສິ. ນອກຈາກນີ້ຍັງພົບວ່າຖ້າແຊ່ແຜ່ນໂລຫະສັງກະສິໃນທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ດົນໆ ທາດລະລາຍສີຟ້າຈະຈາງລົງ ສະແດງວ່າປະລິມານ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຫຼຸດລົງ ສາມາດຂຽນສົມຜົນການປ່ຽນແປງໄດ້ດັ່ງນີ້:

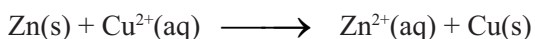


(1) ທັນທີທີ່ຈຸ່ມ

(2) ເມື່ອຕັ້ງໄວ້ໄລຍະເວລາໜຶ່ງ

ຮູບທີ 20.2 ປະຕິກິລິຍາໂລຫະສັງກະສິກັບທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$

ເມື່ອພິຈາລະນາສົມຜົນ 1 ແລະ 2 ສັງເກດໄດ້ວ່າ ເປັນປະຕິກິລິຍາທີ່ທາດມີການແລກປ່ຽນເອເລັກຕຣົງ ໂດຍໂລຫະສັງກະສິເສຍເອເລັກຕຣົງ ແລະ  $\text{Cu}^{2+}$  ຮັບເອເລັກຕຣົງ. ນອກຈາກນີ້ ເລກອີກຊີດາຊົງຂອງທາດທີ່ເປັນຜະລິດຕະພັນກໍມີຄ່າແຕກຕ່າງຈາກທາດຕັ້ງຕົ້ນ ໃນປະຕິກິລິຍາທີ່ມີທາດໜຶ່ງເສຍເອເລັກຕຣົງແລ້ວມີຄ່າອີກຊີດາຊົງເພີ່ມຂຶ້ນ ເອີ້ນວ່າ **ເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊີດາຊົງ**, ສ່ວນປະຕິກິລິຍາທີ່ອີກທາດໜຶ່ງຮັບເອເລັກຕຣົງແລ້ວມີຄ່າອີກຊີດາຊົງຫຼຸດລົງ ເອີ້ນວ່າ **ເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊົງ**. ປະຕິກິລິຍາອີກຊີດາຊົງ ແລະ ເຣດຸກຊົງ ເປັນພຽງເຄິ່ງປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນພ້ອມກັນ ເມື່ອລວມເຄິ່ງປະຕິກິລິຍາທັງສອງເຂົ້າກັນຈະໄດ້ປະຕິກິລິຍາເຣດຸກ ດັ່ງສົມຜົນລຸ່ມນີ້:



ນອກຈາກນີ້ຍັງກຳນົດວ່າ ໃນປະຕິກິລິຍາເຣດຸກ ທາດທີ່ຮັບເອເລັກຕຣົງຈາກທາດອື່ນ ແລ້ວມີຄ່າອີກຊີດາຊົງຫຼຸດລົງ ເອີ້ນວ່າ **ຕົວອີກຊີດັງ**, ສ່ວນທາດທີ່ເສຍເອເລັກຕຣົງໃຫ້ທາດອື່ນ ແລ້ວມີຄ່າອີກຊີດາຊົງເພີ່ມຂຶ້ນ ເອີ້ນວ່າ **ຕົວເຣດຸກເຕີ**. ດັ່ງນັ້ນ, ໃນລະບົບທີ່ມີໂລຫະສັງກະສິຈຸ່ມຢູ່

ໃນທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ເຊິ່ງເຫັນວ່າ ໂລຫະ Zn ເສຍເອເລັກຕຣົງກາຍເປັນ  $\text{Zn}^{2+}$ , ສະນັ້ນ Zn ຈຶ່ງເປັນຕົວເຮດູກເຕີ, ສ່ວນ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຮັບເອເລັກຕຣົງກາຍເປັນໂລຫະ Cu,  $\text{Cu}^{2+}$  ຈຶ່ງເປັນຕົວອີກຊີດັງ.

## 2. ການນຳໃຊ້ທຸກການຂອງປະຕິກິລິຍາເຮດູກ

ທຸກການຂອງປະຕິກິລິຍາເຮດູກ ໄດ້ນຳໃຊ້ຢູ່ໃນຖານໄຟສາຍ ແລະ ໝໍ້ໄຟ ທີ່ເຮົາໃຊ້ຢູ່ທຸກວັນນີ້ ເນື່ອງຈາກປະຕິກິລິຍາໃນຖານໄຟສາຍ ແລະ ໝໍ້ໄຟສາມາດໃຫ້ກະແສໄຟຟ້າໄດ້, ສິ່ງເຫຼົ່ານີ້ ມີຊື່ທາງເຄມີແມ່ນ **ປົນໄຟຟ້າເຄມີ**.

ປົນໄຟຟ້າເຄມີຈຳແນກອອກເປັນ 2 ປະເພດ ຄື: ປົນກັລວານິກ ແລະ ປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ.

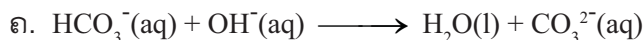
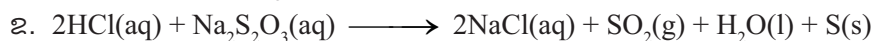
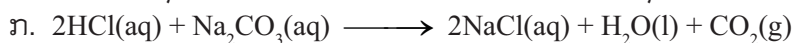
- **ປົນກັລວານິກ:** ແມ່ນປົນໄຟຟ້າເຄມີທີ່ທາດເຄມີເກີດປະຕິກິລິຍານຳກັນແລ້ວໃຫ້ກະແສໄຟຟ້າ.

- **ປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ:** ແມ່ນປົນໄຟຟ້າເຄມີອີກປະເພດໜຶ່ງຕ້ອງຜ່ານກະແສໄຟຟ້າຈາກພາຍນອກເຂົ້າໄປເຮັດໃຫ້ທາດເຄມີເກີດປະຕິກິລິຍາ.

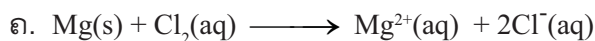
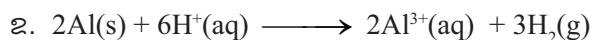
ເຊິ່ງລາຍລະອຽດຂອງປົນເຫຼົ່ານີ້ຈະໄດ້ຮຽນໃນບົດຕໍ່ໄປ.

### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ໃນປະຕິກິລິຍາລຸ່ມນີ້ ມີປະຕິກິລິຍາໃດແດ່ເປັນປະຕິກິລິຍາເຮດູກ?



2. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງເຄິ່ງປະຕິກິລິຍາອີກຊີດາຊຶ່ງແລະ ເຄິ່ງປະຕິກິລິຍາເຮດູກຊຶ່ງຂອງປະຕິກິລິຍາເຮດູກລຸ່ມນີ້ ພ້ອມທັງບອກຕົວອີກຊີດັງ ແລະ ຕົວເຮດູກເຕີ.



3. ເມື່ອທົດລອງຈຸ່ມລວດໂກຣມລົງໃນທາດລະລາຍອາຊິດກູ່ນິດຣິກຈາງ ເຫັນວ່າທາດລະລາຍປ່ຽນຈາກບໍ່ມີສີເປັນສີຟ້າ ແລະ ມີກາສເກີດຂຶ້ນ.

ກ. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງເຄິ່ງປະຕິກິລິຍາແລະປະຕິກິລິຍາເຮດູກພ້ອມທັງກຳນົດຕົວອີກຊີດັງ ແລະ ຕົວເຮດູກເຕີ.

ຂ. ອີອົງ  $\text{H}^+$  ກັບ  $\text{Cr}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍ ອີອົງໃດຮັບເອເລັກຕຣົງໄດ້ດີກວ່າ?

## ບົດທີ 21 ປີ້ນກັລວານິກ (Galvanic Cell)

### 1. ຫຼັກການຂອງປີ້ນກັລວານິກ

ເມື່ອຈຸ່ມໂລຫະສັງກະສີລົງໃນທາດລະລາຍທີ່ມີ  $Zn^{2+}$  ແລະ ຈຸ່ມໂລຫະທອງລົງໃນທາດລະລາຍທີ່ມີ  $Cu^{2+}$  ເຊິ່ງຂຽນສັນຍະລັກ ແທນໄດ້ດັ່ງນີ້  $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)$  ແລະ  $Cu(s)|Cu^{2+}(aq)$  ລະບົບທີ່ປະກອບດ້ວຍໂລຫະຈຸ່ມຢູ່ໃນ ທາດລະລາຍທີ່ມີອີອົງຂອງໂລຫະ ເອີ້ນວ່າ ເຄື່ອງປັ່ນ.

ຖ້ານຳເຄື່ອງປັ່ນ  $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)$  ກັບ  $Cu(s)|Cu^{2+}(aq)$  ມາຕໍ່ກັນ ແລະ ຕໍ່ໃຫ້ຄົບວົງຈອນ ຈະມີການປ່ຽນແປງເກີດຂຶ້ນ ຫຼື ບໍ່ ຈະສຶກສາໄດ້ຈາກການທົດລອງຕໍ່ໄປນີ້:

**ກົດຈະກຳ:** ທົດລອງການແລກປ່ຽນເອເລັກຕຣົງໃນປີ້ນກັລວານິກ

1) ຈຸ່ມແຜ່ນທອງຂະໜາດ  $0,5\text{ cm} \times 5,0\text{ cm}$  ລົງໃນບົກເກີຂະໜາດ  $50\text{ cm}^3$  ທີ່ມີທາດລະລາຍ  $CuSO_4\ 1\text{ mol/dm}^3$  ຈຳນວນ  $20\text{ cm}^3$  ແລ້ວຂຽນເຄື່ອງໝາຍ  $Cu(s)|Cu^{2+}(aq)$  ໃສ່ບົກເກີ ແລະ ຈຸ່ມແຜ່ນສັງກະສີຂະໜາດ  $0,5\text{ cm} \times 5,0\text{ cm}$  ລົງໃນບົກເກີຂະໜາດ  $50\text{ cm}^3$  ທີ່ມີທາດລະລາຍ  $ZnSO_4\ 1\text{ mol/dm}^3$  ຈຳນວນ  $20\text{ cm}^3$  ແລ້ວຂຽນເຄື່ອງໝາຍ  $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)$  ໃສ່ບົກເກີ.

2) ເອົາບົກເກີທັງສອງມາວາງຕິດກັນ ແລ້ວໃຊ້ຂົວເກືອ (ເຮັດດ້ວຍເຈ້ຍຕອງຂະໜາດ  $1\text{ x }8\text{ cm}$  ທີ່ຈຸ່ມໃຫ້ປຸກດ້ວຍທາດລະລາຍອີ່ມຕົວ  $KNO_3$ ) ມາວາງຕໍ່ບົກເກີທັງສອງໂດຍໃຫ້ປາຍເຈ້ຍຈຸ່ມລົງໃນທາດລະລາຍທັງສອງບົກເກີ.

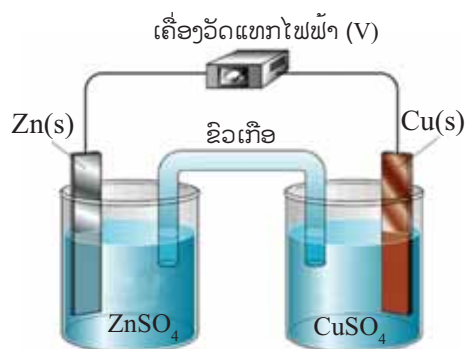
3) ຕໍ່ແຜ່ນທອງ ແລະ ແຜ່ນສັງກະສີເຂົ້າກັບເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າດ້ວຍສາຍໄຟ ສັງເກດທິດທາງຂອງເຂັມວັດແທກແລ້ວອ່ານຄ່າລະດັບໄຟຟ້າ.

4) ສະຫຼັບຂົວຂອງເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າ ສັງເກດທິດທາງຂອງເຂັມວັດແທກແລ້ວອ່ານຄ່າລະດັບໄຟຟ້າ.

5) ໃຊ້ຕອກໄຟຂະໜາດ  $1\text{ V}$  ປ່ຽນແທນເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າ ແລ້ວສັງເກດ.

6) ເຮັດການທົດລອງຄືກັບຂໍ້ທີ 1 - 4 ແຕ່ໃຫ້ໃຊ້ເຄື່ອງປັ່ນຄູ່ຕໍ່ໄປນີ້ ແລະ ຕ້ອງປ່ຽນຂົວເກືອໃໝ່ທຸກເທື່ອ.

$Cu(s) Cu^{2+}(aq)$	ກັບ	$Mg(s) Mg^{2+}(aq)$
$Zn(s) Zn^{2+}(aq)$	ກັບ	$Mg(s) Mg^{2+}(aq)$
$Cu(s) Cu^{2+}(aq)$	ກັບ	$Fe(s) Fe^{2+}(aq)$

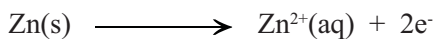


ຮູບທີ 21.1 ການທົດລອງການແລກປ່ຽນເອເລັກຕຣົງໃນປີ້ນກັລວານິກ

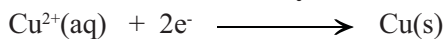


ຈາກການທົດລອງ ເມື່ອນຳເອົາສອງເຄື່ອງປົນຕ່າງຊະນິດກັນມາຕໍ່ດ້ວຍຂົວເກືອ ທີ່ເຮັດໜ້າທີ່ໃຫ້ອີອົງເຄື່ອນທີ່ຈາກທາດລະລາຍໜຶ່ງໄປຫາອີກທາດລະລາຍໜຶ່ງ ໂດຍທາດລະລາຍບໍ່ປະສົມກັນ ແລະ ຮັກສາການດູ່ງລະຫວ່າງອີອົງບວກກັບອີອົງລົບໃນທາດລະລາຍຂອງແຕ່ລະເຄື່ອງປົນ ແລະ ຕໍ່ກັບເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າຊະນິດທີ່ສ້າງໃຫ້ເຂັ້ມວັດແທກອ່ຽງໄປໃນທິດທາງດູ່ງກັບການເຄື່ອນທີ່ຂອງເອເລັກຕຣົງ ເຫັນວ່າ ເຂັ້ມວັດແທກອ່ຽງໄປຈາກຂັດສູນ ສະແດງວ່າມີການຖ່າຍໂອນເອເລັກຕຣົງຜ່ານລວດຈາກຂົວໂລຫະໜຶ່ງໄປຫາອີກຂົວໂລຫະໜຶ່ງ ເຊິ່ງມີລະດັບໄຟຟ້າບໍ່ເທົ່າກັນ ແລະ ມີກະແສໄຟຟ້າແລ່ນຜ່ານໃນວົງຈອນ, ປົນໄຟຟ້າເຄມີແບບນີ້ເອີ້ນວ່າ **ປົນກັລວານິກ** ແລະ ໂລຫະໃນແຕ່ລະເຄື່ອງປົນ ເອີ້ນວ່າ **ຂົວໄຟຟ້າ**.

ການນຳເຄື່ອງປົນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  ມາຕໍ່ກັບເຄື່ອງປົນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ແລະ ຕໍ່ໃຫ້ຄົບວົງຈອນ ເຫັນວ່າ ເຂັ້ມວັດແທກອ່ຽງໄປທາງເຄື່ອງປົນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ສະແດງວ່າເຄື່ອງປົນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  ເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊິດາຊຶງ ດັ່ງສົມຜົນລຸ່ມນີ້:

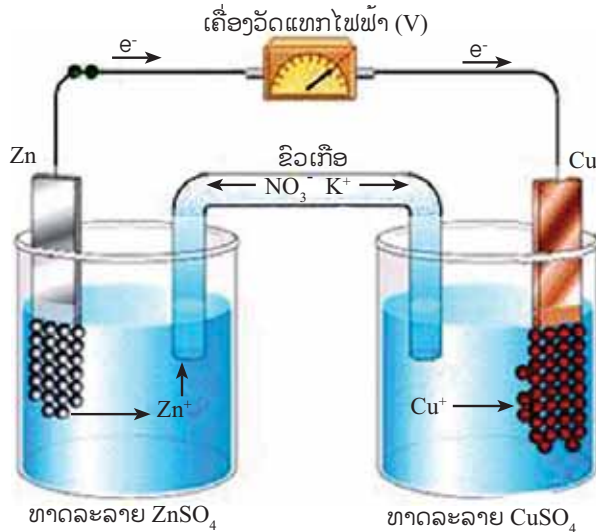
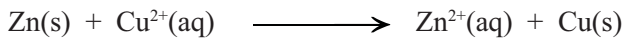


ຂົວໄຟຟ້າຂອງເຄື່ອງປົນທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊິດາຊຶງ ເອີ້ນວ່າ ອາໂນດ, ສ່ວນອີອົງຂອງ  $\text{Zn}^{2+}$  ທີ່ເກີດຂຶ້ນຈະຢູ່ໃນທາດລະລາຍ ເຮັດໃຫ້ອີອົງບວກໃນທາດລະລາຍເພີ່ມຂຶ້ນ, ສ່ວນເອເລັກຕຣົງຈະເຄື່ອນທີ່ຜ່ານລວດໄປຫາແຜ່ນທອງແດງ ເຊິ່ງເປັນຂົວໄຟຟ້າຂອງອີກເຄື່ອງປົນໜຶ່ງ ດັ່ງນັ້ນເຄື່ອງປົນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ຈຶ່ງເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊຶງ ໂດຍ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຮັບເອເລັກຕຣົງເກີດເປັນ  $\text{Cu(s)}$  ສະສົມຢູ່ຂົວໄຟຟ້າ ດັ່ງສົມຜົນ



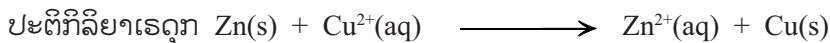
ເອີ້ນຂົວໄຟຟ້າຂອງເຄື່ອງປົນວ່າທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊຶງວ່າ ກາໂຕດ ການທີ່  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຮັບເອເລັກຕຣົງແລ້ວເກີດເປັນ  $\text{Cu(s)}$  ເປັນຜົນໃຫ້  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຫຼຸດລົງ ແລະ ເສຍການດູ່ງໄຟຟ້າບັນຈຸບວກ ແຕ່ເນື່ອງຈາກວ່າຂົວເກືອມີທັງອີອົງບວກ ແລະ ອີອົງລົບ ຄື  $\text{K}^+$  ກັບ  $\text{NO}_3^-$  ພ້ອມທັງເປັນຕົວກາງທີ່ຍອມໃຫ້ອີອົງບວກ ແລະ ອີອົງລົບ ເຄື່ອນທີ່ຜ່ານໄດ້ດັ່ງນັ້ນ ຈຶ່ງເຫັນວ່າ  $\text{NO}_3^-$  ໃນຂົວເກືອເຄື່ອນທີ່ມາຫາເຄື່ອງປົນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  ເພື່ອດູ່ງກັບ  $\text{Zn}^{2+}$  ທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນໃນທາດລະລາຍ ໃນຄະນະດູ່ງກັນນັ້ນ  $\text{K}^+$  ຈະເຄື່ອນທີ່ໄປຫາເຄື່ອງປົນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ເພື່ອດູ່ງກັບ  $\text{SO}_4^{2-}$  ໃນທາດລະລາຍລວມທັງ  $\text{Zn}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຂອງເຄື່ອງປົນທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊິດາຊຶງ ແລະ  $\text{SO}_4^{2-}$  ໃນເຄື່ອງປົນທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊຶງກໍສາມາດເຄື່ອນທີ່ໄປຕາມຂົວເກືອໄດ້ ຖ້າບໍ່ມີຂົວເກືອກະແສໄຟຟ້າ ຈະຢຸດແລ່ນ ເພາະວ່າ ບໍ່ຄົບວົງຈອນ ແລະ ອີອົງບວກກັບອີອົງລົບໃນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າບໍ່ດູ່ງ ປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຂອງປົນທີ່ເກີດຈາກການນຳເຄື່ອງປົນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  ມາຕໍ່ກັບເຄື່ອງປົນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ຈະສາມາດ ຂຽນສົມຜົນໄດ້ດັ່ງນີ້:





ປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊິງ

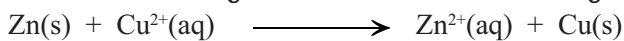
ປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊິງ



**ຮູບທີ 21.2 ສະແດງປະຕິກິລິຍາຂອງປົນກໍລະນົກ**

## 2. ການຂຽນແຜນພາບຂອງປົນກໍລະນົກ

ເພື່ອຄວາມສະດວກໃນການສຶກສາກ່ຽວກັບປົນກໍລະນົກຈຶ່ງມັກຂຽນເປັນແຜນພາບຂອງປົນແທນການບັນລະຍາຍການເກີດປະຕິກິລິຍາ ເຊັ່ນ: ການຕໍ່ເຄື່ງປົນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  ກັບເຄື່ງປົນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ການປ່ຽນແປງທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນປົນສາມາດຂຽນເປັນສົມຜົນໄດ້ດັ່ງນີ້:



ຂຽນເປັນແຜນພາບປົນ:



ການຂຽນແຜນພາບປົນກໍລະນົກ ເປັນການຂຽນສັນຍະລັກສະແດງສ່ວນປະກອບຂອງປົນ ເຊິ່ງມີລັກການດັ່ງນີ້:

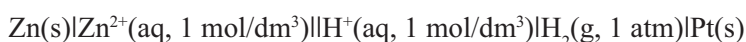
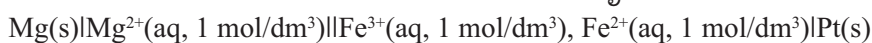
1) ຂຽນເຄື່ງປົນທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊິງໄວ້ທາງເບື້ອງຊ້າຍ ຂັ້ນດ້ວຍຂົວເກືອ (||) ແລ້ວຂຽນເຄື່ງປົນທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊິງໄວ້ທາງເບື້ອງຊ້າຍ.

2) ໃນແຕ່ລະເຄື່ງປົນ ໃຫ້ຂຽນຂົວໄຟຟ້າຂອງເຄື່ງປົນທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊິງໄວ້ທາງຊ້າຍສຸດ ສ່ວນຂົວໄຟຟ້າຂອງເຄື່ງປົນທີ່ເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊິງໃຫ້ຂຽນໄວ້ທາງຂວາສຸດ

ແລະ ໃຊ້ສັນຍະລັກ (l) ຂັ້ນລະຫວ່າງທາດທີ່ມີພາວະຕ່າງກັນ ຖ້າທາດຢູ່ໃນພາວະດຽວກັນໃຫ້ຂັ້ນດ້ວຍເຄື່ອງໝາຍຈຸດ (.) ແລະ ຂຽນສັນຍະລັກກຳນົດພາວະຂອງທາດ (s), (l), (g), (aq) ເຊັ່ນຕົວຢ່າງ:  $\text{Fe(s)}|\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  ຫຼື  $\text{Pt(s)}|\text{Fe}^{3+}(\text{aq}), \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ .

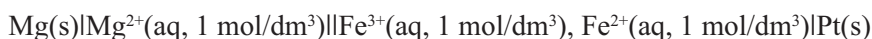
3) ສຳລັບເຄິ່ງປີນທີ່ເປັນກາສ ຫຼື ເຄິ່ງປີນທີ່ປະກອບດ້ວຍທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າ ຫຼາຍກວ່າ 1 ຊະນິດ ຈະໃຊ້ຂົ້ວໄຟຟ້າທີ່ເຮັດດ້ວຍວັດຖຸນຳໄຟຟ້າທີ່ບໍ່ເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ ກາສ ແລະ ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ ເຊັ່ນ: ຂົ້ວປູາຕິນ, ຂົ້ວກາກບອນ. ສ່ວນທາດໃນເຄິ່ງປີນທີ່ມີພາວະເປັນກາສຕ້ອງກຳນົດຄວາມດັນຂອງກາສໄວ້ໃນວົງເລັບ ແລະ ໃຊ້ເຄື່ອງໝາຍຈຸດຂັ້ນລະຫວ່າງພາວະກັບຄວາມດັນ ເຊັ່ນ:  $\text{Pt(s)}|\text{H}_2(\text{g}, 1 \text{ atm})|\text{H}^+(\text{aq})$  ຫຼື  $\text{C(s)}|\text{Fe}^{3+}(\text{aq}), \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ .

4) ການກຳນົດຄວາມເຂັ້ມຂອງອີອົງໃນທາດລະລາຍໃຫ້ຂຽນໄວ້ໃນວົງເລັບ ເຊັ່ນ:



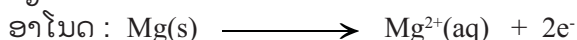
ຈາກຫຼັກການຂຽນແຜນພາບປີນດັ່ງກ່າວ ສາມາດນຳໄປໃຊ້ຂຽນແຜນພາບປີນກັລວານິກ ທີ່ເກີດຈາກການນຳເອົາສອງເຄິ່ງປີນມາຕໍ່ກັນໄດ້ ຫຼື ຈາກແຜນພາບປີນກັລວານິກທີ່ກຳນົດມາໃຫ້ ກໍສາມາດແຕ້ມຮູບປີນກັລວານິກ ແລະ ຂຽນສົມຜົນສະແດງເຄິ່ງປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊິງ, ເຄິ່ງປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊິງ ແລະ ປະຕິກິລິຍາຂອງປີນກັນວານິກໄດ້.

**ຕົວຢ່າງ 1** ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນການສະແດງປະຕິກິລິຍາທີ່ຂົ້ວອາໂນດ, ກາໂຕດ ແລະ ປະຕິກິລິຍາຂອງປີນຈາກແຜນພາບປີນກັລວານິກທີ່ກຳນົດໃຫ້ດັ່ງນີ້:

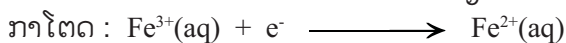


**ວິທີແກ້:**

ຈາກແຜນພາບສະແດງວ່າເຄິ່ງປີນ  $\text{Mg(s)}|\text{Mg}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ເກີດປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊິງ ຂຽນສົມຜົນໄດ້ດັ່ງນີ້:



ເຄິ່ງປີນ  $\text{Pt(s)}|\text{Fe}^{3+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3), \text{Fe}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊິງ ເພາະວ່າ  $\text{Fe}^{3+}$  ມີເລກອົກຊີດາຊິງຫຼາຍກວ່າ  $\text{Fe}^{2+}$  ຂຽນສົມຜົນໄດ້ດັ່ງນີ້:



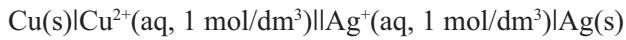
ເມື່ອລວມສອງປະຕິກິລິຍາເຂົ້າກັນ ຈະໄດ້ປະຕິກິລິຍາເຣດຸກ ເຊິ່ງເປັນປະຕິກິລິຍາຂອງປີນ:  $\text{Mg(s)} + 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$

### 3. ລະດັບໄຟຟ້າຂອງປີນ ແລະ ລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄິ່ງປີນ

ເມື່ອນຳເອົາເຄິ່ງປີນຕ່າງຊະນິດກັນມາຕໍ່ເປັນປີນກັລວານິກ ເອເລັກຕຣົງຈະເຄື່ອນທີ່ຈາກຂົ້ວທີ່ມີລະດັບໄຟຟ້າຕ່ຳໄປຫາຂົ້ວທີ່ມີລະດັບໄຟຟ້າສູງກວ່າ ລະດັບໄຟຟ້າທີ່ວັດແທກໄດ້ຄືລະດັບໄຟຟ້າຂອງປີນ ມີຫົວໜ່ວຍແມ່ນໂວລ (V). ຈາກການທົດລອງ ໃນກິດຈະກຳທີ 1 ເມື່ອຕໍ່ປີນດັ່ງແຜນພາບຕໍ່ໄປນີ້:



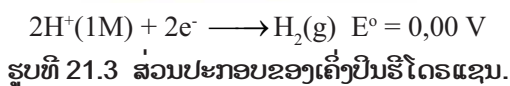
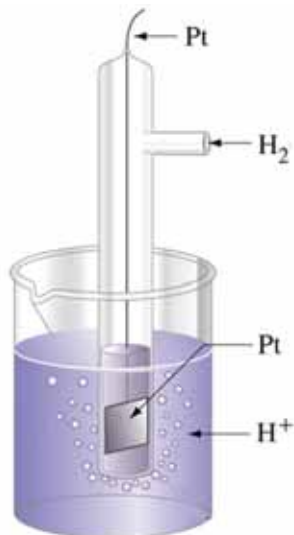
ເຂັມເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າອ່ຽງໄປທາງຂົ້ວທອງ ແລະ ວັດແທກຄ່າລະດັບໄຟຟ້າຂອງປົນໄດ້ 1,1 V ສະແດງວ່າ ລະດັບໄຟຟ້າທີ່ຂົ້ວທອງສູງກວ່າຂົ້ວສັງກະສີ ແຕ່ຖ້າຕໍ່ປົນຕາມແຜນພາບຕໍ່ໄປນີ້:



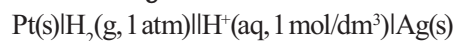
ເຂັມເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າອ່ຽງໄປທາງຂົ້ວເງິນ ແລະ ວັດແທກຄ່າລະດັບໄຟຟ້າຂອງປົນໄດ້ 0,46 V ສະແດງວ່າ ລະດັບໄຟຟ້າທີ່ຂົ້ວເງິນສູງກວ່າຂົ້ວທອງ ນັ້ນຄືທາດເຄມີໃນເຄື່ອງປົນທີ່ມີຄວາມສາມາດໃນການຮັບເອເລັກຕຣົງໄດ້ດີກວ່າ ຈະເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊົງ ສ່ວນທາດໃນອີກເຄື່ອງປົນໜຶ່ງຈະເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊິດາຊົງ.

ເມື່ອຕໍ່ປົນໄຟຟ້າແຕ່ລະຄັ້ງຈະຮູ້ຄ່າລະດັບໄຟຟ້າຂອງປົນໄດ້ ໂດຍອ່ານຈາກເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າ ແລະ ຮູ້ວ່າເຄື່ອງປົນໃດເປັນກາໂຕດ, ເຄື່ອງປົນໃດເປັນອາໂນດ ແຕ່ຈະບໍ່ຮູ້ຄ່າລະດັບໄຟຟ້າຂອງແຕ່ລະເຄື່ອງປົນ ການຫາຄ່າລະດັບໄຟຟ້າຂອງເຄື່ອງປົນຕ້ອງກຳນົດວ່າຈະປຸງບາງປັບກັບເຄື່ອງປົນໃດ ເພື່ອເປັນເຄື່ອງປົນມາດຕະຖານ ນັກວິທະຍາສາດຈຶ່ງກຳນົດໃຫ້ເຄື່ອງປົນຮີໂດຣແຊນມາດຕະຖານ ຫຼື ເອີ້ນອີກຊື່ໜຶ່ງວ່າ ຂົ້ວໄຟຟ້າຮີໂດຣແຊນມາດຕະຖານກຳນົດໃຫ້ມີລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານ 0,00 V ແລະ ໃຊ້ເປັນເຄື່ອງປົນມາດຕະຖານໃນການປຸງບາງປັບຫາຄ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄື່ອງປົນຊະນິດຕ່າງໆ.

ເຄື່ອງປົນຮີໂດຣແຊນມາດຕະຖານ ປະກອບດ້ວຍຂົ້ວໄຟຟ້າທີ່ເຮັດດ້ວຍໂລຫະປຼາຕິນ ແລະ ເຄືອບດ້ວຍປຼາຕິນດຳ ຂົ້ວໄຟຟ້ານີ້ຢູ່ໃນຫຼອດແກ້ວທີ່ມີກາສຮີໂດຣແຊນ ທີ່ມີຄວາມດັນ

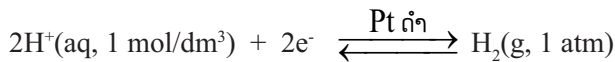


1 atm ຜ່ານໄປເທິງຜິວຂອງ ປຼາຕິນດຳ ຕະຫຼອດເວລາ ແລະ ຈຸມຢູ່ໃນທາດລະລາຍ HCl ເຂັ້ມຊັ້ນ 1 mol/dm<sup>3</sup> ຢູ່ອຸນຫະພູມ 25°C. ເຄື່ອງປົນຮີໂດຣແຊນມາດຕະຖານຂຽນໄດ້ດັ່ງນີ້:

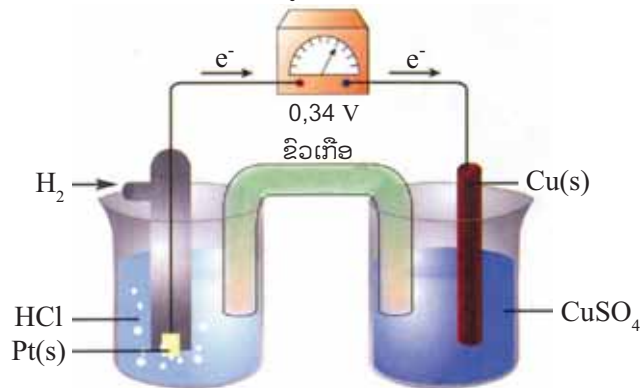


ເນື່ອງຈາກປຼາຕິນດຳມີຂະໜາດອະນຸພາກນ້ອຍຫຼາຍ ແລະ ມີຮູບນ້ອຍໆ ຫຼາຍຮູ ຈຶ່ງຊ່ວຍເພີ່ມ ເນື້ອທີ່ຜິວໃນການດູດຊຶມກາສຮີໂດຣແຊນ ແລະ ເກີດປະຕິກິລິຍາແຕກຕົວຂອງໂມເລກຸລ ຮີໂດຣແຊນເປັນອີອົງຮີໂດຣແຊນ ເຮັດໃຫ້ເກີດດຸນດ່ຽງລະຫວ່າງກາສຮີໂດຣແຊນກັບ H<sup>+</sup> ໃນ ທາດລະລາຍທີ່ມີຂົ້ວໄຟຟ້າຈຸມຢູ່

ໂດຍປະກອບດ້ວຍປະຕິກິລິຍາທີ່  $\text{H}_2$  ຖືກອີກຊີດັ່ງເປັນ  $\text{H}^+$  ແລະ  $\text{H}^+$  ຖືກເຮດູກເກີດເປັນ  $\text{H}_2$  ເຊິ່ງຂຽນເປັນປະຕິກິລິຍາປັນກັບໄດ້ດັ່ງນີ້:



ການຫາຄ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄິ່ງປີນຕ່າງໆ ແມ່ນຕ້ອງຕໍ່ເຄິ່ງປີນນັ້ນກັບເຄິ່ງປີນຮີໂດຣແຊນມາດຕະຖານ ລະດັບໄຟຟ້າຂອງປີນທີ່ວັດແທກໄດ້ຈະແມ່ນລະດັບໄຟຟ້າຂອງເຄິ່ງປີນນັ້ນເຊິ່ງເອີ້ນວ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄິ່ງປີນນັ້ນ, ສັນຍະລັກດ້ວຍ  $E^\circ$  ເຊິ່ງເປັນຄ່າລະດັບໄຟຟ້າຂອງເຄິ່ງປີນທີ່ຢູ່ໃນພາວະມາດຕະຖານຄື: ຂົ້ວໄຟຟ້າຈຸ່ມຢູ່ໃນທາດລະລາຍທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງອີອົງເທົ່າກັບ  $1 \text{ mol/dm}^3$  ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$  ຖາທາດມີພາວະເປັນກາສກຳນົດໃຫ້ຄວາມດັນ  $1 \text{ atm}$  ຄືງ່າທີ່ ເຊັ່ນ: ນຳເຄິ່ງປີນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ຕໍ່ກັບເຄິ່ງປີນ  $\text{Pt(s)}|\text{H}_2(\text{g}, 1 \text{ atm})|\text{H}^+(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ດັ່ງຮູບ.



**ຮູບທີ 21.4 ການຕໍ່ເຄິ່ງປີນຮີໂດຣແຊນມາດຕະຖານກັບເຄິ່ງປີນຂອງທອງ**

ຈາກຮູບທີ 21.4 ເຂັມເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າອ່ຽງໄປຫາເຄິ່ງປີນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ອ່ານຄ່າລະດັບໄຟຟ້າຂອງປີນໄດ້  $0,34 \text{ V}$  ສະແດງວ່າເຄິ່ງປີນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ເກີດປະຕິກິລິຍາເຮດູກຊີງ ໂດຍມີທອງເປັນຂົ້ວກາໂຕດ ແລະ ມີຜົນລິບລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານສູງກວ່າເຄິ່ງປີນ  $\text{Pt(s)}|\text{H}_2(\text{g}, 1 \text{ atm})|\text{H}^+(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ເນື່ອງຈາກກຳນົດໃຫ້ລະດັບໄຟຟ້າຂອງເຄິ່ງປີນຮີໂດຣແຊນມາດຕະຖານມີຄ່າເທົ່າກັບ  $0,00 \text{ V}$  ດັ່ງນັ້ນເຄິ່ງປີນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ຈຶ່ງມີລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານເທົ່າກັບ  $+0,34 \text{ V}$ .

ເນື່ອງຈາກໄດ້ຮູ້ແລ້ວວ່າ ເມື່ອນຳສອງເຄິ່ງປີນມາຕໍ່ໃສ່ກັນເປັນປີນກັລວານິກ ເຄິ່ງປີນທີ່ຮັບເອເລັກຕຣົງ (ກາໂຕດ) ຈະມີລະດັບໄຟຟ້າສູງກວ່າເຄິ່ງປີນທີ່ເສຍເອເລັກຕຣົງ (ອາໂນດ) ແລະ ລະດັບໄຟຟ້າທີ່ອ່ານໄດ້ຈາກເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າຈະເປັນລະດັບໄຟຟ້າ ຂອງປີນ ເຊິ່ງແມ່ນຜົນຕ່າງລະຫວ່າງລະດັບໄຟຟ້າຂອງເຄິ່ງປີນທີ່ມີລະດັບໄຟຟ້າສູງກັບເຄິ່ງປີນລະດັບໄຟຟ້າຕ່ຳ

ຈາກຂໍ້ມູນດັ່ງກ່າວນີ້ ຈຶ່ງສາມາດຫາຄ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄື່ອງປັ່ນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ໄດ້ດັ່ງນີ້:

ລະດັບໄຟຟ້າຂອງປັ່ນ = ລະດັບໄຟຟ້າຂອງກາໂຕດ - ລະດັບໄຟຟ້າຂອງອາໂນດ

$$E^\circ_{\text{ປັ່ນ}} = E^\circ_{\text{ກາໂຕດ}} - E^\circ_{\text{ອາໂນດ}}$$

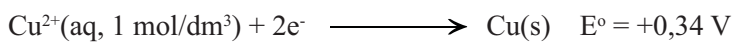
$$E^\circ_{\text{ປັ່ນ}} = E^\circ_{(\text{Cu}|\text{Cu}^{2+})} - E^\circ_{(\text{H}_2|\text{H}^+)}$$

ແທນຄ່າໃສ່

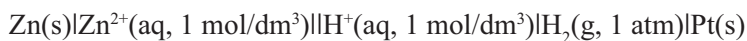
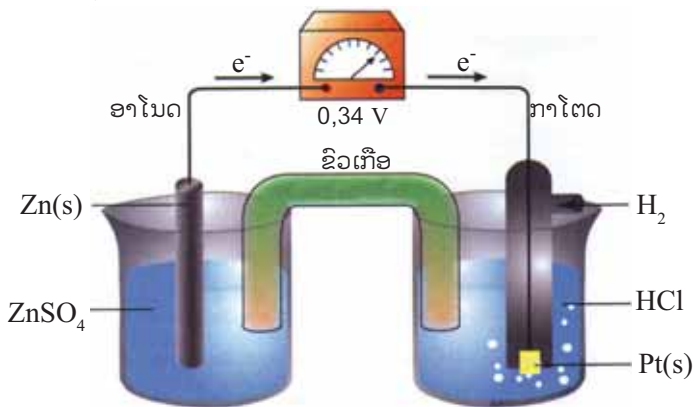
$$0,34 \text{ V} = E^\circ_{(\text{Cu}|\text{Cu}^{2+})} - 0,00 \text{ V}$$

$$E^\circ_{(\text{Cu}|\text{Cu}^{2+})} = +0,34 \text{ V}$$

ສາມາດສະແດງຄ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄື່ອງປັ່ນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ໄດ້ດັ່ງນີ້:

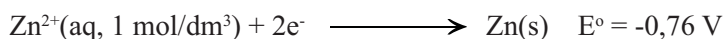


ເມື່ອນຳເຄື່ອງປັ່ນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ໄປຕໍ່ກັບເຄື່ອງປັ່ນ  $\text{Pt(s)}|\text{H}_2(\text{g}, 1 \text{ atm})|\text{H}^+(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ຮູບທີ 21.5.



**ຮູບທີ 21.5 ການຕໍ່ເຄື່ອງປັ່ນຮີໂດຣແຊນມາດຕະຖານກັບເຄື່ອງປັ່ນສັງກະສີມາດຕະຖານ**

ຈາກຮູບ 21.5 ເຂັມຂອງເຄື່ອງວັດແທກໄຟຟ້າອ່ຽງໄປຫາເຄື່ອງປັ່ນ  $\text{Pt(s)}|\text{H}_2(\text{g}, 1 \text{ atm})|\text{H}^+(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ສະແດງວ່າເຄື່ອງປັ່ນຮີໂດຣແຊນມາດຕະຖານມີລະດັບໄຟຟ້າສູງກວ່າຈຶ່ງເປັນກາໂຕດ ສ່ວນເຄື່ອງປັ່ນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ເຊິ່ງມີລະດັບໄຟຟ້າຕໍ່າກວ່າຈຶ່ງເປັນອາໂນດ ດັ່ງນັ້ນ ລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄື່ອງປັ່ນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ຈຶ່ງເທົ່າກັບ  $-0,76 \text{ V}$  ຂຽນສົມຜົນສະແດງຄ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄື່ອງປັ່ນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ໄດ້ດັ່ງນີ້:



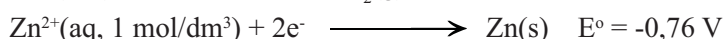
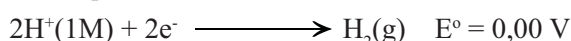
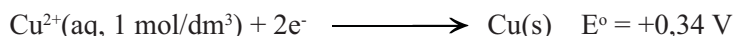
ລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄິ່ງປີນ  $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ຄິດໄລ່ໄດ້ ດັ່ງນີ້:

$$E^\circ_{\text{ປີນ}} = E^\circ_{\text{ກາໂຕດ}} - E^\circ_{\text{ອາໂນດ}}$$

$$0,76 \text{ V} = 0,00 - E^\circ_{(\text{Zn}|\text{Zn}^{2+})}$$

$$E^\circ_{(\text{Zn}|\text{Zn}^{2+})} = -0,76 \text{ V}$$

ລະດັບໄຟຟ້າຂອງເຄິ່ງປີນທັງ 3 ຊະນິດ ເມື່ອນຳມາຈັດລຳດັບຄວາມສາມາດໃນ ການຮັບ ເອເລັກຕຣົງຈະໄດ້ດັ່ງນີ້:



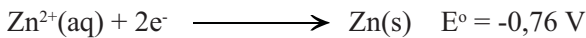
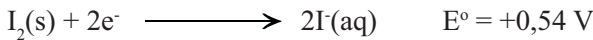
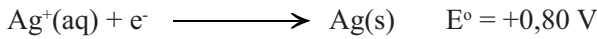
ລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄິ່ງປີນອື່ນໆ ກໍສາມາດຄິດໄລ່ໄດ້ໃນແບບດຽວກັນນີ້ ເນື່ອງຈາກວ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງແຕ່ລະເຄິ່ງປີນ ເປັນຄ່າຄົງທີ່ສະເພາະສຳລັບ ເຄິ່ງປີນຊະນິດນັ້ນ, ດັ່ງນັ້ນການກຳນົດຄ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄິ່ງປີນ ຈຶ່ງຕ້ອງໄດ້ ບອກວ່າເປັນລະດັບໄຟຟ້າຂອງປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊິງ ຫຼື ປະຕິກິລິຍາອົກຊິດາຊິງ ແຕ່ມາດ ຕະຖານສາກົນ ກຳນົດໃຫ້ໃຊ້ປະຕິກິລິຍາເຄິ່ງປີນເຣດຸກຊິງເປັນເຄິ່ງປີນມາດຕະຖານ ດັ່ງສະແດງ ໃນຕາຕະລາງ 21.1

**ຕາຕະລາງ 21.1** ຄ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄິ່ງປີນເຣດຸກຊິງຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^\circ\text{C}$ .

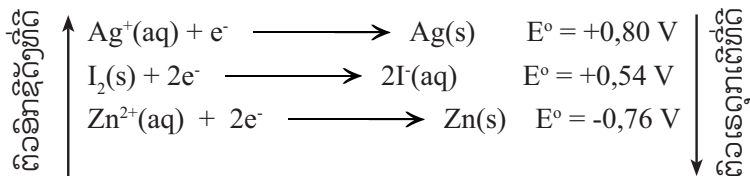
ປະຕິກິລິຍາເຄິ່ງປີນເຣດຸກຊິງ	$E^\circ \text{ (V)}$
$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{F}^-(\text{aq})$	+2,89
$\text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1,46
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \longrightarrow \text{Ag(s)}$	+0,80
$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{I}^-(\text{aq})$	+0,54
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu(s)}$	+0,34
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0,00
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe(s)}$	-0,04
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn(s)}$	-0,76
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al(s)}$	-1,68

ຂໍ້ມູນໃນຕາຕະລາງທີ 21.1 ສາມາດນຳໃຊ້ປະໂຫຍດໄດ້ໃນຫຼາຍຮູບແບບ ເຊັ່ນ:

1) ປຽບທຽບຄວາມສາມາດໃນການເປັນຕົວອີກຊີດັງ ຫຼື ຕົວເຮດູກເຕີ ຫຼັກໃນການພິຈາລະນາຄື ທາດທີ່ມີຄ່າ  $E^{\circ}$  ສູງຈະເປັນຕົວອີກຊີດັງດີກວ່າທາດທີ່ມີຄ່າ  $E^{\circ}$  ຕ່ຳ ດັ່ງຕົວຢ່າງ:



$\text{Ag}^+$  ຮັບເອເລັກຕຣົງໄດ້ດີທີ່ສຸດຈຶ່ງເປັນຕົວອີກຊີດັງໄດ້ດີກວ່າ  $\text{I}_2$  ແລະ  $\text{Zn}^{2+}$  ຕາມລຳດັບ, ສ່ວນທາດທີ່ມີຄ່າ  $E^{\circ}$  ຕ່ຳກວ່າ ຫຼື ມີຄ່າລົບຫຼາຍ ສະແດງວ່າ ເປັນຕົວອີກຊີດັງບໍ່ໄດ້ດີ ຫຼື ເຄິ່ງປົນນັ້ນເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊີດັງໄດ້ດີກວ່າ ແລະ ເປັນຕົວເຮດູກເຕີທີ່ດີ ໃນກໍລະນີນີ້  $\text{Zn}$  ຈຶ່ງເປັນຕົວເຮດູກເຕີທີ່ດີທີ່ສຸດ, ເມື່ອຈັດລຳດັບຄວາມສາມາດໃນການເປັນຕົວອີກຊີດັງ ແລະ ຕົວເຮດູກເຕີຂອງທາດທັງ 3 ຊະນິດຈະໄດ້ດັ່ງນີ້:

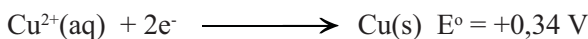
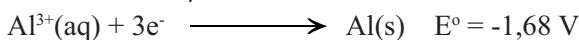


2) ໃຊ້ຄິດໄລ່ຄ່າລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງປົນ: ເມື່ອນຳສອງເຄິ່ງປົນທີ່ຮູ້ຄ່າ  $E^{\circ}$  ມາຕໍ່ໃສ່ກັນເປັນປົນກັລວານິກ ກໍສາມາດຄິດໄລ່ທາດລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງປົນໄດ້.

**ຕົວຢ່າງ 2:** ຖ້ານຳເຄິ່ງປົນ  $\text{Al}(\text{s})|\text{Al}^{3+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ກັບເຄິ່ງປົນ  $\text{Cu}(\text{s})|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ຢູ່ອຸນຫະພູມ  $25^{\circ}\text{C}$  ມາຕໍ່ເປັນປົນກັລວານິກ, ຈຶ່ງຊອກທາດລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງປົນນີ້.

ວິທີແກ້

ລະດັບໄຟຟ້າເຮດູກຊິງມາດຕະຖານຈາກຕາຕະລາງແມ່ນ



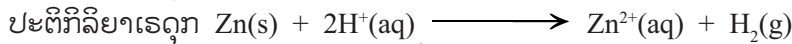
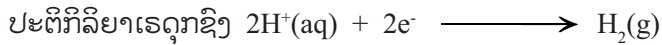
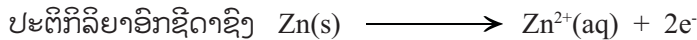
ເຄິ່ງປົນ  $\text{Cu}(\text{s})|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ມີຄ່າ  $E^{\circ}$  ສູງກວ່າ ສະແດງວ່າຮັບເອເລັກຕຣົງໄດ້ດີກວ່າຈຶ່ງເປັນກາໂຕດ, ສ່ວນເຄິ່ງປົນ  $\text{Al}(\text{s})|\text{Al}^{3+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ເປັນອາໂນດ ດັ່ງນັ້ນລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງປົນແມ່ນ:

$$\begin{aligned} E^{\circ}_{\text{ປົນ}} &= E^{\circ}_{\text{ກາໂຕດ}} - E^{\circ}_{\text{ອາໂນດ}} \\ &= +0,34 - (-1,68) = 2,02 \text{ V} \end{aligned}$$

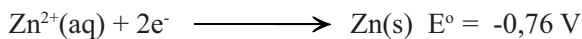
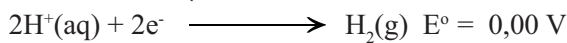
3) ໃຊ້ຄາດຄະເນໄດ້ວ່າປະຕິກິລິຍາເຮດູກທີ່ຂຽນສະແດງໄວ້ເກີດຂຶ້ນໄດ້ຈິງ ຫຼື ບໍ່ ແລະ ທິດທາງຂອງປະຕິກິລິຍາໄປທາງໃດ ຕົວຢ່າງເຊັ່ນ: ໃສ່ແຜ່ນໂລຫະສັງກະສິລົງໃນບົກເກີທີ່ມີທາດລະລາຍອາຊິດກູ້ຮິດຣິກເຂັ້ມຊັ້ນ  $1 \text{ mol/dm}^3$  ສັງເກດເຫັນວ່າ ມີຟອງກາສຮິໂດຣແຊນ ເກີດ



ຂຶ້ນ ສົມຜົນປະຕິກິລິຍາແມ່ນ:



ລະດັບໄຟຟ້າເຣດຸກຊິງມາດຕະຖານແມ່ນ:

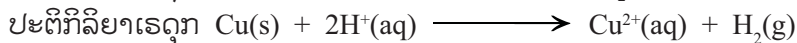
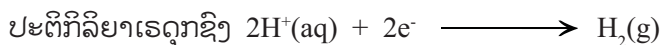
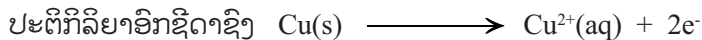


ລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງປົນແມ່ນ:

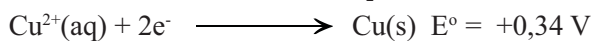
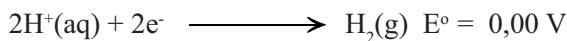
$$\begin{aligned} E^{\circ}_{\text{ປົນ}} &= E^{\circ}_{\text{ກາໂຕດ}} - E^{\circ}_{\text{ອາໂນດ}} \\ &= 0,00 - (-0,76) = +0,76 \text{ V} \end{aligned}$$

ປົນກໍລວມນິກທີ່ມີຄ່າ  $E^{\circ}_{\text{ປົນ}}$  ຫຼື ຄ່າ  $E^{\circ}$  ຂອງປະຕິກິລິຍາເປັນບວກ ໝາຍຄວາມວ່າ ສົມຜົນປະຕິກິລິຍາທີ່ຂຽນສະແດງໄວ້ນັ້ນເກີດຂຶ້ນໄດ້ຈິງ ດັ່ງນັ້ນ, ການໃສ່ແຜ່ນສັງກະສີລົງໃນທາດລະລາຍອາຊິດກໍຮິດຮິກ  $1 \text{ mol/dm}^3$  ຈຶ່ງສ້າງເກດເຫັນການປ່ຽນແປງເກີດຂຶ້ນ.

ຖ້າໃຊ້ໂລຫະທອງແທນໂລຫະສັງກະສີແລ້ວໃສ່ລົງໃນທາດລະລາຍອາຊິດກໍຮິດຮິກ ແລະ ກຳນົດໃຫ້ມີປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນດັ່ງນີ້:



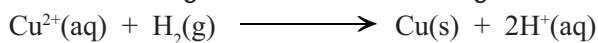
ລະດັບໄຟຟ້າຕະຖານຂອງເຄິ່ງປົນແມ່ນ:



ລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງປົນແມ່ນ:

$$\begin{aligned} E^{\circ}_{\text{ປົນ}} &= E^{\circ}_{\text{ກາໂຕດ}} - E^{\circ}_{\text{ອາໂນດ}} \\ &= 0,00 - (+0,34) = -0,34 \text{ V} \end{aligned}$$

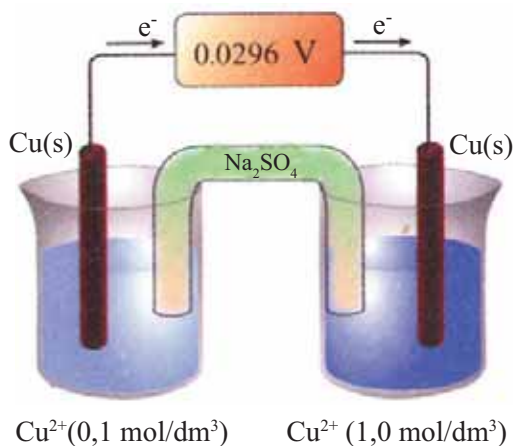
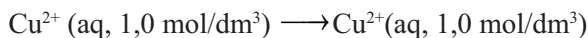
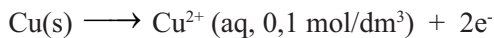
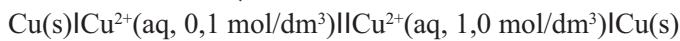
ຄ່າ  $E^{\circ}_{\text{ປົນ}}$  ປົນ ຫຼື ຄ່າ  $E^{\circ}$  ຂອງປະຕິກິລິຍາເປັນລົບ ໝາຍຄວາມວ່າ ສົມຜົນປະຕິກິລິຍາທີ່ຂຽນສະແດງໄວ້ນັ້ນ ບໍ່ເກີດຂຶ້ນໄດ້ຈິງ ເມື່ອໃສ່ໂລຫະທອງລົງໃນທາດລະລາຍອາຊິດກໍຮິດຮິກບໍ່ສ້າງເກດເຫັນການປ່ຽນແປງທີ່ເກີດຂຶ້ນ ເມື່ອພິຈາລະນາຄ່າ  $E^{\circ}$  ຂອງທັງສອງເຄິ່ງປົນເຫັນວ່າ ເຄິ່ງປົນ  $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ມີຄ່າ  $E^{\circ}$  ສູງກວ່າເຄິ່ງປົນ  $\text{Pt(s)}|\text{H}_2(\text{g}, 1 \text{ atm})|\text{H}^{+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ຈຶ່ງຄວນເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊິງ ແລະ ມີທິດທາງຂອງປະຕິກິລິຍາກົງກັນຂ້າມກັບທີ່ກຳນົດໃຫ້, ການປ່ຽນແປງທີ່ເກີດຂຶ້ນສາມາດຂຽນສົມຜົນໄດ້ດັ່ງນີ້:



ເມື່ອຄິດໄລ່ຄ່າ  $E^{\circ}$  ຂອງປະຕິກິລິຍາຈະໄດ້  $+0,34 \text{ V}$



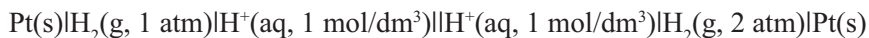
ການນຳເອົາສອງເຄິ່ງປົນມາຕໍ່ເປັນປົນກັລວານິກນັ້ນ ລະດັບໄຟຟ້າຂອງປົນຕອນເລີ່ມຕົ້ນ ຈະມີຄ່າສູງ ເມື່ອເວລາຜ່ານໄປຄວາມເຂັ້ມຂອງອີອົງໃນທາດລະລາຍຂອງເຄິ່ງປົນເຮດູກຊິງລູດລົງ ແລະ ລະດັບໄຟຟ້າກໍຫຼຸດລົງ ໃນຄະນະທີ່ຄວາມເຂັ້ມຂອງອີອົງໃນທາດລະລາຍຂອງເຄິ່ງປົນອີກຊິດາຊິງເພີ່ມຂຶ້ນ ແລະ ມີລະດັບໄຟຟ້າເພີ່ມຂຶ້ນ ສະແດງວ່າຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນຂອງອີອົງໃນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າມີຜົນຕໍ່ລະດັບໄຟຟ້າຂອງເຄິ່ງປົນ ຈຶ່ງສາມາດສ້າງ ປົນກັລວານິກຈາກເຄິ່ງປົນຊະນິດດຽວກັນ ແຕ່ຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນຂອງທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າແຕກຕ່າງກັນໄດ້ ເຊິ່ງເອີ້ນວ່າ ປົນຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນ ປົນແບບນີ້ເປັນປົນກັລວານິກທີ່ມີລະດັບໄຟຟ້ານ້ອຍຫຼາຍ ເຊັ່ນ:



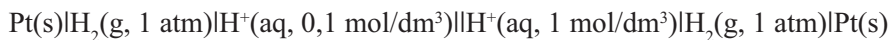
**ຮູບທີ 21.6 ປົນຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນ**

ຕອນເລີ່ມຕົ້ນຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນຂອງ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຂອງແຕ່ລະເຄິ່ງປົນມີຄ່າແຕກຕ່າງກັນ ເຮັດໃຫ້ປົນມີລະດັບໄຟຟ້າເທົ່າກັບ 0,0296V ເຊິ່ງເປັນຄ່ານ້ອຍຫຼາຍ ເມື່ອເວລາຜ່ານໄປຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນຂອງ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຂອງເຄິ່ງປົນເຮດູກຊິງຕໍ່າລົງ ສ່ວນຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນຂອງ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຂອງເຄິ່ງປົນອີກຊິດາຊິງເພີ່ມຂຶ້ນ, ລະດັບໄຟຟ້າຂອງປົນຈະຄອຍໆ ຫຼຸດລົງຈົນເປັນສູນ ເມື່ອຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນຂອງ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍທັງສອງເຄິ່ງປົນເທົ່າກັນ.

ຕົວຢ່າງປົນຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນໃນລະບົບບິດທີ່ເກີດຈາກຄວາມດັນຂອງກາສຕ່າງກັນ ເຊັ່ນ:



ຫຼື ອາດເກີດຈາກຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງທາດລະລາຍອາຊິດຕ່າງກັນ ແລະ ເກີດຂຶ້ນໃນລະບົບເບີດ ເຊັ່ນ:



#### 4. ປະເພດຂອງປົນກັລວານິກ

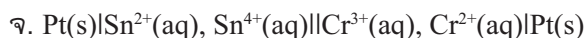
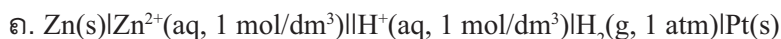
ປົນກັລວານິກແບ່ງອອກເປັນ 2 ປະເພດ ຄື: ປົນຂັ້ນໜຶ່ງ (Primary Cell) ແລະ ປົນຂັ້ນສອງ (Secondary Cell)

1) ປົນຂັ້ນໜຶ່ງ: ເປັນປົນກັລວານິກທີ່ປະຕິກິລິຍາເຄມີພາຍໃນປົນ ເກີດຂຶ້ນຢ່າງສົມບູນ ແລ້ວບໍ່ສາມາດປ່ຽນທາດຜະລິດຕະພັນກັບມາເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນໄດ້ ຈຶ່ງບໍ່ສາມາດນຳກັບມາໃຊ້ໄດ້ອີກ ເຊັ່ນ: ຖ່ານໄຟສາຍ, ປົນອາລຸມີນຳ, ປົນບາຫຼອດ, ປົນເຈີນ.

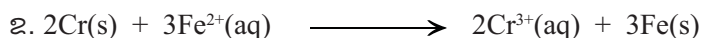
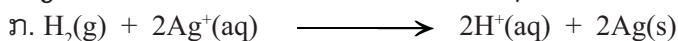
2) ປົນຂັ້ນສອງ: ເປັນປົນກັລວານິກທີ່ນຳໄປໃຊ້ແລ້ວສາມາດເຮັດໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາປັບກັບ ໂດຍການສາກໄຟ ຫຼື ບັນຈຸໄຟໃສ່ ຈຶ່ງນຳກັບມາໃຊ້ໃໝ່ໄດ້ອີກ ເຊັ່ນ: ປົນຊິນ (ໝໍ້ ໄຟ), ປົນນິແກນ - ກັດມີອອມ.

#### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ຈາກແຜນພາບປົນກັລວານິກທີ່ກຳນົດໃຫ້ ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງປະຕິກິລິຍາທີ່ຂັ້ວອາໂນດ, ຂົ້ວກາໂຕດ ແລະ ປະຕິກິລິຍາຂອງປົນ.



2. ຈົ່ງຂຽນແຜນພາບປົນກັລວານິກຈາກປະຕິກິລິຍາລຸ່ມນີ້:

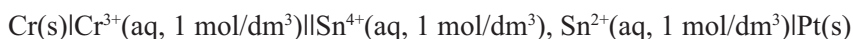


3. ເມື່ອຈຸມໂລຫະທອງລົງໃນທາດລະລາຍ  $\text{AgNO}_3$   $0,1 \text{ mol/dm}^3$  ປາກົດວ່າເກີດພິກສີເງິນຕິດຢູ່ແຜ່ນທອງ ແລະ ທາດລະລາຍປ່ຽນຈາກບໍ່ມີສີເປັນສີຟ້າອ່ອນ.

ກ. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງປະຕິກິລິຍາເຮດຸກທີ່ເກີດຂຶ້ນ.

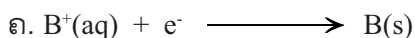
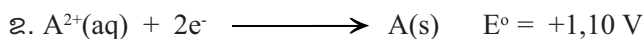
ຂ. ຈົ່ງຂຽນແຜນພາບປົນກັລວານິກ, ປະຕິກິລິຍາທີ່ຂົ້ວອາໂນດ ແລະ ກາໂຕດ.

4. ກຳນົດໃຫ້ແຜນພາບປົນກັລວານິກໃຫ້ດັ່ງນີ້:



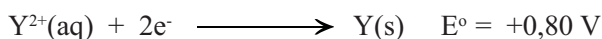
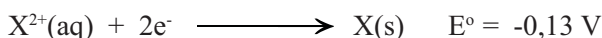
ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງປະຕິກິລິຍາອີກຊິດາຊິງ, ເຣດຸກຊິງ ແລະ ເຣດຸກ.

5. ກຳນົດຂໍ້ມູນໃຫ້ດັ່ງນີ້:



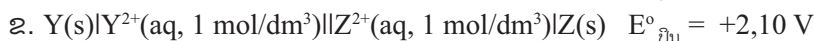
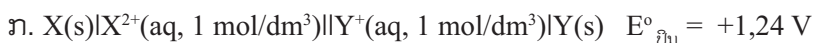
ຖາມວ່າປະຕິກິລິຍາໃນຂໍ້ ກ. ເກີດຂຶ້ນໄດ້ ຫຼື ບໍ່ ແລະ ປະຕິກິລິຍາ ຄ. ມີຄ່າ  $E^\circ$  ເທົ່າໃດ?

6. ກຳນົດຄ່າ  $E^\circ$  ໃຫ້ດັ່ງນີ້:



ເມື່ອຈຸມໂລຫະ X ແລະ Y ລົງໃນທາດລະລາຍອາຊິດຊິດຮິກ  $1 \text{ mol/cm}^3$ , ໂລຫະ X ແລະ Y ລົງມີການປ່ຽນແປງ ຫຼື ບໍ່, ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງການປ່ຽນແປງທີ່ເກີດຂຶ້ນ.

7. ກຳນົດແຜນພາບປົນໃຫ້ດັ່ງນີ້:



ຖ້ານຳເຄິ່ງປົນ  $\text{X(s)}|\text{X}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ມາຕໍ່ກັບເຄິ່ງປົນ  $\text{Z(s)}|\text{Z}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$  ລະດັບໄຟຟ້າຂອງປົນມີຄ່າເທົ່າໃດ? ເຄິ່ງປົນໃດເປັນອາໂນດ ແລະ ເຄິ່ງປົນໃດເປັນກາໂຕດ?

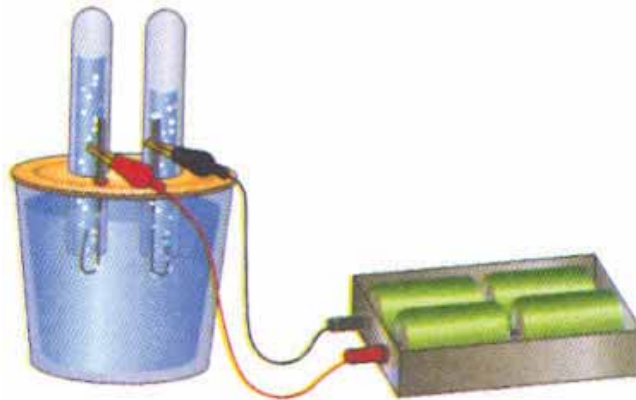
8. ພາຊະນະທີ່ເຮັດດ້ວຍເຫຼັກສາມາດໃຊ້ບັນຈຸທາດລະລາຍ  $\text{SnCl}_2$  ໄດ້ ຫຼື ບໍ່, ຍ້ອນຫຍັງ?

## ບົດທີ 22 ປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ

### 1. ຫຼັກການຂອງປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ

ປົນວິເຄາະໄຟຟ້າເປັນປົນໄຟຟ້າເຄມີຊະນິດໜຶ່ງທີ່ປະກອບດ້ວຍຂົ້ວໄຟຟ້າ 2 ຂົ້ວຈຸ່ມລົງໃນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າ ເມື່ອຜ່ານກະແສໄຟຟ້າຈາກແຫຼ່ງກຳເນີດໄຟຟ້າກະແສກົງເຂົ້າໄປໃນປົນ ຈະມີປະຕິກິລິຍາເຄມີເກີດຂຶ້ນ ແລະ ໄດ້ທາດໃໝ່ ເອີ້ນຂະບວນການນີ້ວ່າ ການວິເຄາະໄຟຟ້າ.

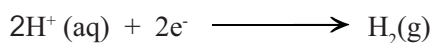
**ຕົວຢ່າງ:** ເມື່ອຜ່ານກະແສໄຟຟ້າລົງໃນນ້ຳກັ່ນທີ່ຢອດທາດລະລາຍ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ລົງໄປ 2-3 ຢອດ ເຫັນວ່າ ມີຟອດກາສເກີດຂຶ້ນທີ່ຂົ້ວໄຟຟ້າທັງສອງ ໂດຍຂົ້ວທີ່ຕໍ່ກັບຂົ້ວລົບຂອງຖານໄຟສາຍມີປະລິມານກາສເກີດຂຶ້ນຫຼາຍກວ່າຂົ້ວບວກ, ກາສທີ່ເກີດຂຶ້ນຢູ່ຂົ້ວລົບຄື ກາສນິໂດຣແຊນ ເຊິ່ງເປັນກາສທີ່ຕິດໄຟໄດ້, ສ່ວນຢູ່ຂົ້ວບວກເປັນກາສອີກຊີແຊນ ເຊິ່ງຊ່ວຍໃຫ້ເກີດການເຜົາໄໝ້.



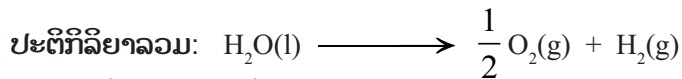
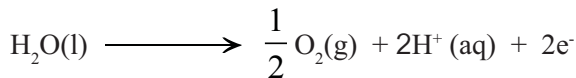
ຮູບທີ 22.1 ອຸປະກອນການແຍກນ້ຳດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ

ປະຕິກິລິຍາຢູ່ຂົ້ວໄຟຟ້າ ທັງສອງມີດັ່ງນີ້:

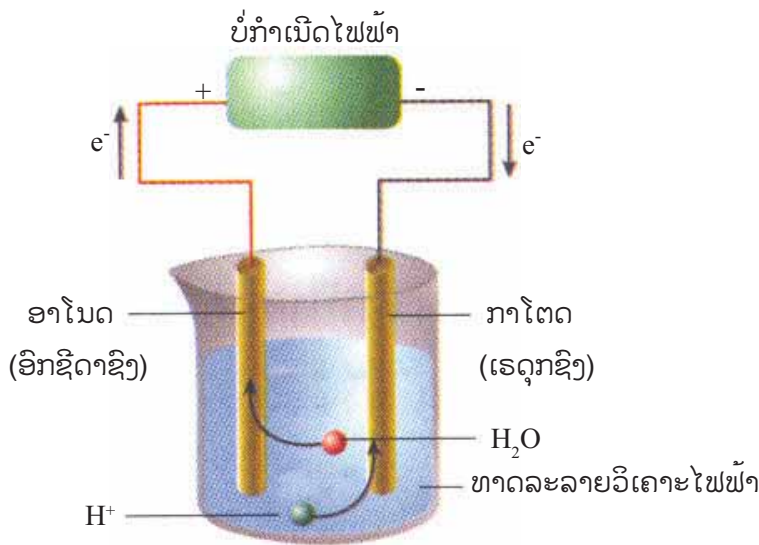
**ກາໂຕດ:** ຂົ້ວທີ່ຕໍ່ກັບຂົ້ວລົບຂອງແຫຼ່ງກຳເນີດໄຟຟ້າກະແສກົງ,  $\text{H}^+$  ໃນທາດລະລາຍມີຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າສູງກວ່ານ້ຳ ຈຶ່ງຮັບເອເລັກຕຣົງແລ້ວເກີດກາສນິໂດຣແຊນ ດັ່ງລົມຜົນ:



**ອາໂນດ:** ຂົ້ວທີ່ຕໍ່ກັບຂົ້ວບວກຂອງແຫຼ່ງກຳເນີດໄຟຟ້າກະແສກົງ,  $\text{H}_2\text{O}$  ເກີດອີກຊີດາຊິງໄດ້ງ່າຍກວ່າ  $\text{SO}_4^{2-}$  ໃນທາດລະລາຍຈຶ່ງໃຫ້ເອເລັກຕຣົງແລ້ວເກີດກາສອີກຊີແຊນ ດັ່ງລົມຜົນ:



ຈາກຕົວຢ່າງເຮັດໃຫ້ຮູ້ວ່າ ປົນວິເຄາະໄຟຟ້າເປັນປົນໄຟຟ້າເຄມີທີ່ຜ່ານກະແສໄຟຟ້າເຂົ້າໄປໃນປົນແລ້ວເຮັດໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ ຈຶ່ງສາມາດຂຽນແຜນພາບສະແດງສ່ວນປະກອບ ແລະ ການເກີດປະຕິກິລິຍາພາຍໃນປົນວິເຄາະໄຟຟ້າໄດ້ດັ່ງນີ້:



ຮູບທີ 22.2 ສ່ວນປະກອບຂອງປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ

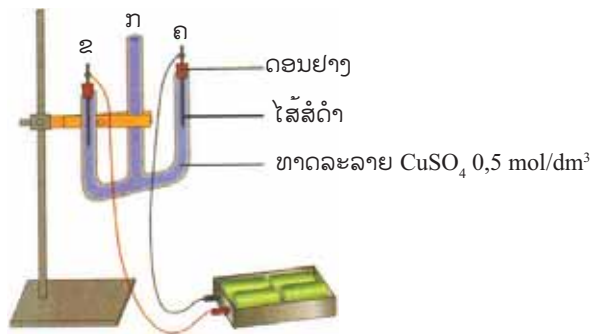
ຫຼັກການຂອງປົນວິເຄາະໄຟຟ້ານຳໄປໃຊ້ປະໂຫຍດທາງອຸດສາຫະກຳໄດ້ເຊັ່ນ: ການແຍກທາດເຄມີດ້ວຍໄຟຟ້າ, ການເຄືອບໂລຫະ ແລະ ການເຮັດໃຫ້ໂລຫະສົດ.

## 2. ການແຍກທາດລະລາຍດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ

ທາດລະລາຍທີ່ມີຕົວຖືກລະລາຍແຕກຕົວເປັນອີອົງໄດ້ ເມື່ອນຳໄປແຍກດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ ຈະເກີດການປ່ຽນແປງແນວໃດນັ້ນໃຫ້ສຶກສາໃນການທົດລອງຕໍ່ໄປນີ້:

### ກົດຈະກຳ 1: ທົດລອງການແຍກທາດລະລາຍ $\text{CuSO}_4$ ດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ

1) ໃສ່ທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$   $0,5 \text{ mol/dm}^3$  ທາງຫຼອດ ກ ໃຫ້ເຕັມຫຼອດ ຂ ແລະ ຄ ພໍດີ ແລ້ວປິດປາຍຫຼອດດ້ວຍດອນຢ່າງທີ່ມີທ່ອນກຣາຟິດ ຫຼື ລວດນິໂກຣມ (Nichrome) ສູງບູ່.



### ຮູບທີ 22.3 ອຸປະກອນແຍກທາດລະລາຍ $\text{CuSO}_4$ ດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ

- 2) ຕໍ່ຂົ້ວໄຟຟ້າເຂົ້າກັບຖ່ານໄຟສາຍ 6 V ໃຫ້ຄົບວົງຈອນ ແລ້ວສັງເກດການປ່ຽນແປງ.
- 3) ທົດສອບກາສທີ່ເກີດຂຶ້ນດ້ວຍທູບທີ່ມີໄຟ.
- 4) ເຮັດການທົດລອງຄືກັບຂໍ້ 1-3 ແຕ່ໃຊ້ທາດລະລາຍ KI 0,5 mol/dm<sup>3</sup> ແທນທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ແລະ ເຕີມເຟໂນລຟາຕາເລອິນລົງໃນຫຼອດ ຂ ແລະ ຄ ຫຼອດລະ 2-3 ຢອດ ສັງເກດການປ່ຽນແປງ.

ຜົນການທົດລອງການແຍກທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ:

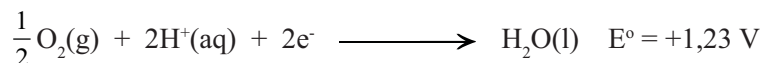
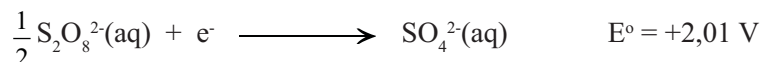
ທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ເປັນທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າປະກອບດ້ວຍ  $\text{Cu}^{2+}$  ແລະ  $\text{SO}_4^{2-}$  ສ່ວນ  $\text{H}_2\text{O}$  ເປັນທາດພາລະລາຍ ເຊິ່ງຢູ່ໃນຮູບໂມເລກຸລທີ່ເປັນກາງທາງໄຟຟ້າ ເມື່ອຜ່ານກະແສໄຟຟ້າຈາກຖ່ານໄຟສາຍເຂົ້າໄປໃນອຸປະກອນແຍກທາດລະລາຍຈະເກີດປະຕິກິລິຂຶ້ນດັ່ງນີ້:

**ກາໂຕດ (ຂົ້ວໄຟຟ້າທີ່ຕໍ່ກັບຂົ້ວລົບຂອງຖ່ານໄຟສາຍ):**  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍ ແລະ  $\text{H}_2\text{O}$  ມີໂອກາດຮັບເອເລັກຕຣົງຈາກຖ່ານໄຟສາຍ, ທັງສອງເຄິ່ງປະຕິກິລິຍາ ມີຄ່າ  $E^\circ$  ດັ່ງນີ້:

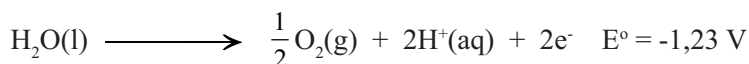
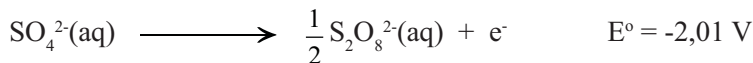


ອີງຕາມຄ່າ  $E^\circ$  ສະແດງວ່າ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຮັບເອເລັກຕຣົງໄດ້ດີກວ່າ  $\text{H}_2\text{O}$  ດັ່ງນັ້ນ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຈຶ່ງເກີດປະຕິກິລິຍາເຮດູກຊິງແລ້ວໄດ້ໂລຫະ Cu.

**ອາໂນດ (ຂົ້ວໄຟຟ້າທີ່ຕໍ່ກັບຂົ້ວບວກຂອງຖ່ານໄຟສາຍ):** ໃນທາດລະລາຍມີ  $\text{SO}_4^{2-}$  ແລະ  $\text{H}_2\text{O}$  ທີ່ມີໂອກາດເສຍເອເລັກຕຣົງ ຫຼື ເກີດປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊິງ, ທັງສອງເຄິ່ງປະຕິກິລິຍາ ມີຄ່າ  $E^\circ$  ດັ່ງນີ້:

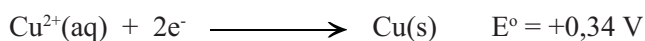
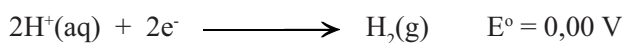


ເມື່ອຂຽນສົມຜົນໃໝ່ເປັນປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊີງ ເພື່ອໃຫ້ສອດຄ່ອງກັບປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນທີ່ອາໂນດ ຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າຂອງເຄິ່ງປີນຈະມີເຄື່ອງໝາຍກົງກັນຂ້າມກັບ  $E^\circ$  ຂອງສົມຜົນເກົ່າດັ່ງນີ້:

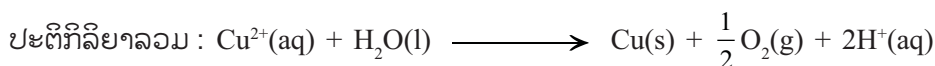
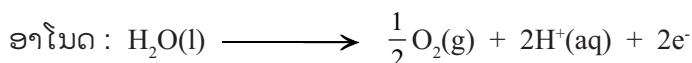
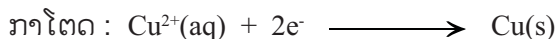


ຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າອົກຊີດາຊີງຂອງ  $\text{H}_2\text{O}$  ມີຄ່າສູງກວ່າ  $\text{SO}_4^{2-}$  ສະແດງວ່າ  $\text{H}_2\text{O}$  ເສຍເອເລັກຕຣົງໄດ້ດີກວ່າ  $\text{SO}_4^{2-}$  ດັ່ງນັ້ນຢູ່ອາໂນດ  $\text{H}_2\text{O}$  ໃຫ້ເອເລັກຕຣົງແລ່ນເກີດເປັນ  $\text{H}^+$  ກັບກາສ  $\text{O}_2$  ເພາະເມື່ອທົດສອບກາສທີ່ເກີດຂຶ້ນເຫັນວ່າ ເປັນກາສທີ່ຊ່ວຍໃຫ້ໄຟໄໝ້.

ເຖິງວ່າໃນປະຕິກິລິຍາຈະມີ  $\text{H}^+$  ເກີດຂຶ້ນ ແລະ ອາດຈະຮັບເອເລັກຕຣົງເກີດເປັນກາສ  $\text{H}_2$  ໄດ້, ຈະມີຄ່າ  $E^\circ$  ດັ່ງນີ້:



ເຫັນວ່າ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍສາມາດຮັບເອເລັກຕຣົງໄດ້ດີກວ່າ  $\text{H}^+$  ດັ່ງນັ້ນ  $\text{H}^+$  ຈຶ່ງບໍ່ເກີດປະຕິກິລິຍາ, ປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນການແຍກທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າສະຫຼຸບໄດ້ດັ່ງນີ້:



ເມື່ອຄິດໄລ່ທາດຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າຂອງປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ ສໍາລັບການວິເຄາະໄຟຟ້າທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ໂດຍຄິດໄລ່ຈາກຜົນລົບລະຫວ່າງຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າເຣດຸກຊີງມາດຕະຖານທີ່ກາໂຕດກັບອາໂນດ ດັ່ງນີ້:

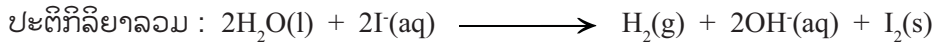
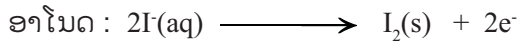
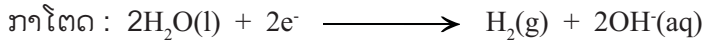
$$\begin{aligned} E^\circ_{\text{ປົນ}} &= E^\circ_{\text{ກາໂຕດ}} - E^\circ_{\text{ອາໂນດ}} \\ &= +0,34 - (+1,23) = -0,89 \text{ V} \end{aligned}$$

ຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າຂອງປົນມີຄ່າລົບ ສະແດງວ່າ ການປ່ຽນແປງນີ້ເກີດຂຶ້ນເອງບໍ່ໄດ້ຕ້ອງໃຊ້ພະລັງງານຊ່ວຍ ຄືໃຊ້ພະລັງງານໄຟຟ້າເພື່ອໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີ, ດັ່ງນັ້ນການແຍກ

ທາດລະລາຍ  $\text{CuSO}_4$  ຕ້ອງໃຊ້ກະແສໄຟຟ້າ 0,89 V.

**ຜົນການທົດລອງການແຍກທາດລະລາຍ KI ດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ:**

ການແຍກທາດລະລາຍ KI ດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າສະຫຼຸບໄດ້ດັ່ງນີ້:

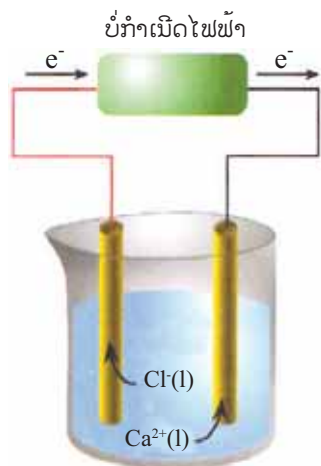


ນອກຈາກນີ້ຜົນການທົດລອງຍັງພົບວ່າ ມີສີບົວຢູ່ບໍລິເວນຂົ້ວລົບ ຫຼື ຂົ້ວກາໂຕດ ເຊິ່ງອະທິບາຍໄດ້ວ່າ ເນື່ອງຈາກມີ  $\text{OH}^-$  ເກີດຂຶ້ນໃນທາດລະລາຍ ແລະ ເກີດປະຕິກິລິຍາກັບເຟໂນລຟະຕາເລອິນທີ່ຢອດລົງໄປ, ສ່ວນຢູ່ຂົ້ວບວກ ຫຼື ອາໂນດ ທາດລະລາຍຈະມີສີນ້ຳຕານແດງ ເຊິ່ງເກີດຈາກ  $\text{I}_2$  ລະລາຍໃນທາດລະລາຍ KI.

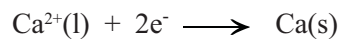
### 3. ການແຍກທາດທີ່ຫຼອມແຫຼວດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ

ເມື່ອໃຫ້ຄວາມຮ້ອນກັບທາດປະລິມານອົງຈົນຮອດຈຸດເປື້ອນທາດຈະເກີດການຫຼອມແຫຼວເຮັດໃຫ້ອົງບວກ ແລະ ອົງລົບ ທີ່ເປັນອົງປະກອບຂອງທາດມີອິດສະລະໃນການເຄື່ອນທີ່ ແລະ ຊັກນຳໄຟຟ້າໄດ້ ເມື່ອຜ່ານກະແສໄຟຟ້າເຂົ້າໄປຈະເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊິງ ແລະ ອັກຊິດາຊິງຢູ່ຂົ້ວໄຟຟ້າ.

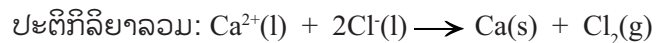
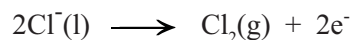
**ຕົວຢ່າງ:** ການແຍກທາດ  $\text{CaCl}_2$  ທີ່ຫຼອມແຫຼວດ້ວຍໄຟຟ້າຈະເກີດປະຕິກິລິຍາຂຶ້ນດັ່ງນີ້:



ກາໂຕດ: ອີອົງການຊີອອມເກີດປະຕິກິລິຍາເຣດຸກຊິງ



ອາໂນດ: ອີອົງກູ້ເກີດປະຕິກິລິຍາອັກຊິດາຊິງ



**ຮູບທີ 22.4 ແຜນພາບສະແດງການແຍກທາດ  $\text{CaCl}_2$  ທີ່ຫຼອມແຫຼວດ້ວຍໄຟຟ້າ**



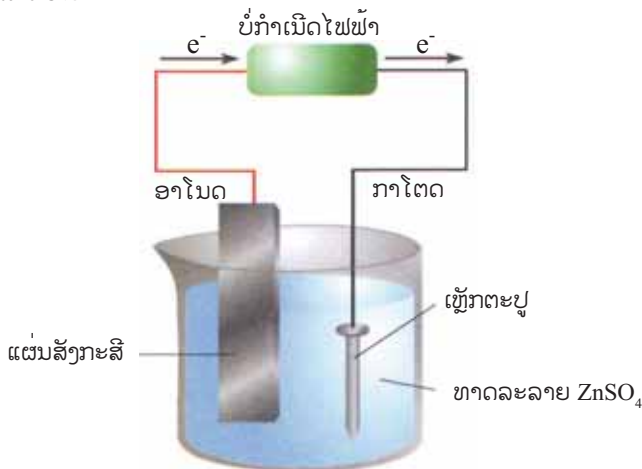
ສຳລັບທາດລະລາຍຂອງທາດປະສົມອີອົງທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນສູງ ແລະ ມີນ້ຳໜ້ອຍ ເມື່ອນຳໄປແຍກດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ ກໍຈະມີປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນເຊັ່ນດຽວກັບການແຍກທາດທີ່ຫຼອມແຫຼວ.

#### 4. ການເຄືອບໂລຫະດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ

ຫຼັກການຂອງປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ ສາມາດນຳໄປໃຊ້ໃນການເຮັດໃຫ້ໂລຫະຊະນິດໜຶ່ງໄປເຄືອບຢູ່ຜິວຂອງໂລຫະອີກຊະນິດໜຶ່ງໄດ້ ເຊິ່ງເອີ້ນວ່າ ການເຄືອບໂລຫະດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ ສຶກສາໄດ້ຈາກການທົດລອງຕໍ່ໄປນີ້:

##### ກົດຈະກຳ 2: ທົດລອງການເຄືອບເຫຼັກຕະປູດ້ວຍສັງກະສີ

- 1) ໃຊ້ກະດາດຊາຍຫຼັກຕະປູຍາວປະມານ 3 cm ໃຫ້ສະອາດດີ ແລ້ວນຳໄປແຊ່ໃນທາດລະລາຍ  $\text{HCl } 1 \text{ mol/dm}^3$  2 ນາທີ ແລ້ວລ້າງດ້ວຍນ້ຳໃຫ້ສະອາດ ແລະ ເຊັດໃຫ້ແຫ້ງ.
- 2) ຕື່ມທາດລະລາຍ  $\text{ZnSO}_4 \text{ } 0,1 \text{ mol/dm}^3$  70  $\text{cm}^3$  ລົງໃນຈອກບົກເກີຂະໜາດ 100  $\text{cm}^3$ .
- 3) ຕໍ່ແຜ່ນສັງກະສີເຂົ້າກັບຂົ້ວບວກ ແລະ ຕໍ່ເຫຼັກຕະປູເຂົ້າກັບຂົ້ວລົບຂອງຖ່ານໄຟສາຍ, ໃຊ້ຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າປະມານ 3 V. ຫຼັງຈາກນັ້ນເມື່ອເວລາຜ່ານໄປປະມານ 5 ນາທີໃຫ້ສັງເກດການປ່ຽນແປງທີ່ເກີດຂຶ້ນ.



##### ຮູບທີ 22.5 ການເຄືອບເຫຼັກຕະປູດ້ວຍສັງກະສີ

ເມື່ອຜ່ານກະແສໄຟຟ້າກົງເຂົ້າໄປ ອີອົງຂອງໂລຫະໃນທາດລະລາຍທີ່ມີຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າສູງກວ່ານ້ຳ ຈະຮັບເອເລັກຕຣົງຈາກວັດຖຸທີ່ຕໍ່ຢູ່ຂົ້ວລົບຂອງຖ່ານໄຟສາຍ ຫຼື ກາໂຕດ ເກີດເປັນອາໂຕມຂອງໂລຫະເຄືອບຕິດຜິວຂອງວັດຖຸທີ່ນຳມາເຄືອບ, ໃນຄະນະດຽວກັນນັ້ນໂລຫະຢູ່ຂົ້ວບວກ ຫຼື ອາໂນດຈະເກີດປະຕິກິລິຍາອົກຊີດາຊິງໄດ້ອີອົງຂອງໂລຫະລະລາຍຢູ່ໃນທາດລະລາຍ ເພື່ອທົດແທນອີອົງຂອງໂລຫະທີ່ປ່ຽນແປງໄປເປັນອາໂຕມຂອງໂລຫະ ຈຶ່ງເຫັນວ່າອາໂນດ

ຖືກກັດທຽນ ສ່ວນກາໂຕດມີໂລຫະມາຕິດເພີ່ມຂຶ້ນ.

ໃນການເຄືອບໂລຫະດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າມີຫຼັກການດັ່ງນີ້:

(1) ນໍາວັດຖຸທີ່ຕ້ອງການເຄືອບໄປຕໍ່ກັບຂົ້ວລົບ ຫຼື ກາໂຕດ ສ່ວນໂລຫະທີ່ໃຊ້ເຄືອບໃຫ້ຕໍ່ກັບຂົ້ວບວກ ຫຼື ອາໂນດຂອງບໍ່ໄຟຟ້າ.

(2) ທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າທີ່ໃຊ້ຕ້ອງມີອີອົງຂອງໂລຫະຊະນິດດຽວກັບໂລຫະທີ່ເປັນອາໂນດ ຫຼື ໂລຫະທີ່ໃຊ້ເຄືອບ.

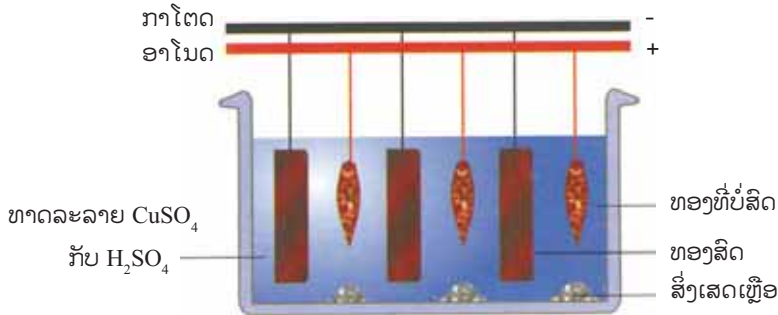
(3) ໃຊ້ໄຟຟ້າກະແສກົງເພື່ອໃຫ້ຂົ້ວໄຟຟ້າເປັນຂົ້ວບວກ ແລະ ຂົ້ວລົບຢູ່ຕະຫຼອດເວລາ.

## 5. ການເຮັດໃຫ້ໂລຫະສົດໂດຍໃຊ້ຫຼັກການປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ

ຫຼັກການຂອງປົນວິເຄາະໄຟຟ້າສາມາດນໍາມາໝູນໃຊ້ ເພື່ອເຮັດໃຫ້ໂລຫະສົດໄດ້ ດັ່ງນີ້:

### 1) ການເຮັດໃຫ້ໂລຫະທອງສົດ

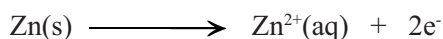
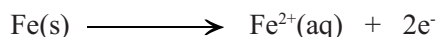
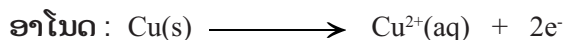
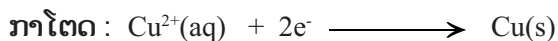
ໂລຫະທອງທີ່ໄດ້ຈາກການຫຼອມແຮ່ທາດຈະມີຄວາມສົດບໍ່ເກີນ 99% ສິ່ງທີ່ເຫຼືອຈະເປັນສິ່ງເຈືອປົນ ເຊັ່ນ: ສັງກະສີ, ເຫຼັກ, ເງິນ ແລະ ຄໍາ ຈະເຮັດໃຫ້ໂລຫະທອງຊັກນໍາໄຟຟ້າໄດ້ບໍ່ດີ, ຖ້າຕ້ອງການໃຊ້ທອງທີ່ມີຄວາມສົດ ຊັກນໍາໄຟຟ້າໄດ້ດີ ສາມາດນໍາເອົາຫຼັກການຂອງປົນວິເຄາະໄຟຟ້າມາໃຊ້ ເພື່ອເຮັດໃຫ້ທອງມີຄວາມສົດ 99,95% ໄດ້ດັ່ງນີ້:



ຮູບທີ 22.6 ການເຮັດໃຫ້ທອງສົດ

ການເຮັດໃຫ້ໂລຫະທອງສົດ ໃຫ້ນໍາເອົາໂລຫະທອງທີ່ບໍ່ສົດໄປຕໍ່ເປັນຂົ້ວອາໂນດຂອງປົນ ແລະ ໃຊ້ທອງສົດເປັນຂົ້ວກາໂຕດ, ຂົ້ວໄຟຟ້າທັງສອງຈຸ່ມຢູ່ໃນທາດລະລາຍປະສົມລະຫວ່າງ  $\text{CuSO}_4$  ກັບ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ເມື່ອຜ່ານກະແສໄຟຟ້າກົງທີ່ມີຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າເໝາະສົມເຂົ້າໄປໃນປົນ  $\text{Cu}^{2+}$  ໃນທາດລະລາຍຈະຮັບເອເລັກຕຣົງຢູ່ຂົ້ວກາໂຕດແລ້ວເກີດເປັນທອງສົດ ໃນຄະນະດຽວກັນຢູ່ຂົ້ວອາໂນດ ໂລຫະທອງຈະເສຍເອເລັກຕຣົງເກີດເປັນ  $\text{Cu}^{2+}$  ລະລາຍໃນທາດລະລາຍ, ສໍາລັບໂລຫະທີ່ເຈືອປົນຢູ່ກັບທອງ ເຊັ່ນ: ເຫຼັກ ແລະ ສັງກະສີ ເປັນໂລຫະທີ່ເສຍ

ເອເລັກຕຣົງໄດ້ງ່າຍກວ່າທອງ ຈຶ່ງຖືກອີກຊີດັ່ງເປັນ  $\text{Fe}^{2+}$  ແລະ  $\text{Zn}^{2+}$  ປົນຢູ່ໃນທາດລະລາຍ, ສ່ວນໂລຫະເງິນ, ຄຳ ແລະ ປລາຕິນ ເສຍເອເລັກຕຣົງໄດ້ຍາກກວ່າ ທອງຈະບໍ່ຖືກອີກຊີດັ່ງຈຶ່ງຕົກພົກຢູ່ກັ້ນພາຊະນະ ຈະມີປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນດັ່ງນີ້:

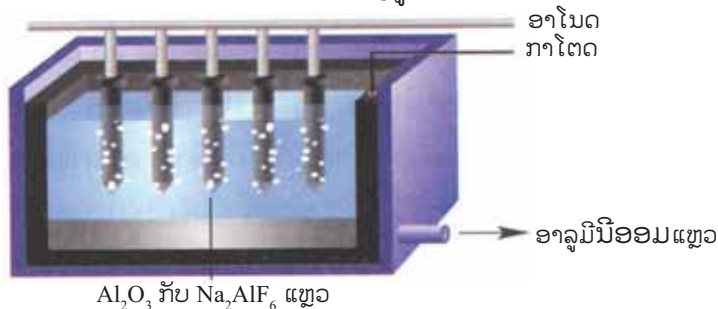


## 2) ການຜະລິດໂລຫະອາລູມີນີອອມ

ອາລູມີນີອອມເປັນໂລຫະເບົາ, ແຂງ, ສີຂາວຄືເງິນ, ຜົວເຫຼື້ອມ, ຈຸດເປື້ອຍສູງ ນຳມາໃຊ້ປະໂຫຍດ ໃນຮູບຂອງໂລຫະສົດ ແລະ ໂລຫະປະສົມ ໃນທຳມະຊາດບໍ່ພົບເຫັນໂລຫະອາລູມີນີອອມທີ່ເປັນໂລຫະສົດ ແຕ່ພົບເຫັນໃນທາດປະສົມ ເຊັ່ນ: ແຮ່ບົກຊິດ ມີ  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  85% ໂດຍມວນສານ ເມື່ອນຳມາແຍກສິ່ງເຈືອປົນອື່ນໆ ອອກແລ້ວເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  ຈະໄດ້  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ເຊິ່ງເປັນ ວັດຖຸຕົບໃນການຜະລິດໂລຫະອາລູມີນີອອມ, ການຜະລິດໂລຫະອາລູມີນີອອມມີ 2 ວິທີ ດັ່ງນີ້:

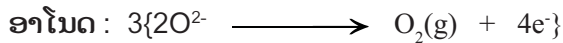
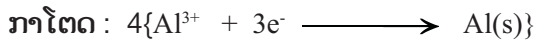
**ວິທີທີ 1:** ຫຼອມແຫຼວແຮ່ບົກຊິດດ້ວຍຄວາມຮ້ອນ ແລ້ວເຮດູກ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ໂລຫະອາລູມີນີອອມ ແຕ່ວິທີນີ້ຊອກຫາຕົວເຮດູກທີ່ເໝາະສົມໄດ້ຍາກ ເນື່ອງຈາກ  $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$  ມີຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າຕ່ຳ ແລະ ຕ້ອງໃຊ້ຄວາມຮ້ອນສູງຫຼາຍ ຈຶ່ງບໍ່ນິຍົມໃຊ້ວິທີນີ້:

**ວິທີທີ 2:** ແຍກດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ ໂດຍນຳເອົາ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ທີ່ມີຈຸດເປື້ອຍ  $2045\text{ }^{\circ}\text{C}$  ມາປະສົມກັບແຮ່ກຣີໂອລິດ ( $\text{Na}_2\text{AlF}_6$ ) ແລ້ວຫຼອມແຫຼວ ຈະໄດ້ທາດປະສົມແຫຼວທີ່ມີອຸນຫະພູມຕ່ຳ ແລະ ຊັກນຳໄຟຟ້າໄດ້ ເຊິ່ງສາມາດນຳໄປແຍກດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າຢູ່ອຸນຫະພູມປະມານ  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  ໂດຍໃຊ້ທ່ອນກຣາຟິດເປັນຂົ້ວໄຟຟ້າ ດັ່ງຮູບທີ 22.7.

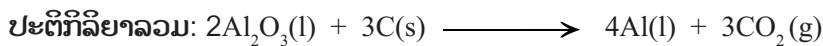
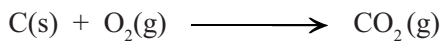


ຮູບທີ 22.7 ການຜະລິດໂລຫະອາລູມີນີອອມ.

ເມື່ອຜ່ານກະແສໄຟຟ້າທີ່ມີຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າປະມານ 5 V ແລະ ກະແສໄຟຟ້າສູງກວ່າ 175000 A ຈະເກີດປະຕິກິລິຍາດັ່ງນີ້:



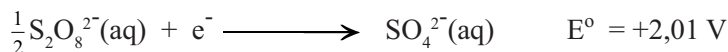
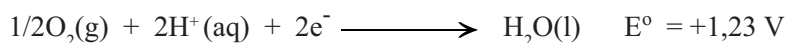
ກາສ  $\text{O}_2$  ທີ່ເກີດຂຶ້ນຈະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບກາກບອນທີ່ອາໂນດຈະໄດ້ຜະລິດຕະພັນແມ່ນ  $\text{CO}_2$  ດັ່ງສົມຜົນ:



ການແຍກແຮ່ບົກຊຶດດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າຈະໄດ້ໂລຫະອາລູມີນີອມຢູ່ກາໂຕດ ແລະ ໄດ້ກາສ  $\text{CO}_2$  ຢູ່ອາໂນດ

## ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

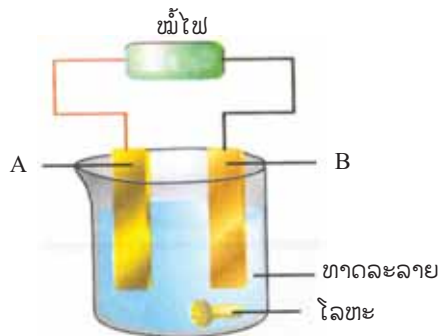
- ຈົ່ງແຕ້ມຮູບສະແດງສ່ວນປະກອບຂອງປົນວິເຄາະໄຟຟ້າແລະອະທິບາຍປະຕິກິລິຍາຢູ່ຂົ້ວອາໂນດ ແລະ ຂົ້ວກາໂຕດ.
- ຈົ່ງອະທິບາຍການປ່ຽນແປງຢູ່ຂົ້ວອາໂນດ ແລະ ຂົ້ວກາໂຕດ ພ້ອມທັງຂຽນສົມຜົນປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນ ແລະ ຄິດໄລ່ຄ່າຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າທີ່ຕ້ອງການເພື່ອແຍກທາດລະລາຍ  $\text{MgSO}_4$  ແລະ  $\text{ZnBr}_2$  ດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ, ກຳນົດຄ່າ  $E^\circ$  ດັ່ງນີ້:



- ຈາກຮູບການເຮັດໃຫ້ໂລຫະສັງກະສິບໍລິສຸດດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ ຈົ່ງຕອບຄໍາຖາມຕໍ່ໄປນີ້
  - ຂົ້ວໃດເປັນຂົ້ວກາໂຕດ ຍ້ອນຫຍັງ?

2) ທາດລະລາຍທີ່ໃຊ້ຄວນເປັນໃດ?

3) ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນສະແດງປະຕິກິລິຍາເຄມີຢູ່ຂັ້ນກາໂຕດ.



4. ຈົ່ງອອກແບບປົນວິເຄາະໄຟຟ້າສໍາລັບການເຄື່ອນເພັກຕະປູດ້ວຍໂກຣມ ໂດຍການແຕ້ມ ຮູບສະແດງສ່ວນປະກອບຂອງປົນ ແລະ ຂຽນສົມຜົນສະແດງປະຕິກິລິຍາເຄມີຢູ່ຂັ້ນອາໂນດ ແລະ ກາໂຕດ.

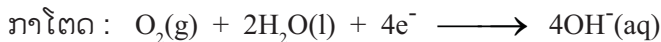
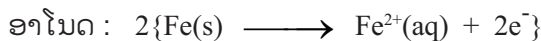
5. ໃນການແຍກ  $\text{CuBr}_2$  ແຫຼວ ດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ. ຈົ່ງຂຽນສົມຜົນປະຕິກິລິຍາອີກຊີດາຊິງ, ເຣດຸກຊິງ ແລະ ປະຕິກິລິຍາລວມທີ່ເກີດຂຶ້ນ.

## ບົດທີ 23 ການເກີດໝູ່ຂອງໂລຫະ ແລະ ການປ້ອງກັນ

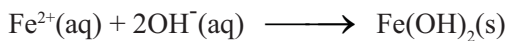
### 1. ການເກີດໝູ່ຂອງໂລຫະ

ເຄື່ອງມື, ເຄື່ອງໃຊ້, ວັດຖຸສິ່ງຂອງຕ່າງໆ ຫຼື ສິ່ງກໍ່ສ້າງທີ່ເຮັດໂດຍໂລຫະ ຫຼື ມີໂລຫະເປັນສ່ວນປະກອບ ເມື່ອນຳໃຊ້ໄປໄລຍະເວລາໃດໜຶ່ງມັກພົບບັນຫາຄື: ເກີດເປັນໝູ່ ຕົວຢ່າງການເກີດໝູ່ທີ່ເຄີຍເຫັນໃນຊີວິດປະຈຳວັນ ເຊັ່ນ: ເຫຼັກ ຫຼື ສັງກະສີເປັນໝູ່.

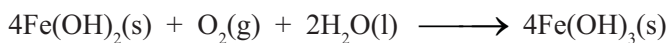
ໂລຫະໃນທຳມະຊາດເກີດເປັນໝູ່ມີສາເຫດຫຼາຍຢ່າງຕົວຢ່າງໜຶ່ງເກີດຈາກຜິວຂອງໂລຫະສຳຜັດກັບນ້ຳ ແລະ ກາສອີກຊີແຊນ, ສຳລັບເຫຼັກເປັນໝູ່ນັ້ນອະທິບາຍໄດ້ວ່າ ບໍລິເວນຜິວຂອງເຫຼັກທີ່ສຳຜັດກັບນ້ຳຈະມີການເສຍ ແລະ ຮັບເອເລັກຕຣົງ ໂດຍອາໂຕມຂອງເຫຼັກຈະເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊີດາຊິງ ຫຼື ຖືກອີກຊີດັງເປັນ  $\text{Fe}^{2+}$  ສ່ວນນ້ຳ ແລະ ອີກຊີແຊນໃນອາກາດຈະຮັບເອເລັກຕຣົງ ຫຼື ຖືກເຮດຸກເປັນ  $\text{OH}^-$  ປະຕິກິລິຍາການເກີດໝູ່ຂອງເຫຼັກໃນທຳມະຊາດມີດັ່ງນີ້:



$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  ແລະ  $\text{OH}^-(\text{aq})$  ຈະລວມກັນໄດ້  $\text{Fe(OH)}_2$  ເຊິ່ງບໍ່ລະລາຍນ້ຳ ດັ່ງສົມຜົນ:

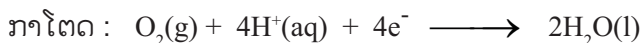
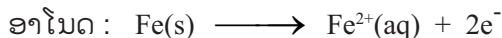


$\text{Fe(OH)}_2$  ທີ່ເກີດຂຶ້ນຈະເກີດປະຕິກິລິຍາກັບນ້ຳ ແລະ ອີກຊີແຊນໃນອາກາດໄດ້  $\text{Fe(OH)}_3$  ດັ່ງສົມຜົນ:

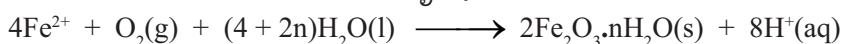


ເຫຼັກ (III) ອີດຣິກຊິດທີ່ເກີດຂຶ້ນນີ້ ໂດຍທົ່ວໄປຈະຂຽນຢູ່ໃນຮູບເຫຼັກ (III) ອີກຊິດ ທີ່ມີນ້ຳພຶກຢູ່ໃນໂມເລກຸລ ເຊິ່ງເອີ້ນວ່າ ຂີ້ໝູ່ ແລະ ນ້ຳພຶກໃນໂມເລກຸລອາດຈະມີປະລິມານແຕກຕ່າງກັນ ຈຶ່ງຂຽນສູດທົ່ວໄປເປັນ  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

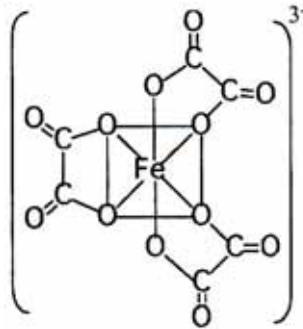
ນອກຈາກນີ້ຍັງພົບວ່າ ກາສກາກບອນດີອີກຊິດໃນອາກາດກໍມີສ່ວນເຮັດໃກ້ເກີດໝູ່ເຫຼັກໃນທຳມະຊາດ ເນື່ອງຈາກວ່າ ກາສກາກບອນດີອີກຊິດລະລາຍນ້ຳແລ້ວເກີດເປັນ  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ເຊິ່ງແຕກຕົວໄດ້  $\text{H}^+$  ຈະຮັບເອເລັກຕຣົງຈາກເຫຼັກ ແລະ ເກີດການປ່ຽນແປງ ດັ່ງສົມຜົນ:



$\text{Fe}^{2+}$  ທີ່ເກີດຂຶ້ນຖືກອີກຊີດັງຕໍ່ໄປໄດ້ຂີ້ໝູ່ເຫຼັກ ດັ່ງສົມຜົນ:



ຂີ້ໝູງເຫຼັກມີສີນ້ຳຕານແດງ ເມື່ອເປື້ອນເສື້ອຜ້າຈະຊັກລ້າງອອກຍາກ ແຕ່ຮອຍເປື້ອດັ່ງກ່າວສາມາດຊັກລ້າງອອກໄດ້ໂດຍໃຊ້ອາຊິດອີກຊາລິກ ທີ່ມີຄ່າ pH ປະມານ 4-5 ເມື່ອລະລາຍນ້ຳແລ້ວຈະແຕກຕົວໄດ້  $H^+$  ແລະ  $C_2O_4^{2-}$  ຈະລວມກັບ  $Fe^{3+}$  ໃນຂີ້ໝູງເຫຼັກເກີດເປັນຕຣີອີກຊາລັດເຫຼັກ (III) ອີອົງ ທີ່ລະລາຍນ້ຳໄດ້.



ໂຄງສ້າງຕຣີອີກຊາລັດເຫຼັກ (III) ອີອົງ

ການເກີດໝູງຂອງເຫຼັກ ອາດຈະເກີດໄດ້ໄວຂຶ້ນ ເມື່ອເຫຼັກສຳຜັດກັບທາດເຄມີທີ່ເປັນຕົວອີກຊິດ ເຊັ່ນ: ອາຊິດ, ທາດລະລາຍຂອງທາດປະສົມອີອົງບາງຊະນິດ ເຊັ່ນ: NaCl ຫຼື ສຳຜັດກັບໂລຫະທີ່ມີຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງເຄິ່ງປົນສູງກວ່າ ນອກຈາກນີ້ໂລຫະອື່ນໆກໍເກີດໝູງໄດ້ ເຊັ່ນ: ທອງ ແລະ ເງິນ ແຕ່ການເກີດໝູງຈະເປັນໄປຢ່າງຊ້າໆ ເພາະວ່າ ເປັນໂລຫະທີ່ເສຍເອເລັກຕຣົງຍາກ.

ຈາກປະຕິກິລິຍາທີ່ກ່າວມາແລ້ວນັ້ນຈະເຫັນວ່າການເກີດໝູງຂອງເຫຼັກຕ້ອງມີຄວາມຊຸ່ມ ແລະ ກາສ  $O_2$  ມາກ່ຽວຂ້ອງ.

## 2. ການປ້ອງກັນການເກີດໝູງຂອງໂລຫະ

**ກົດຈະກຳ:** ການທົດລອງການປ້ອງກັນການເກີດໝູງຂອງເຫຼັກ.

1) ເອົາຈອກບົກເກີຂະໜາດ  $50\text{ cm}^3$  ຈຳນວນ 7 ໜ່ວຍ, ເຫຼັກຕະປູຍາວປະມານ 5 cm ຈຳນວນ 7 ດອກ ຂັດຄູຜົວເຫຼັກຕະປູໃຫ້ສະອາດ ແລ້ວຈັດອຸປະກອນ ແລະ ທາດເຄມີດັ່ງນີ້:

**ຈອກບົກເກີທີ 1:** ໃສ່ເຫຼັກຕະປູທີ່ຂັດຄູຜົວໃຫ້ສະອາດ.

**ຈອກບົກເກີທີ 2:** ໃສ່ເຫຼັກຕະປູທີ່ເຄືອບດ້ວຍວາສລິນ ຫຼື ພັນດ້ວຍສະກ່ອດໃສ ແລ້ວຕື່ມນ້ຳກັນໃຫ້ສູງ 2 cm.

**ຈອກບົກເກີທີ 3:** ໃສ່ເຫຼັກຕະປູໃຫ້ທົດຕະປູປົນຂຶ້ນເທິງ ແລ້ວຕື່ມນ້ຳກັນໃຫ້ສູງ 2 cm.

**ຈອກບົກເກີທີ 4:** ໃສ່ເຫຼັກຕະປູທີ່ພັນດ້ານປາຍແຫຼມດ້ວຍລວດ Mg ທີ່ຂັດຄູຜົວແລ້ວ ຂະໜາດ  $0.2\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ .

**ຈອກບົກເກີທີ 5:** ເຮັດຄືບົກເກີທີ 4 ແຕ່ໃຊ້ລວດ Cu ທີ່ຂັດຄູຜົວແລ້ວແທນ Mg.

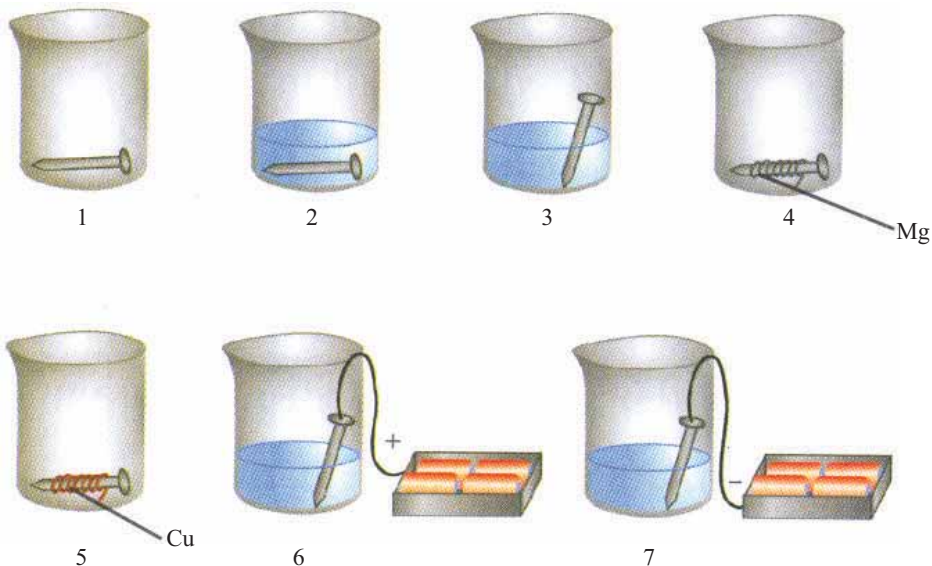
**ຈອກບິກເກີທີ 6:** ໃສ່ເຫຼັກຕະບູໃຫ້ດ້ານປາຍແຫຼມລົງໃນຈອກບິກເກີທີ່ມີນ້ຳສູງປະມານ 2 cm ພ້ອມທັງຕໍ່ໃສ່ກັບຂົ້ວບວກຂອງຖານໄຟສາຍ 6 V.

**ຈອກບິກເກີທີ 7:** ເຮັດຄືຈອກບິກເກີທີ 6 ແຕ່ຕໍ່ເຫຼັກຕະບູໃສ່ກັບຂົ້ວລົບຂອງຖານໄຟສາຍ.

2) ປະໄວ້ 1 ມື້ ແລ້ວສັງເກດການປ່ຽນແປງ.

3) ຍອດທາດລະລາຍເຟໂນລຟະຕາເລອິນໃສ່ເຫຼັກຕະບູ ແລະ ໃສ່ນ້ຳ 2-3 ຢອດ ແລ້ວສັງເກດການປ່ຽນແປງ.

4) ເຮັດຄືຂໍ້ 3 ແຕ່ໃຊ້ທາດລະລາຍ  $K_3Fe(CN)_6$  ແທນເຟໂນລຟະຕາເລອິນ.



ຮູບທີ 23.2 ຮູບການທົດລອງການປ້ອງກັນການເກີດໝັງຂອງເຫຼັກ.

**ຜົນການທົດລອງ:**

- ເຫຼັກຕະບູທີ່ພັນດ້ວຍລວດ Cu ແລະ ເຫຼັກຕະບູທີ່ຕໍ່ກັບຂົ້ວບວກຂອງ ຖານໄຟສາຍ ຈະເກີດໝັງຫຼາຍກວ່າເຫຼັກຕະບູທີ່ວາງໄວ້ໃນອາກາດ.

- ເຫຼັກຕະບູທີ່ແຊ່ຢູ່ໃນນ້ຳຈະເກີດໝັງຫຼາຍຢູ່ຈຸດທີ່ສຳຜັດກັບນ້ຳ ແລະ ອາກາດ.

- ເຫຼັກຕະບູທີ່ທາດວຍວາສລິນ ຫຼື ພັນດ້ວຍສະກໍອດໃສ ເຊິ່ງຜິວຂອງເຫຼັກບໍ່ສຳຜັດກັບນ້ຳ ແລະ ອາກາດ ບໍ່ເກີດໝັງ

- ເຫຼັກຕະບູທີ່ພັນດ້ວຍລວດໂລຫະ Mg ແລະ ເຫຼັກຕະບູທີ່ຕໍ່ກັບຂົ້ວລົບຂອງຖານໄຟສາຍບໍ່ເກີດໝັງ.

ຜົນການທົດລອງນີ້ ຊ່ວຍໃຫ້ສາມາດຫາວິທີທີ່ເໝາະສົມສຳລັບປ້ອງກັນການເກີດໝັງຂອງ



ໂລຫະໄດ້ດັ່ງນີ້:

(1) ເຄືອບຜິວໂລຫະດ້ວຍນ້ຳມັນ, ທາສີ ຫຼື ເຄືອບດ້ວຍປຼາສຕິກ ເພື່ອປ້ອງກັນບໍ່ໃຫ້ຜິວຂອງໂລຫະສຳຜັດກັບນ້ຳ ແລະ ກາສອີກຊີແຊນ ເປັນວິທີທີ່ສະດວກ ແລະ ໄດ້ຜົນດີ.

(2) ເຄືອບດ້ວຍໂລຫະອື່ນ ເປັນການເຄືອບຜິວຂອງໂລຫະບໍ່ໃຫ້ສຳຜັດກັບນ້ຳ ແລະ ກາສອີກຊີແຊນ ໂດຍໃຊ້ຫຼັກການຂອງປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ ເຊັ່ນ: ການເຄືອບໂລຫະດ້ວຍນິແກນ, ທອງ, ກົວ, ເງິນ, ໂກຣມ ຫຼື ອາດຈະໃຊ້ວິທີຈຸ່ມໂລຫະທີ່ຕ້ອງການເຄືອບລົງໃນໂລຫະທີ່ຫຼອມແຫຼວ ເຊັ່ນ: ການເຄືອບແຜ່ນເຫຼັກດ້ວຍສັງກະສີທີ່ຫຼອມແຫຼວ ເພື່ອເຮັດແຜ່ນສັງກະສີມຸງຫຼັງຄາເຮືອນ.

(3) ວິທີກາໂຕດິກ: ການເກີດໝູ່ງຂອງໂລຫະ ມີປະຕິກິລິຍາເກີດຂຶ້ນຄືກັບຂົ້ວອາໂນດໃນປົນວິເຄາະໄຟຟ້າ ຖ້າບໍ່ຕ້ອງການໃຫ້ໂລຫະເກີດໝູ່ງຕ້ອງເຮັດໃຫ້ໂລຫະນັ້ນມີພາວະເປັນກາໂຕດ ຫຼື ຄ້າຍຄືກາໂຕດ ໂດຍພັນໂລຫະທີ່ບໍ່ຕ້ອງການໃຫ້ເກີດໝູ່ງດ້ວຍໂລຫະທີ່ມີຜົນລົບລະດັບໄຟຟ້າຕ່ຳກວ່າ ຫຼື ຕໍ່ເຂົ້າກັບຂົ້ວລົບຂອງແຫຼ່ງກຳເນີດໄຟຟ້າກະແສກົງ, ໂລຫະທີ່ມີຄ່າ  $E^{\circ}$  ຕ່ຳກວ່າ ແລະ ຂົ້ວລົບ ຂອງແຫຼ່ງກຳເນີດໄຟຟ້າກະແສກົງຈະເຮັດໜ້າທີ່ເປັນອາໂນດສ່ວນໂລຫະທີ່ບໍ່ຕ້ອງການໃຫ້ເກີດ ໝູ່ງຈະເປັນກາໂຕດ.

(4) ທາຜິວໂລຫະດ້ວຍທາດເຄມີປ້ອງກັນການເກີດໝູ່ງ ເຊັ່ນ: ເກືອໂກຣມມັດ ເມື່ອທາຜິວຂອງເຫຼັກຈະເກີດປະຕິກິລິຍາແລ້ວໄດ້  $\text{FeCrO}_4$  ເຄືອຢູ່ຜິວໜ້າຂອງເຫຼັກ ຊ່ວຍປ້ອງກັນການເກີດໝູ່ງໄດ້, ເກືອຕຣີບົວທິລາມິນ ເຊິ່ງຢູ່ໃນຮູບຂອງ  $(\text{CuHg})_3\text{NH}^+$  ເມື່ອໃສ່ລົງໄປໃນໝໍ້ນ້ຳລົດຈະເຂົ້າໄປໃນພື້ນຜິວຂອງໂລຫະໃນລັກສະນະເປັນແຜ່ນພິມບາງໆ ເຮັດໃຫ້ສາມາດປ້ອງກັນການເກີດໝູ່ງໄດ້.

(5) ວິທີອະໂນໄດ: ໂລຫະບາງຊະນິດ ເຊັ່ນ: Al, Cr, Sn, Zn ເມື່ອເກີດປະຕິກິລິຍາກັບ  $\text{O}_2$  ໃນອາກາດ ຈະເກີດອີກຊິດຂອງໂລຫະເຄືອບຢູ່ຜິວດ້ານນອກຂອງໂລຫະນັ້ນ ແລະ ຈັບຜິວແທ້ນເຮັດໃຫ້ຜິວດ້ານໃນບໍ່ສຳຜັດກັບ  $\text{H}_2\text{O}$  ແລະ  $\text{O}_2$  ຈຶ່ງຊ່ວຍປ້ອງ ກັນການເກີດໝູ່ງໄດ້, ແຕ່ການເກີດອີກຊິດຕາມທຳມະຊາດເກີດຂຶ້ນບໍ່ສະໝໍ່າສະເໝີ ດັ່ງນັ້ນໃນທາງອຸດສາຫະກຳຈຶ່ງໃຊ້ວິທີອະໂນໄດ ເຊິ່ງເປັນວິທີທີ່ເຮັດໃຫ້ພື້ນຜິວຂອງໂລຫະເກີດອີກຊິດ ຢ່າງສະໝໍ່າສະເໝີ.

(6) ການປ້ອງກັນການເກີດໝູ່ງຂອງໂລຫະໃນລະບົບຫຼໍ່ເຢັນແບບປິດ:

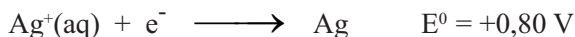
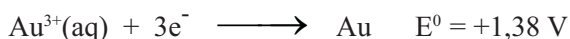
ການປ້ອງກັນການເກີດໝູ່ງສຳລັບເຄື່ອງຈັກ ຫຼື ເຄື່ອງຜະລິດກະແສໄຟຟ້າແມ່ນໃຊ້ລະບົບຫຼໍ່ເຢັນແບບປິດ ເພື່ອຮັກສາອຸນຫະພູມຂອງເຄື່ອງຈັກບໍ່ໃຫ້ສູງຫຼາຍເກີນໄປ, ທາດຫຼໍ່ເຢັນທີ່ໃຊ້ແມ່ນນ້ຳ ເຊິ່ງຕາມປົກກະຕິແລ້ວຈະມີ  $\text{O}_2$  ລະລາຍຢູ່ ຖ້າເຄື່ອງຈັກມີສ່ວນປະສົມຂອງ Al ຈະເຮັດໃຫ້ເກີດຟີມ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ເຊິ່ງຟີມນີ້ຈະຊ່ວຍປ້ອງກັນການເກີດໝູ່ງຂອງເຄື່ອງຈັກໄດ້ ແຕ່ຖ້າເຄື່ອງຈັກເປັນໂລຫະປະສົມຂອງເຫຼັກ ເຊິ່ງອີກຊິດຂອງເຫຼັກບໍ່ມີຄຸນລັກສະນະເປັນທາດເຄືອບຜິວ ຈຶ່ງໃຊ້ທາດປະສົມນິຕຣິດໂບຣາກ (Nitrite borax) ປະສົມລົງໄປໃນນ້ຳ ເນື່ອງຈາກນິຕຣິດໂບຣາກລະລາຍໃນນ້ຳແລ້ວໄດ້ທາດລະລາຍທີ່ມີຄ່າ pH ສູງກວ່າ 8,5 ເຊິ່ງມີຄຸນລັກສະນະເປັນບາ

ເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ໂລຫະທີ່ເປັນສ່ວນປະກອບຂອງເຄື່ອງຈັກເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊິດາຊິງໄດ້ຍາກ ການເກີດໝູ່ງຂອງໂລຫະຈຶ່ງລຸດລົງ ສ່ວນການເຮັດໃຫ້ເປັນລະບົບປິດນັ້ນມີຜົນດີຄື ເປັນການກຳຈັດປະລິມານຂອງອີກຊີແຊນທີ່ລະລາຍໃນນ້ຳ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ການເກີດໝູ່ງຂອງໂລຫະລຸດລົງ.

### ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ການເກີດໝູ່ງຂອງໂລຫະເກີດຂຶ້ນໄດ້ແນວໃດ? ແລະ ມີວິທີໃດທີ່ຈະຊ່ວຍປ້ອງກັນບໍ່ໃຫ້ໂລຫະເກີດໝູ່ງໄດ້?
2. ຖ້າແຜ່ນທອງເກີດມີເມັດນ້ອຍໆ ສີນ້ຳຕານແດງເກີດຂຶ້ນ 4-5 ເມັດ ຖາມວ່າ ເມັດສີນ້ຳຕານແດງນັ້ນແມ່ນທາດໃດ? ເກີດຂຶ້ນໄດ້ແນວໃດ?
3. ຖ້າຕ້ອງການທົດສອບວ່າເຄື່ອງມື, ເຄື່ອງໃຊ້ທີ່ເຮັດດ້ວຍເຫຼັກເກີດໝູ່ງຫຼືບໍ່ຈະເຮັດແນວໃດ ແລະ ມີວິທີໃດທີ່ຈະປ້ອງກັນການເກີດໝູ່ງນັ້ນໄດ້?
4. ຄວນໃຊ້ວິທີອະໂນໄດເພື່ອປ້ອງກັນບໍ່ໃຫ້ເຫຼັກເກີດໝູ່ງ ຫຼື ບໍ່, ຍ້ອນຫຍັງ?
5. ຄວນນຳເອົາພະທີ່ເຮັດດ້ວຍໂລຫະຄຳໄປແຂວນໃສ່ກັບຂໍຂອງສາຍຄໍທີ່ເຮັດດ້ວຍໂລຫະເງິນ ຫຼື ບໍ່, ຍ້ອນຫຍັງ?

ໃຫ້ຄຳລະດັບໄຟຟ້າມາດຕະຖານຂອງຄຳ ແລະ ເງິນດັ່ງນີ້:

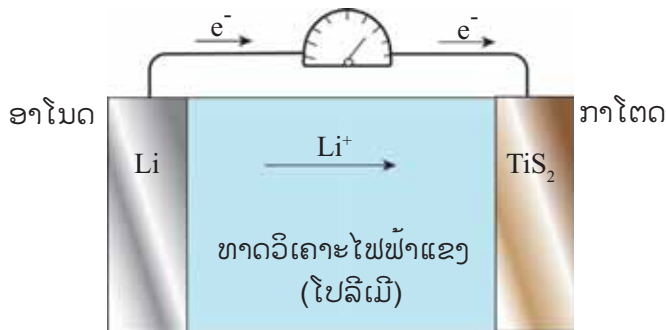


## ບົດທີ 24 ຄວາມກ້າວໜ້າທາງເຕັກໂນໂລຊີຂອງປັນໄຟຟ້າເຄມີ

ຈາກຄວາມຮູ້ເລື່ອງໄຟຟ້າເຄມີລວມທັງປັນກັລວານິກ ແລະ ປັນວິເຄາະໄຟຟ້າສາມາດນຳໄປປະຍຸກໃຊ້ເພື່ອພັດທະນາເຄື່ອງມືເຄື່ອງໃຊ້ ແລະ ວັດສະດຸອຸປະກອນຕ່າງໆ ທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບໂລຫະ ແລະ ທາດລະລາຍວິເຄາະໄຟຟ້າໄດ້ຫຼາຍຢ່າງ ເຊັ່ນ: ໝໍ້ໄຟແຫ້ງ, ໝໍ້ໄຟອາກາດ, ອຸປະກອນແບກນ້ຳຈືດຈາກນ້ຳທະເລ...

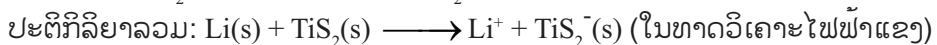
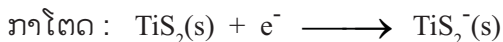
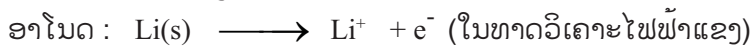
### 1. ໝໍ້ໄຟແຫ້ງ

ໝໍ້ໄຟແຫ້ງເປັນປັນສະສົມໄຟຟ້າທີ່ໃຊ້ໂລຫະລີຕີອອມເປັນອາໂນດ ແລະ ຕາລລີອອມດີຊຸນຟິວເປັນກາໂຕດ ໂດຍມີທາດວິເຄາະໄຟຟ້ເປັນທາດຈຳພວກໂປລີເມີ ຈຶ່ງເອີ້ນ ວ່າ ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າພາວະແຂງ ເຊິ່ງມີຄຸນລັກສະນະໃຫ້ອີອົງຜ່ານໄດ້ດີ ແຕ່ບໍ່ໃຫ້ເອເລັກຕຣົງຜ່ານດັ່ງຮູບທີ 24.1



ຮູບທີ 24.1 ສ່ວນປະກອບຂອງໝໍ້ໄຟແຫ້ງທີ່ໃຊ້  $\text{TiS}_2$  ເປັນກາໂຕດ

ໂລຫະລີຕີອອມເສຍເອເລັກຕຣົງ ແລ້ວກາຍເປັນ  $\text{Li}^+$  ຜ່ານທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແຂງໄປຫາກາໂຕດ ເຊິ່ງມີ  $\text{TiS}_2$  ເປັນຕົວຮັບເອເລັກຕຣົງກາຍເປັນ  $\text{TiS}_2^-$  ຈາກນັ້ນ  $\text{Li}^+$  ກັບ  $\text{TiS}_2^-$  ຈະລວມກັນ ເກີດເປັນລີຕີອອມຕາລລີອອມດີຊຸນຟິວ ( $\text{LiTiS}_2$ ) ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແຂງເປັນຕົວກະຕຸ້ນເອເລັກຕຣົງ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ປັນໄຟຟ້ານີ້ ສາມາດໃຊ້ງານໄດ້ໂດຍບໍ່ເກີດການລັດວົງຈອນປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນມີ ດັ່ງນີ້:



ປັນຊະນິດນີ້ມີລະດັບໄຟຟ້າປະມານ 3V ແລະ ເປັນປັນຂັ້ນສອງ ຈຶ່ງສາມາດບັນຈຸໄຟຟ້າໄດ້ຄືກັບປັນສະສົມໄຟຟ້າແບບຊີນ, ປັດຈຸບັນມີການນຳເອົາໝໍ້ໄຟຊະນິດນີ້ໄປໃຊ້ກັບລົດໃຫຍ່

ເຊິ່ງມີຂໍ້ຕິດຕໍ່ກັນ ແຕ່ລາຄາແພງເມື່ອປຸງປັບກັບປົນສະລົມໄຟຟ້າແບບຊີນ.

ໝໍ້ໄຟແຫ້ງອີກປະເພດໜຶ່ງໃຊ້ໂລຫະລີຕີອອມເປັນອາໂນດ ແລະ ໃຊ້ອີກຊິດຂອງໂລຫະ ເຊັ່ນ:  $\text{MnO}_2$  ຫຼື  $\text{V}_2\text{O}_5$  ເປັນກາໂຕດ, ສ່ວນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າເປັນໂປລີເມີທີ່  $\text{Li}^+$  ສາມາດ ຜ່ານໄດ້ ແຕ່ເອເລັກຕຣົງຜ່ານບໍ່ໄດ້.



ຮູບທີ 24.2 ສ່ວນປະກອບຂອງໝໍ້ໄຟແຫ້ງທີ່ໃຊ້  $\text{MnO}_2$  ເປັນກາໂຕດ.

ປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນພາຍໃນປົນມີດັ່ງນີ້:

ອາໂນດ :  $\text{Li(s)} \longrightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$  (ໃນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແຂງ)

ກາໂຕດ :  $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{Li}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{LiMnO}_2(\text{s})$

ປະຕິກິລິຍາລວມ :  $\text{Li(s)} + \text{MnO}_2(\text{s}) \longrightarrow \text{LiMnO}_2(\text{s})$

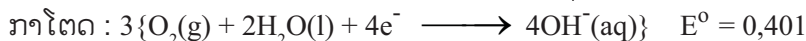
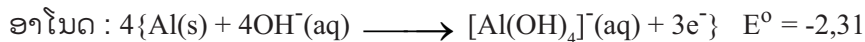
ປົນຊະນິດນີ້ມີລະດັບໄຟຟ້າປະມານ 3V ອອກແບບໃຫ້ມີທັງຂະໜາດນ້ອຍ ແລະ ຂະໜາດໃຫຍ່ ປົນນ້ອຍເທົ່າກັບກະດູມເສື້ອໃຊ້ກັບຈັກຄິດໄລ່ຂະໜາດນ້ອຍ, ໂມງ ແລະ ກ້ອງ ຖ່າຍຮູບ. ສໍາລັບປົນຂະໜາດໃຫຍ່ໃຊ້ກັບເຄື່ອງຄອມພິວເຕີ ເປັນປົນທີ່ສາມາດບັນຈຸໄຟຟ້າໄດ້ຄື ກັບໝໍ້ໄຟລີດ.

## 2. ໝໍ້ໄຟອາກາດ

ປັດຈຸບັນນີ້ລີດໄຟຟ້າຈະໃຊ້ພະລັງງານໄຟຟ້າຈາກໝໍ້ໄຟ ເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ລີດໄຟຟ້າບັນທຸກໝໍ້ ໄຟທີ່ມີນ້ຳໜັກຫຼາຍ, ເຮັດໃຫ້ມີຂໍ້ຈຳກັດໃນການບັນທຸກສິ່ງຂອງ ດັ່ງນັ້ນ, ຈຶ່ງຈຳເປັນຕ້ອງອອກ ແບບໝໍ້ໄຟໃຫ້ໄດ້ປະລິມານພະລັງງານໄຟຟ້າ ຈາກໜຶ່ງຫົວໜ່ວຍມວນສານຂອງວັດຖຸທີ່ໃຊ້ໃນ ການເກີດປະຕິກິລິຍາມີຫຼາຍຂຶ້ນ, ໝໍ້ໄຟອາກາດເປັນພັດທະນາການຂອງໝໍ້ໄຟຊະນິດໜຶ່ງ ເຊິ່ງ ເປັນປົນທີ່ໃຊ້ອີກຊິດແຊນໃນອາກາດເປັນຕົວອີກຊິດ, ໃຊ້ໂລຫະ ເຊັ່ນ: Zn ຫຼື Al ເປັນຕົວເຮດຸກ ເຕີ ແລະ ອາດຈະໃຊ້ທາດລະລາຍ NaOH ເຂັ້ມຂຶ້ນເປັນທາດວິເຄາະໄຟຟ້າ.

ສໍາລັບໝໍ້ໄຟ Al - ອາກາດ ເປັນໝໍ້ໄຟທີ່ໃຊ້ໂລຫະ Al ເປັນອາໂນດ ເມື່ອຕໍ່ປົນໂລຫະ Al ຈະເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊິດຊຶງແລ້ວໄດ້  $\text{Al}^{3+}$  ແຕ່ໃນທາດລະລາຍມີຄວາມເຂັ້ມຂຶ້ນຂອງ  $\text{OH}^-$

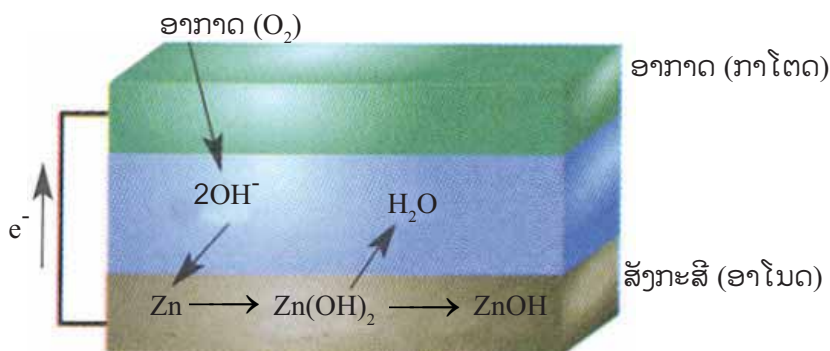
ສູງ ຈຶ່ງເກີດອີອົງສິນ  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ , ສ່ວນຢູ່ກາໂຕດທີ່ໃຊ້ທ່ອນກາກບອນເປັນຂົ້ວໄຟຟ້າ ມີກາສອີກຊີແຊນ ແລະ ນໍ້າເກີດປະຕິກິລິຍາເຮດຣຸກຊົງໄດ້  $\text{OH}^-$  ປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນພາຍໃນປິນມີດັ່ງນີ້:



$$\begin{aligned} E^0_{\text{ປິນ}} &= E^0_{\text{ກາໂຕດ}} - E^0_{\text{ອາໂນດ}} \\ &= E^0_{(\text{O}_2|\text{OH}^-)} - E^0_{([\text{Al}(\text{OH})_4]^-|\text{Al})} \\ &= 0,401 - (-2,31) = 2,711\text{V} \end{aligned}$$

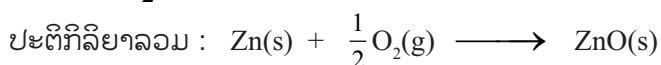
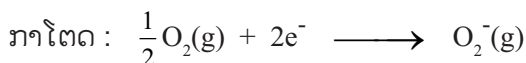
ໃນຄະນະທີ່ນໍາໃຊ້ໝໍ້ໄຟ  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  ທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນໝໍ້ໄຟຈະປ່ຽນໄປເປັນ  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ເຄືອບໂລຫະ Al ດັ່ງນັ້ນ ຫຼັງຈາກນໍາໃຊ້ໝໍ້ໄຟໃນລົດໄດ້ໄລຍະທາງປະມານ 200 km ຈຶ່ງຕ້ອງມີການກໍາຈັດ  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ອອກໄປ ເນື່ອງຈາກວ່າ  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ເປັນສະນວນໄຟຟ້າຈະເຮັດໃຫ້ໝໍ້ໄຟເກີດລັດວົງຈອນໄດ້.

ນອກຈາກນີ້ຍັງໄດ້ມີການພັດທະນາໝໍ້ໄຟຂຶ້ນໃໝ່ອີກແບບໜຶ່ງຄື ໝໍ້ໄຟສັງກະສີ - ອາກາດ ເຊິ່ງມີແຜນພາບດັ່ງຮູບທີ 24.3.



ຮູບທີ 24.3 ໝໍ້ໄຟສັງກະສີ - ອາກາດ.

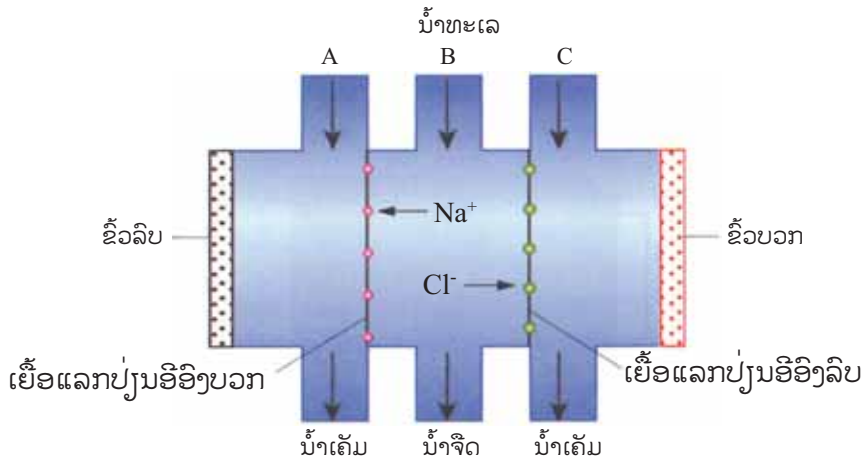
ປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນປິນມີດັ່ງນີ້:



ເມື່ອນໍາໄຟໄປບັນຈຸໄຟກາສອີກຊີແຊນຈະຖືກປ່ອຍອອກຈາກໄຟສ່ວນອີກຊີດສັງກະສີຈະຖືກເຮດຸກໄປເປັນສັງກະສີ.

### 3. ການແຍກນໍ້າຈືດອອກຈາກນໍ້າທະເລດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ (Electrodialysis)

ການແຍກນໍ້າຈືດຈາກນໍ້າທະເລດ້ວຍກະແສໄຟຟ້າ ເປັນການແຍກອີອົງອອກຈາກທາດລະລາຍ ໂດຍໃຫ້ອີອົງເຄື່ອນທີ່ຜ່ານເຍື້ອແລກປ່ຽນອີອົງ ເຊິ່ງເປັນເຍື້ອບາງໆ ໄປຫາຂັ້ວໄຟຟ້າທີ່ມີໄຟຟ້າບັນຈຸກົງກັນຂ້າມ, ທາດລະລາຍຈຶ່ງມີຄວາມເຂັ້ມຊັນຂອງອີອົງລຸດລົງ.



ຮູບທີ 24.4 ອຸປະກອບການແຍກນໍ້າຈືດຈາກນໍ້າທະເລ.

ເມື່ອຜ່ານນໍ້າທະເລເຂົ້າໄປທາງຊ່ອງ A, B ແລະ C ອີອົງບວກໃນນໍ້າທະເລ ເຊັ່ນ:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ທີ່ຜ່ານເຂົ້າທາງຊ່ອງ B ຈະເຄື່ອນທີ່ຜ່ານເຍື້ອແລກປ່ຽນອີອົງບວກໄປຫາຂັ້ວລົບທີ່ຢູ່ທາງຊ່ອງ A ສ່ວນອີອົງລົບ ເຊັ່ນ:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  ຈະເຄື່ອນທີ່ຜ່ານເຍື້ອແລກປ່ຽນອີອົງລົບໄປຫາຂັ້ວບວກທີ່ຢູ່ທາງຊ່ອງ C ດັ່ງນັ້ນ ນໍ້າທີ່ໄຫຼອອກທາງຊ່ອງ B ຈຶ່ງມີອີອົງໜ້ອຍລົງ ແລະ ຖ້າບໍ່ມີ  $\text{Na}^+$  ນໍ້າທີ່ຜ່ານອອກມາທາງຊ່ອງ B ຈະເປັນນໍ້າຈືດ.

ຫຼັກການທາງໄຟຟ້າເຄມີທີ່ໄດ້ກ່າວມານັ້ນຊ່ວຍໃຫ້ເຮົາສາມາດນໍາມາພັດທະນາແລະຜະລິດກະແສໄຟຟ້າຈາກປະຕິກິລິຍາເຄມີໄດ້ຢ່າງມີປະສິດທິພາບ ນອກຈາກນີ້ຍັງຊ່ວຍໃຫ້ສາມາດໃຊ້ກະແສໄຟຟ້າ ເພື່ອເຮັດໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາເຄມີໃນຂະບວນການຜະລິດທາດເຄມີໄດ້ອີກດ້ວຍ, ປັດຈຸບັນນີ້ເຕັກໂນໂລຊີກ່ຽວກັບປົນໄຟຟ້າເຄມີໄດ້ຮັບການພັດທະນາຢູ່ຕະຫຼອດເວລາ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ມີຜະລິດຕະພັນໃໝ່ໆ ທາງໄຟຟ້າເຄມີເກີດຂຶ້ນ ຜະລິດຕະພັນທີ່ເກີດຂຶ້ນນັ້ນ ອາດຈະມີການປ່ຽນແປງວັດຖຸດິບ ຫຼື ທາດຕັ້ງຕົ້ນໃນຂະບວນການຜະລິດ ແຕ່ຫຼັກການຂອງປົນໄຟຟ້າເຄມີຍັງເປັນຫຼັກການເກົ່າ ຈຶ່ງຄວນຊ່ວຍກັນນໍາຄວາມຮູ້ທີ່ໄດ້ຈາກການສຶກສາເລື່ອງປະຕິກິລິຍາໄຟຟ້າເຄມີໄປຄົ້ນຄິດ ແລະ ພັດທະນາສິ່ງໃໝ່ໆ ໃຫ້ມີຄຸນນະພາບ, ປະສິດທິພາບ ແລະ ບໍ່ເກີດຜົນ

ກະທົບຕໍ່ສິ່ງທີ່ມີຊີວິດ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມ.

## ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແຂງມີຄຸນລັກສະນະແນວໃດ? ແລະ ແມ່ນທາດຈຳພວກໃດ?
2. ໃນຂໍ້ຄວາມລຸ່ມນີ້ມີຂໍ້ໃດແດ່ທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບໝໍ້ໄຟແຫ້ງ?
  - ກ. ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແຂງແມ່ນທາດຈຳພວກໂປລີເມີ.
  - ຂ. ໃຊ້ໂລຫະສັງກະສີເປັນອາໂນດ.
  - ຄ. ໝໍ້ໄຟແຫ້ງມີຂັດຕິດຕ້ອງຕື່ມນ້ຳກັນ ແຕ່ລາຄາແພງເມື່ອປຸງບາງກັບບິນສະສົມໄຟຟ້າແບບຕື່ມນ້ຳກັນ.
  - ງ. ໃຊ້ທາດລະລາຍ  $\text{ZnSO}_4$  ທາດວິເຄາະໄຟຟ້າແຂງ.
  - ຈ. ອີອົງຂອງໂລຫະຢູ່ຂົ້ວອາໂນດຈະເຄື່ອນທີ່ໄປທາງຂົ້ວກາໂຕດ.
3. ຍ້ອນຫຍັງຈຶ່ງຕ້ອງກຳຈັດ  $\text{Al(OH)}_3$  ອອກຈາກໝໍ້ໄຟ, ມັນເກີດຂຶ້ນໄດ້ແນວໃດ ແລະ ມັນຢູ່ໃນສ່ວນໃດຂອງໝໍ້ໄຟ?

## ບົດທີ 25 ເຄມີອາຫານ ແລະ ວັດຖຸເຈືອປົນໃນອາຫານ

### 1. ຄວາມໝາຍຂອງເຄມີອາຫານ

ເຄມີອາຫານເປັນວິຊາ ຂະແໜງໜຶ່ງໃນວິທະຍາສາດການອາຫານ (food sciences) ທີ່ສຶກສາກ່ຽວກັບໂຄງສ້າງ, ຄຸນລັກສະນະ ຕະຫຼອດເຖິງການປ່ຽນແປງທາງເຄມີທີ່ເກີດຂຶ້ນກັບອາຫານພາຍໃຕ້ສະພາບແວດລ້ອມຕ່າງໆ. ເຄມີອາຫານພົວພັນກັບວິຊາເຄມີ, ຊີວະເຄມີ, ເຄມີສະລິລະສາດ, ພຶກສາສາດ, ສັດຕະສາດ ແລະ ຊີວະໂມເລກຸລ.

ຕາມປົກກະຕິອາຫານທີ່ກິນທຸກວັນກໍແມ່ນທາດເຄມີ ຢູ່ແລ້ວ ຫຼື ອາຫານມີທາດເຄມີທີ່ຖືກນຳໃຊ້ເປັນສ່ວນປະກອບ.

### 2. ບົດບາດສຳຄັນຂອງເຄມີອາຫານ

ນັກເຄມີອາຫານມີຄວາມສົນໃຈຕໍ່ການມີຄົງຕົວ ແລະ ຂະຫຍາຍຕົວຂອງສິ່ງທີ່ມີຊີວິດ, ສົນໃຈການປ່ຽນແປງທາງເຄມີຂອງທາດຈາກສິ່ງທີ່ມີຊີວິດເປັນບໍ່ມີຊີວິດເຊັ່ນ: ຜັກ, ໝາກໄມ້ ຫຼັງຈາກເກັບກ່ຽວ ຫຼື ສັດທີ່ຖືກຂ້າໃໝ່ໆ. ເອນໄຊໃນພືດ ແລະ ສັດເຫຼົ່ານີ້ ຍັງເຮັດວຽກ ແລະ ປະກອບກັບເອນໄຊໃນເຊື້ອຈຸລິນຊີ ທີ່ເກີດຈາກການຕິດເຊື້ອເຂົ້າໄປທີ່ກໍ່ໃຫ້ເກີດການປ່ຽນແປງຕ່າງໆໄດ້ເຊັ່ນ: ເຮັດໃຫ້ໝາກໄມ້ສົດຄ່ອຍໆສຸກ ແລະ ຂຶ້ນສັດກໍຈະອ່ອນນຸ້ມເລື້ອຍໆ ແລະ ຖ້າປ່ອຍປະໄປ ພືດ ແລະ ສັດເຫຼົ່ານັ້ນກໍຈະເນົ່າເປື້ອຍໄປໃນທີ່ສຸດ. ນັກເຄມີສົນໃຈສະພາບທີ່ເໝາະສົມໃນການເກັບຮັກສາອາຫານໄວ້ດົນນານທີ່ສຸດ. ວິທີຕ່າງໆທີ່ນັກເຄມີອາຫານໃຊ້ ໄດ້ແກ່ຂະບວນການຄວາມຮ້ອນ, ແຊ່ແຂງ, ການຮົມຄວັນ, ການກຳຈັດນ້ຳ, ການສາຍລັງສີ ແລະ ການໃຊ້ທາດກັນບູດ.

**ປັດຈຸບັນ ເຄມີອາຫານມີບົດບາດສຳຄັນຫຼາຍຕໍ່ສັງຄົມເຊິ່ງສະໜູນໄດ້ດັ່ງນີ້:**

- 1) ການວິເຄາະທາດຄຸນລັກສະນະຂອງອາຫານທຳມະຊາດ, ອາຫານສຳເລັດຮູບ ແລະ ຜະລິດຕະພັນອາຫານຕ່າງໆ ແລະ ອາຫານໃສ່ວັດຖຸເຈືອປົນ ຂໍ້ມູນທີ່ນັກເຄມີໄດ້ແມ່ນ



ເພື່ອໃຊ້ເປັນຫຼັກໃນການຜະລິດອາຫານທີ່ມີຄຸນນະພາບດີ, ມີມາດຕະຖານ ແລະ ສົມບູນ ທັງສ່ວນປະກອບລົດຊາດ, ແລະ ຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການ.

2) ການສຶກສາວິທີຮັກສາອາຫານເພື່ອບໍ່ໃຫ້ເກີດການສູນເສຍອາຫານ ແລະ ເພື່ອໃຫ້ອາຫານທີ່ສົມບູນທັງຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການ, ຄວາມແຊບ, ປະຢັດ, ຜະລິດໄດ້ໃນທຸກລະດູການ ແລະ ສົ່ງອອກໄປຈຳໜ່າຍໃນທ້ອງຖິ່ນທີ່ຂາດແຄນອາຫານ. ນອກນັ້ນ ນັກເຄື່ອນຍ້າຍຍັງສຶກສາການປ່ຽນແປງເຄມີອາຫານ, ຜະລິດຕະພັນ ແລະ ວິທີການຄວບຄຸມການປ່ຽນແປງເຫຼົ່ານັ້ນເຊັ່ນ: ຫາວິທີຈະຫຼຸດຜ່ອນການສູນເສຍວິຕາມິນ ແລະ ແຮ່ທາດໃນໄລຍະການຂົນສົ່ງ, ການຜະລິດ ແລະ ໄລຍະການເກັບຮັກສາ, ຄວບຄຸມການປ່ຽນແປງຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການ, ຄວບຄຸມແອກຕິວິຕີຂອງເອນໄຊ, ຫຼຸດການເກີດອອກຊີເດຊັນ, ໄຮໂດຣລິຊິສ ແລະ ປ້ອງກັນການປ່ຽນແປງ ສີ, ກິ່ນ ແລະ ເນື້ອອາຫານທີ່ບໍ່ປາດຖະໜາ.

3) ພັດທະນາການໃໝ່ ໃນການປັບປຸງຄຸນນະພາບຂອງອາຫານ ໂດຍການປັບປຸງ ແລະ ເສີມຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການຂອງອາຫານທີ່ມີຈຳໜ່າຍຢູ່ເດີມເຊັ່ນ: ການເພີ່ມວິຕາມິນ ແຮ່ທາດ ທີ່ຈຳເປັນ, ປັບປຸງ ໃຫ້ອາຫານຍັງຄົງຄຸນນະພາບທີ່ດີໃນໄລຍະຂົນສົ່ງ, ການຜະລິດ, ການຮັກສາອາຫານບໍ່ໃຫ້ສູນເສຍຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການ, ການປັບປຸງດ້ານກິ່ນ, ລົດຊາດຂອງອາຫານ ແລະ ພັດທະນາການຜະລິດອາຫານໃໝ່ເຊັ່ນ: ໂປຣຕິນຈາກໄບໂມ້, ຖົ່ວເຫຼືອງ ແລະ ພວກແໜ ພືດທະເລຕ່າງໆ. ນອກນັ້ນນັກເຄື່ອນຍ້າຍຍັງສົນໃຈກ່ຽວກັບອາຫານພິເສດສຳລັບເດັກນ້ອຍ, ຜູ້ເຖົ້າ, ຄົນເປັນພະຍາດເຊັ່ນ: ເປົາຫວານ ແລະ ພະຍາດອື່ນໆ.

4) ນັກເຄື່ອນຍ້າຍຍັງມີບົດບາດສຳຄັນໃນການເຂົ້າຮ່ວມກ່ຽວກັບການວາງຫຼັກເກນຕ່າງໆເຊັ່ນ:

- ມາດຕະຖານຂອງສູດທີ່ໃຊ້ຜະລິດອາຫານຕ່າງໆທາງອຸດສາຫະກຳ.
- ຄຳອະທິບາຍໃນສະຫຼາກຂອງອາຫານເພື່ອໃຫ້ຜູ້ບໍລິໂພກໄດ້ເລືອກຊື້ອາຫານທີ່ມີຄຸນນະພາບດີ ແລະ ມີຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການຕາມທີ່ຕ້ອງການ.

- ການໃສ່ວັດຖຸເຈືອປົນໃນອາຫານເພື່ອໃຫ້ໄດ້ອາຫານທີ່ຖືກຫຼັກອະນາໄມ  
ປາສະຈາກທາດພິດເຈືອປົນໃນອາຫານ.

ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງເວົ້າໄດ້ວ່າ ເຄມີອາຫານມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍຕໍ່ຊີວິດຂອງມະນຸດໃນປັດຈຸບັນ ເພາະວ່າ ອາຫານທີ່ສົມບູນ ທັງຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການ ດ້ານກິນ, ລົດຊາດ ແລະ ປາສະຈາກ ທາດພິດເຈືອປົນຍ່ອມເປັນທີ່ຕ້ອງການຂອງຜູ້ບໍລິໂພກ ແລະ ຍັງສົ່ງຜົນສະທ້ອນເຖິງສຸຂະພາບ ທັງຮ່າງກາຍ ແລະ ຈິດໃຈ. ນອກຈາກນີ້ ການເກັບຮັກສາອາຫານເພື່ອບໍ່ໃຫ້ເກີດການສູນເສຍ ໄປ ແລະ ພັດທະນາດ້ານເຕັກໂນໂລຊີດ້ານການຜະລິດອາຫານຊ່ວຍສະໜອງອາຫານຕາມ ຄວາມຕ້ອງການຂອງປະຊາກອນໂລກ ເຊິ່ງຍິ່ງນັບວັນເພີ່ມທະວີຫຼາຍຂຶ້ນ. ສະນັ້ນ, ໃນການແກ້ ໄຂບັນຫາອາຫານ ແລະ ການວິໄຈທາງເຄມີອາຫານໄດ້ມີຄວາມສົນໃຈ ແລະ ພັດທະນາຂຶ້ນ ຢ່າງວ່ອງໄວໃນປັດຈຸບັນ.

### 3. ວັດຖຸເຈືອປົນໃນອາຫານ

ວັດຖຸເຈືອປົນໃນອາຫານໄດ້ແກ່ທາດເຄມີ ຫຼື ທາດປະສົມອາຫານທີ່ມີປະລິມານຕາມ ການອະນຸຍາດຂອງ ອ.ຢ ແລະ ຮູ້ປະລິມານແນ່ນອນ ແຕ່ທາດເຫຼົ່ານັ້ນ ບໍ່ແມ່ນທາດປົນເປື້ອນທີ່ ມາກັບອາຫານໂດຍບັງເອີນ. ວັດຖຸເຈືອປົນໃນອາຫານ ບາງຢ່າງອາດຈະເກີດປະຕິກິລິຍາໄວ ຫຼື ຊ້າ ຕ່າງກັນ ອາດຈະມີຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການ ຫຼື ບໍ່ກໍໄດ້ ແຕ່ຕ້ອງປອດໄພ ແລະ ບໍ່ເປັນພິດ ອັນຕະລາຍຕໍ່ສຸຂະພາບ.

ປະຊາຊົນເຮົານຳໃຊ້ວັດຖຸເຈືອປົນໃນອາຫານມາແຕ່ດົນນານເຊັ່ນ: ໃຊ້ເກືອ, ນ້ຳຕານ, ເຫຼົ້າ ຫຼື ເຄື່ອງເທດ...ປັດຈຸບັນເນື່ອງຈາກຄວາມກ້າວໜ້າທາງດ້ານວິທະຍາສາດ, ອຸດສາຫະກຳ ການຜະລິດພັນຂອງອາຫານ, ການໃຊ້ວັດຖຸເຈືອປົນໄດ້ເພີ່ມຂຶ້ນ ແລະ ມີຫຼາຍຊະນິດ, ວັດຖຸ ເຈືອປົນບາງຊະນິດແມ່ນເຮົາໃສ່ໃນອາຫານດ້ວຍຄວາມຕັ້ງໃຈເຈດຕະນາທີ່ຢາກໃສ່ ແຕ່ມີວັດຖຸ ເຈືອປົນບາງຊະນິດທີ່ຜູ້ບໍລິໂພກເອງບໍ່ໄດ້ເຈດຕະນາໃສ່ລົງໄປໃນອາຫານແຕ່ມີໃນຕົວອາຫານ ເອງ ເນື່ອງຈາກການຜະລິດ, ຈາກພາຊະນະທີ່ບັນຈຸ ຫຼື ຈາກແຫຼ່ງອື່ນໆເຊິ່ງເປັນທາດເຄມີປົນ ເປື້ອນໃນອາຫານ.

## ຕົວຢ່າງ: ທາດເຄມີບາງຢ່າງທີ່ເຈືອປົນໃນອາຫານ

1. ທາດຕ້ານເຊື້ອຈຸລິນຊີ ຫຼື ທາດກັນບູດ (Antimicrobial agents or Preservatives) ເຊິ່ງໄດ້ແກ່: .

- 1) ຊັນໄຟ ຫຼື ຊັລເຟີໄດອອກໄຊ
- 2) ເກືອ ນິຕຣິກ ແລະ ເກືອ ນິຕຣັດ (Nitrite and Nitrate salts)
- 3) ເກືອຊໍບິກ (Sorbic acid)
- 4) ອາຊິດໂພຣພິໂອນິກ (propionic acid)
- 5) ອາຊິດອາເຊຕິກ (Acetic acid)
- 6) ອາຊິດ ເບນໂຊອິກ (Benzoic acid)

ນອກຈາກນີ້ຍັງມີທາດຕ້ານຈຸລິນຊີອື່ນໆອີກ.

2. ທາດຮັກສາຄຸນນະພາບອາຫານ (ດີເລທ ຫຼື Chelating agent ) ຫຼື (Sequestrants)

ທາດນີ້ມີບົດບາດສໍາຄັນໃນການຊ່ວຍຮັກສາຄວາມໝັ້ນຄົງຂອງສີ, ກິ່ນ ແລະ ເນື້ອສໍາຜັດຂອງຜະລິດຕະພັນອາຫານໂດຍທຳປະຕິກິລິຍາກັບໂລຫະ ແລະ ໄອອອນຂອງໂລຫະ ດັ່ງດິນ (ແອລຄິວໄລເອິດ (Alkaline-earth metals) ທີ່ປະປົນໃນອາຫານເກີດເປັນທາດປະກອບເຊິ່ງຊ້ອນ ໂດຍວິທີນີ້ຈະເຮັດໃຫ້ໂລຫະ ຫຼື ອີອົງທີ່ເປັນຕົວເລ່ງປະຕິກິລິຍາຕ່າງໆ ທີ່ເຮັດໃຫ້ອາຫານເຊື່ອມຄຸນນະພາບຫຼຸດໜ້ອຍລົງ. ທາດຮັກສາຄຸນນະພາບອາຫານທີ່ໃຊ້ໃນອຸດສາຫະກຳອາຫານສ່ວນໃຫຍ່ ເປັນທາດທີ່ໄດ້ຈາກທຳມະຊາດ ເຊັ່ນ:

- 1) ອາຊິດໂພລີຄາຣບອກຊີລິກ (polycarboxylic acid ) ໄດ້ແກ່: ອາຊິດຊີຕຣິກ, ອາຊິດມາລິກ, ອາຊິດທາຣິກ, ອາຊິດຊາລິກ ແລະ ອາຊິດຊັກຊິນິກ.
- 2) ທາດປະສົມໂພລີຟິດຟໍຣິກ ໄດ້ແກ່: ອະດີໂນຊິນໄຕຣຟອສເຟດ ແລະ ໄພໂຣຟອສເຟດ.
- 3) ໂມເລກຸລຂະໜາດໃຫຍ່ ໄດ້ແກ່: ພໍໄພຣິນ (ໂປຣປິຣິນ) ແລະ ໂປຣຕິນ.

ໂລຫະຫຼາຍຕົວທີ່ຢູ່ໃນສະພາວະ ຮັກສາຄຸນນະພາບຂອງອາຫານໃນທຳມະຊາດເຊັ່ນ: ແມກນີຊຽມໃນຄູ່ໂຮຟິນ, ທອງແດງ, ສັງກະສີ ແລະ ມັງການິສ ໃນເອັນໄຊ ຫຼາຍຊະນິດ, ເຫຼັກໃນໂປຣຕິນ ຄື: ເຟີຣິທິນ (ferritin) ແລະ ເຫຼັກໃນວົງ ພໍໄພຣິນ ຂອງເຮໂມໂກຣບິນ. ຂອງເລືອດເມື່ອອີ່ງໂລຫະ ເຫຼົ່ານີ້ ຖືກປົດປ່ອຍອອກມາໂດຍປະຕິກິລິຍາໄຮໂດຣລິຊິສ ຫຼື ປະຕິກິລິຍາຍ່ອຍສະລາຍ (degradation reactions) ມັນຈະສາມາດທຳປະຕິກິລິຍາຕ່າງໆໃຫ້ເກີດການປ່ຽນສີ, ກິ່ນ, ຄວາມຊຸ່ນ. ສະນັ້ນ, ທາດດີເລທ ຈຶ່ງໄດ້ຖືກນຳໃຊ້ເພື່ອໃຫ້ເກີດທາດປະກອບເຊິ່ງຊ່ອນກັບໂລຫະ ເຫຼົ່ານີ້ ແລະ ຊ່ວຍໃຫ້ອາຫານຄົງສະພາບໄວ້ໄດ້. ການໃຊ້ທາດຮັກສາຄຸນນະພາບຂອງອາຫານເຊັ່ນ:

- 1) ເພື່ອໃຫ້ນ້ຳມັນ ແລະ ໄຂມັນຄົງຕົວ
- 2) ໃຊ້ໃນອາຫານທະເລ
- 3) ໃຊ້ໃນຜັກ ແລະ ໝາກໄມ້
- 4) ໃຊ້ໃນເຄື່ອງດື່ມ
- 5) ໃຊ້ເພື່ອຊ່ວຍຮັກສາວິຕາມິນໃນອາຫານ

### 3. ທາດຟອກສີແປ້ງ ແລະ ຊ່ວຍປັບຄຸນນະພາບຂອງຂະໜົມ

4. ທາດແອນຕີເຄັກກິ້ງ (anticaking agents) ເປັນທາດທີ່ໃສ່ໃນອາຫານໃນລັກສະນະເປັນເມັດ ຫຼື ເປັນຜົງ, ມີຄຸນລັກສະນະດູດຄວາມຊຸ່ມໄດ້ງ່າຍ ເພື່ອໃຫ້ອາຫານເຫຼົ່ານັ້ນ ສາມາດກະຈາຍ ແລະ ໄຫຼໄດ້ຢ່າງເສລີ, ບໍ່ຈັບເປັນກ້ອນ. ທາດແອນຕີເຄັກກິ້ງດັ່ງໄດ້ແກ່:

- 1) ເກືອຂອງອາຊິດໄຂມັນສາຍຍາວ ເຊັ່ນ:

ອາຊິດໄມຣິສຕິກ ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$ )

ອາຊິດພາລມິຕິກ (ສຕິກ) ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ )

ອາຊິດສະເຕຣລິກ ສຕິກ ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ )

ສ່ວນເກືອຂອງອາຊິດໄຂມັນທີ່ອະນຸຍາດໃຊ້ໄດ້ແກ່: ເກືອອະລູມິນີອອມ, ແຄລຊຽມ, ໂພແທສຊຽມ ແລະ ໂຊດຽມ.

- 2) ແຄລຊຽມຟອສເຟດ (ການຊີຟິດສະຟາດ).

- 3) ໂພແທສຊຽມ ແລະ ໂຊດຽມ ໂຮໂຊຢາໄນ (ກາລີ ແລະ ນາຕຣີໂຮໂຊຢາໄນ).
- 4) ແມກນີຊຽມອອກໄຊ ( ມາເຢຊີອອມອີກຊິດ).
- 5) ເກືອຂອງອາຊິດຊີລິຊິກ
5. **ວິທີທີ່ຊ່ວຍໃຫ້ເນື້ອແໜ້ນກອບ** (Firming and Crisping agents) ຄວາມຮ້ອນ ຫຼື ແຊ່ແຂງ ມັກຈະເຮັດໃຫ້ຜັກ ແລະ ໝາກໄມ້ອ່ອນນຸ້ມ ເນື່ອງຈາກການປ່ຽນແປງໂຄງສ້າງຂອງຈຸລັງ. ການທີ່ເຮັດໃຫ້ຄົງສົມບູນ ຂຶ້ນຢູ່ກັບການຮັກສາຈຸລັງໄວ້ ແລະ ມີພັນທະທີ່ໝັ້ນຄົງລະຫວ່າງອົງປະກອບຂອງເບືອກຫຸ້ມຈຸລັງ. ທາດເພັກຕິກ (pectic substances) ມີສ່ວນຊ່ວຍໃຫ້ໂຄງສ້າງຂອງຜັກ ຄົງສະພາບ ໂດຍການເກີດຄຣອສລິງ ລະຫວ່າງຈຸກາກໂບຊີລິກ ທີ່ເສລີ ຂອງມັນກັບໂຟລີເວເລັນກາຈີອົງ (polyvalent cations) ເຖິງວ່າທາດດັ່ງກ່າວຈະມີໃນທຳມະຊາດຂອງຜັກ ແລະ ໝາກໄມ້ກໍຕາມ ແຕ່ນິຍົມແຊ່ຜັກ ແລະ ໝາກໄມ້ໃນທາດລະລາຍເກືອແຄລຊຽມ ເພື່ອໃຫ້ຜັກ ແລະ ໝາກໄມ້ມີເນື້ອແໜ້ນ ແລະ ກອບ ເຊິ່ງເຮັດໃຫ້ຈຸລັງໝັ້ນຄົງ.
6. **ທາດທີ່ເຮັດໃຫ້ໃສ** (clarifying agents) ໃນເບຍ ຫຼື ເຫຼົ້າແວງ, ນ້ຳໝາກໄມ້ໂດຍທົ່ວໄປ ມີລັກສະນະຂຸ່ນ ແລະ ເມື່ອປະໄວ້ມີຄວາມສ່ຽງທີ່ເກີດຈາກຖືກອີກຊີດັງເນື່ອງຈາກ, ທາດຟໂນນທີ່ເປັນຕົວການພາໃຫ້ເກີດປາກົດການເຫຼົ່ານັ້ນເຊິ່ງໄດ້ແກ່ ແອນໂຮຊີຢາໄນ, ແຟລໂວນອຍ, ລິວໂຄແອນໂຮຊີຢາໄນແຈນ ແລະ ແທນນິນ. ໂປຣຕິນ ແລະ ທາດເພັກຕິນຮ່ວມຕົວກັບທາດໂຟລີຟີນອລ (polyphenols). ພາໃຫ້ເກີດທາດພວກຄອລລອຍ ທີ່ພາໃຫ້ຂຸ່ນ. ການໃຊ້ເອັນໄຊ ສະເພາະເພື່ອຮີໂດຣໂລ ໂປຣຕິນທີ່ມີນ້ຳໜັກໂມເລກຸລສູງ ແລະ ທາດເພັກພິກບາງສ່ວນ ຈະລົດແນວໂມ້ທີ່ຈະເກີດຄວາມຂຸ່ນ ແຕ່ບາງຄັ້ງເອັນໄຊຖ້າມີຫຼາຍເກີນໄປກໍຈະພາໃຫ້ເກີດຜົນເສຍແກ່ຄຸນລັກສະນະອື່ນ ເຊັ່ນ: ເສຍຄຸນລັກສະນະການເກີດຟອງຂອງເບຍ.
7. **ທາດໃຫ້ຄວາມຊຸ່ມຊື່ນແກ່ອາຫານໄດ້ແກ່** Polyhydric alcohols
8. **ເອັນໄຊ** ໃຊ້ເພື່ອເຕີມໃນອາຫານເພື່ອໃຫ້ເນື້ອນຸ້ມ ແລະ ນິຍົມໃຊ້ໃນຂະບວນການຜະລິດອາຫານ.

9. **ແອນຕີອອກຊີແດນ (Antioxidants)** ບາງປະເພດໃຫ້ປະໂຫຍດຕໍ່ອາຫານເຊັ່ນ: ການຄວບຄຸມປະຕິກິລິຍາອອກຊີເດຊັນ (ອີກຊີດາຊິງ) ໂດຍໃຊ້ຂະບວນການຄວບຄຸມ ຫຼື ໃຊ້ເຕັກນິກໃນການບັນຈຸຜະລິດຕະພັນອາຫານເຊິ່ງກຳຈັດອອກຊີເຈນອອກຈາກລະບົບ ຫຼື ໂດຍການເຕີມທາດເຄມີທີ່ຊ່ວຍກຳຈັດທາດທີ່ເຮັດໃຫ້ເກີດອອກຊີເດຊັນ ເຊິ່ງໃຊ້ໃນການປ້ອງກັນການເກີດສີນ້ຳຕານຕາມໜ້າຜິວຂອງຜັກ ແລະ ໝາກໄມ້.
10. **ອາຊິດ, ບາເຊີ ແລະ ບັບເຟີ** ໃຊ້ສຳລັບຄວບຄຸມລະດັບຄວາມເປັນອາຊິດ-ບາເຊີ (pH) ຂອງອາຫານ.
11. **ທາດທີ່ເຮັດໃຫ້ອາຫານໂພງ/ພູ (Leavening agents)** ປະກອບດ້ວຍທາດປະລິມທີ່ສາມາດທຳປະຕິກິລິຍາແລ້ວໄດ້ຄາຣບອນໄດອອກໄຊ ເຊິ່ງເປັນຕົວທີ່ເຮັດໃຫ້ຂະໜົມໂພງພູ, ທາດທີ່ຊ່ວຍໃຫ້ໂພງ/ພູໄດ້ແກ່: ທາດທີ່ໃຫ້ໂຮໂດຣເຈນໄອອອນ (ອີອິງ ອີໂດຣແຊນ) ເຊິ່ງປະຕິກິລິຍາກັບເກືອຄາຣບອນ ຫຼື ເກືອໂບຄາຣບອນ ໄດ້ຄາຣບອນໄດອອກໄຊ.

**ການໃຊ້ວັດຖຸເຈືອປົນໃນອາຫານ ມີຈຸດປະສົງເພື່ອ:**

1. ເພື່ອຮັກສາ ຫຼື ເພີ່ມຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການຂອງອາຫານ.  
ວິຕາມິນທີ່ມີຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການ ແລະ ແຮ່ທາດຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: (ໃນໂອວັນຕິນມີແຮ່ທາດຕ່າງໆປະລິມ (Fe, Zn, K ... ແລະ ອື່ນໆ).
2. ເພື່ອຖະໜອມອາຫານ ແລະ ປ້ອງກັນການເສື່ອມສະພາບຂອງອາຫານໃນໄລຍະການເກັບຮັກສາ.
  - Fungicide ເພື່ອປ້ອງກັນການຕົກໝົກ mold
  - ປົກປັກຮັກສາ ເພື່ອປ້ອງກັນເຊື້ອແບັກທີເຣຍ
  - Antioxidant ເພື່ອປ້ອງກັນການເກີດປະຕິກິລິຍາອີກຊີດາຊິງ oxidization ແລະ ອື່ນໆ.
3. ເພື່ອຮັກສາຄຸນນະພາບຂອງອາຫານເຊັ່ນ:

- ປັບປຸງສີຂອງອາຫານ
- ເພີ່ມລົດຊາດສົ້ມ, ຝາດ, ຫວານ...
- ເພີ່ມກິ່ນຫອມດີ ແລະ ອື່ນໆ
- ຮັກສາເນື້ອອາຫານໃຫ້ໝັ້ນ, ແໜ້ນກອບ ແລະ ຄົງສະພາບ...

#### 4. ເພື່ອຊ່ວຍໃນວິທີການຜະລິດ.

ເພີ່ມຈຳນວນ ຫຼື ປະລິມານຂອງການຜະລິດ ແຕ່ ມີຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການໃຫ້ຫຼາກຫຼາຍຂຶ້ນ.

ວັດຖຸເຈືອປົນທີ່ນິຍົມໃຊ້ໃນອຸດສາຫະກຳອາຫານໄດ້ແກ່: ທາດກັນບູດ, ທາດທີ່ຊ່ວຍເສີມຄຸນຄ່າທາງໂພຊະນາການ, ສີຂອງອາຫານ, ທາດປຸງແຕ່ງລົດຊາດ, ກິ່ນທາດທີ່ຊ່ວຍຄວບຄຸມຄວາມເປັນອາຊິດ ແລະ ບາເຊີຂອງອາຫານ, ແອນຕີອອກຊີແດນ (antioxidant ), ເອັນໄຊ, ທາດທີ່ຊ່ວຍໃຫ້ເກີດ ອີມັສຊັນ (emulsifying agents), ທາດທີ່ພາໃຫ້Thickeners ເປັນຕົ້ນ.

#### ການໃຊ້ວັດຖຸເຈືອປົນໃນອາຫານ ຄວນຈະຖືຫຼັກການຕໍ່ໄປນີ້ຄື:

1. ໃຊ້ວັດຖຸເຈືອປົນໃນອາຫານຄວນເປັນທາດທີ່ໄດ້ຮັບຜົນໃນທາງເຕັກໂນໂລຊີ (technological effective).
2. ຄວນຈະປອດໄພໃນການໃຊ້
3. ບໍ່ຄວນໃຊ້ເກີນກວ່າປະລິມານທີ່ຈຳເປັນ
4. ບໍ່ຄວນໃຊ້ວັດຖຸເຈືອປົນເພື່ອຈຸດປະສົງການຫຼອກລວງຜູ້ບໍລິໂພກ
5. ການໃຊ້ວັດຖຸເຈືອປົນທີ່ບໍ່ແມ່ນທາດອາຫານ ຄວນໃຊ້ໃນປະລິມານທີ່ເໝາະສົມ.

## ບົດທີ 26 ທາດປົນເປື້ອນໃນອາຫານ

### 1. ຄວາມໝາຍຂອງທາດປົນເປື້ອນໃນອາຫານ

ທາດປົນເປື້ອນໃນອາຫານ ຫຼື ວັດຖຸປົນເປື້ອນໃນອາຫານ ໝາຍເຖິງ ທາດ ຫຼື ວັດຖຸໃດກໍຕາມທີ່ຕົກລົງໄປປົນກັບອາຫານ ໂດຍຜູ້ປະກອບອາຫານ ຫຼື ຜູ້ຈຳໜ່າຍບໍ່ມີເຈດຕະນາທີ່ຈະໃຫ້ສິ່ງປົນເປື້ອນເຫຼົ່ານັ້ນຕົກລົງໄປ. ແຕ່ດ້ວຍຄວາມຮູ້ເທົ່າພໍເຖິງການ, ຄວາມປະມາດ, ຄວາມມັກງ່າຍ ຫຼື ຄວາມບໍ່ຮູ້ຂອງຜູ້ປະກອບອາຫານ ຫຼື ຜູ້ຈຳໜ່າຍອາຫານ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ ທາດເຄມີ ຫຼື ວັດຖຸບາງຢ່າງຕົກລົງໄປປົນເປື້ອນກັບອາຫານ.

### 2. ແຫຼ່ງທີ່ມາຂອງທາດປົນເປື້ອນໃນອາຫານ

ທາດປົນເປື້ອນໃນອາຫານມີມາຈາກຫຼາຍແຫຼ່ງໃຊ້ງານສາມາດຈຳແນກໄດ້ດັ່ງນີ້:

- 1). ໂລຫະ
- 2). ຢາຂ້າແມງໄມ້ຕົກຄ້າງ
- 3). ພາຊະນະປາສຕິກບັນຈຸອາຫານ
- 4). ພາຊະນະໂລຫະບັນຈຸອາຫານ
- 5). ທາດເຄມີຕົກຄ້າງ
- 6). ກຳມະວິທີໃນການຜະລິດ
- 7). ການກຽມວັດຖຸດິບ
- 8). ການປຸງອາຫານ
- 9). ການຂົນສົ່ງອາຫານ
- 10). ການຈຳໜ່າຍອາຫານ
- 11). ການເກັບຮັກສາອາຫານ
- 12). ການລ້າງພາຊະນະ
- 13). ການຮັບປະທານອາຫານຮ່ວມກັນ

ຕົວຢ່າງ ທາດເຄມີ ແລະ ສິ່ງປົນເປື້ອນໃນອາຫານຄື:



➤ **ທາດປົນເປື້ອນຈາກທາດເຄມີຕົກຄ້າງ:**

ປຸ່ຍເຄມີ ຫຼື ປຸ່ຍວິທະຍາສາດ ປະເພດປຸ່ຍອະນິດທາດ ບໍ່ໄດ້ເກີດຂຶ້ນເອງຈາກທຳມະຊາດ ແຕ່ຕ້ອງໃຊ້ກຳມະວິທີທາງທຳມະຊາດເຂົ້າຊ່ວຍເຊັ່ນ: ປຸ່ຍແອມໂມເນຍຊັນເຟດ, ແອມໂມເນຍໄນເຕຣດ, ຢູເຣຍ, ແຄ ລຊຽມໄນເຕຣດ, ແອມໂມເນຍຄໍໂຣ, ໂຊດຽມໄນເຕຣດ, ໂປແທສຊຽມໄນເຕຣດ ເປັນຕົ້ນ. ເມື່ອປຸ່ຍເຫຼົ່ານີ້ຕົກຄ້າງໃນໃບຜັກ, ຜູ້ທີ່ນຳຜັກມາບໍລິໂພກອາດເກີດອັນຕະລາຍໄດ້ ໂດຍສະເພາະຢ່າງຍິ່ງ ປຸ່ຍໄນເຕຣດ ພວກໂຊດຽມໄນເຕຣດ ຫຼື ໂປແທສຊຽມໄນເຕຣດ ເຊິ່ງປົກກະຕິປຸ່ຍທັງ 2 ອັນນີ້ ຈາກ ພວກຂີ້ເຈຍ. ສະນັ້ນ, ຜູ້ທີ່ໄດ້ຮັບພິດຈາກປຸ່ຍດັ່ງກ່າວນີ້ກໍມັກຈະມີອາການເຊັ່ນດຽວກັບຜູ້ທີ່ໄດ້ຮັບພິດຂີ້ເຈຍທີ່ໃສ່ໃນອາຫານບາງຊະນິດນັ້ນເອງ.

➤ **ທາດປົນເປື້ອນທີ່ຕົກຄ້າງຈາກຢາຂ້າແມງໄມ້**

ທາດເຄມີທີ່ກຳຈັດສັດຕູພືດ ແລະ ສັດ ເປັນວັດຖຸມີພິດ ເຊິ່ງນຳມາໃຊ້ບັງຄັບ, ກຳຈັດແມງສັດຕູພືດ ເພື່ອເພີ່ມຜົນຜະລິດທາງການກະເສດ. ຜົນຈາກການໃຊ້ທາດເຄມີເຫຼົ່ານີ້ຕົກຄ້າງຢູ່ໃນສິ່ງແວດລ້ອມ ຖ້າຫາກໃຊ້ຖືກຕ້ອງ ຕັ້ງແຕ່ການເລືອກຊະນິດທາດເຄມີທີ່ເໝາະສົມກັບຜົນຜະລິດ, ອັດຕາການໃຊ້, ວິທີການໃຊ້, ຊ່ວງເວລາການພົ່ນ ແລະ ການຖິ້ມໄລຍະກ່ອນການເກັບກ່ຽວ ຍ່ອມຈະສົ່ງຜົນໃຫ້ການຕົກຄ້າງຢູ່ໃນລະດັບໜ້ອຍ. ແຕ່ຖ້າໃຊ້ບໍ່ຖືກຕ້ອງ ຈະສົ່ງຜົນໃຫ້ມີການຕົກຄ້າງສູງເປັນຜົນກະທົບຕໍ່ສິ່ງແວດລ້ອມ ແລະ ລະບົບນິເວດ.





ຮູບພືດຕ່າງໆທີ່ອາດມີທາດເຄມີຕົກຄ້າງ

ປັດຈຸບັນເຖິງວ່າມີການແນະນຳໃຫ້ໃຊ້ການຄວບຄຸມໃຊ້ຢາຂ້າແມງໄມ້ ແລະ ສັດຕູພືດທາງທຳມະຊາດ ເຊັ່ນ: ການໃຫ້ແມງໄມ້ ແລະ ສັດຕູພືດກຳຈັດເອງ ແຕ່ກໍຍັງມີຄວາມຈຳເປັນຢູ່ໃນການ ນຳທາດເຄມີມາປະສົມ. ຈາກສະຖິຕິ ຂໍ້ມູນທີ່ນຳ ທາດຈຳກັດສັດຕູພືດ ແລະ ສັດທີ່ນຳເຂົ້າມາ ມີຈຳນວນຫຼາຍ ສະນັ້ນ, ຜົນຈາກການໃຊ້ສານເຄມີຍ່ອມຕົກຄ້າງຢູ່ໃນຜົນຜະລິດທາງການກະສິກຳ ເຊິ່ງເປັນອາຫານໃນປະຈຳວັນຂອງພວກເຮົາ; ດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງຕ້ອງມີການກຳນົດລະດັບການຕົກຄ້າງຂອງທາດເຄມີເຫຼົ່ານັ້ນເພື່ອຄວາມປອດໄພຂອງຜູ້ບໍລິໂພກ.

#### ➤ ທາດປົນເປື້ອນຈາກໂລຫະ

ທາດປົນເປື້ອນໂລຫະ ໝາຍເຖິງໂລຫະທີ່ຢູ່ໃນຮູບແບບຂອງຝຸ່ນ ຫຼື ຜົງຂະໜາດນ້ອຍຫຼາຍ ອາດຈະຢູ່ໃນລັກສະນະຂອງອາຍ (ກາສ), ຂອງແຫຼວ ຫຼື ທາດລະລາຍ ເຊິ່ງອະນຸພາກດັ່ງກ່າວມີໂອກາດທີ່ຈະຕົກລົງໄປປົນເປື້ອນໃນອາຫານໄດ້.

ໂລຫະທີ່ໄປປົນເປື້ອນໃນອາຫານມີຫຼາຍຊະນິດເຊັ່ນ:

- **ປຣອດ** (ທາດບາ) ພົບໃນປະເພດ ປາ, ກູ້ງ, ຫອຍທີ່ອາໄສຢູ່ໃນແຫຼ່ງນ້ຳບໍລິເວນໂຮງງານອຸດສະຫະກຳທີ່ປ່ອຍນ້ຳເປື້ອນລົງສູ່ແຫຼ່ງນ້ຳແລະ ຍັງພົບໃນພືດທີ່ໃຊ້ ທາດບາເພື່ອຂ້າເຊື້ອລາ.
- **ຊີນ** ກວດພົບໃນອາຫານທີ່ບັນຈຸໃນກະປ໋ອງ, ພາຊະນະບັນຈຸອາຫານທີ່ທາດດ້ວຍສີ ເພື່ອໃຫ້ມີລວດລາຍ, ພາຊະນະໃສ່ອາຫານທີ່ເຮັດດ້ວຍເຄື່ອງປັ້ນດິນເຜົາ ສ່ວນຫຼາຍຈະໃຊ້ນ້ຳຢາເຄືອບທີ່ມີຊີນປະສົມ, ຊີນຈາກການເຊື່ອມຂໍ້ຕໍ່ຂອງທໍ່ນ້ຳປະປາ, ເຄື່ອງຫຼິ້ນຂອງເດັກນ້ອຍ ເຊິ່ງເດັກນ້ອຍກັດຫຼິ້ນຈະພາໃຫ້ຊີນເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍໄດ້.
- **ແກັດມຽມ** ພົບໃນພາຊະນະທີ່ເຄືອບ ແລະ ເຮັດດ້ວຍແກັດມຽມ, ທາດນີ້ຈະຖືກກັດ ຫຼຽນດ້ວຍ

ອາຫານທີ່ມີສະພາບເປັນອາຊິດລະລາຍອອກມາປະປົນໃນອາຫານເຫຼົ່ານັ້ນ.

- **ກົວ** ເພີ່ມກວດພົບໃນອາຫານທີ່ບັນຈຸໃນກະປ່ອງທີ່ເຄືອບກົວເຊັ່ນ: ນ້ຳໝາກເດ່ນ, ນ້ຳໝາກກ້ຽງ, ນ້ຳໝາກອະຈຸນ, ນ້ຳໝາກນາວ ເປັນຕົ້ນ.

- **ສານໝູ** ກວດພົບໃນອາຫານທີ່ໃສ່ສີຍ້ອມຜ້າແພ, ເຄື່ອງນຸ່ງ, ເຈ້ຍ ແລະ ິ່ອງທີ່ໃຊ້ເປັນເຈ້ຍທໍ່ອາຫານ.

- **ໂຄມຽມ (Cr)** ກວດພົບໃນອາຫານຈຳພວກດຽວກັບສານໝູ (As)

ນອກຈາກນັ້ນໂລຫະອື່ນໆອີກທີ່ອາດຈະປົນເປື້ອນໃນອາຫານໄດ້ເຊັ່ນ: ສັງກະສີ, ພລວງ (ແອນດີໂມນີ), ທອງແດງເປັນຕົ້ນ.

**ສິ່ງປົນເປື້ອນ ຫຼື ທາດເຄມີ ຈາກກຳມະວິທີໃນການຜະລິດ** ໃນການຜະລິດອາຫານ ບໍ່ວ່າຈະເປັນການຜະລິດວັດຖຸດິບ ຫຼື ຜະລິດອາຫານສຳເລັດຮູບ ກໍຕາມມັກຈະ ມີສິ່ງປົນເປື້ອນຢູ່ສະ ເໝີ ຕົວຢ່າງ: ການເຮັດປາເຄັມ, ການເຮັດຊີ້ນເຄັມ, ການເອືອບປາ, ເອືອບຊີ້ນ ແລ້ວໄປຕາກແດດ, ຜູ້ຜະລິດບໍ່ຄ່ອຍຈະຄຳນຶງເຖິງສິ່ງປົນເປື້ອນ ເຊັ່ນ: ຈາກແມງວັນທີ່ຕອມ, ອາດມີເຊື້ອໂຣກອະຫິວາ, ເຊື້ອບິດ ປະປົນໄປດ້ວຍ. ນອກຈາກນັ້ນ ຍັງມີສິ່ງຂອງ, ຂີ້ຝຸ່ນ, ເຊື້ອແບກທີ່ເຮຍ, ທາດເຄມີຕ່າງໆໃນອາກາດ ແລະ ສິ່ງປົນເປື້ອນອື່ນໆອີກຢ່າງຫຼວງຫຼາຍ.

#### ➤ **ທາດປົນເປື້ອນຈາກປາສຕິກບັນຈຸອາຫານ**

ປັດຈຸບັນມີພາຊະນະບັນຈຸເປັນຈຳນວນຫຼວງຫຼາຍທີ່ເຮັດດ້ວຍປາສຕິກ ໂດຍສະເພາະເຮັດດ້ວຍປາສຕິກຊະນິດ ວິນິລຄຼໍຣ໌ (ໄວນິລຄຼໍໄຣ) ຫຼື ພີວີຊີ ເຊັ່ນ: ພາຊະນະທີ່ໃຊ້ບັນຈຸນ້ຳມັນພິດ, ເນີຍ, ເຂົ້າໜົມ, ເນີຍທຽມ, ເນີຍແຂງ, ຜັກ, ໝາກໄມ້, ໝໍ້ສຳເລັດຮູບ, ຂະໜົມຈີນ, ນ້ຳມັນ, ຢາຮັກສາໂລກ, ເປັນຕົ້ນ. ໄດ້ມີການຄົ້ນພົບກ່ຽວກັບຄວາມເປັນພິດຂອງພາຊະນະບັນຈຸອາຫານທີ່ເຮັດດ້ວຍພີວີຊີ ເນື່ອງຈາກວ່າຍັງມີ ທາດໂມໂນແມ ໄວຄຼໍໄຣ ເຊິ່ງໃຊ້ເປັນວັດຖຸດິບໃນການຜະລິດ ແລະ ທາດນີ້ສາມາດປົນເຂົ້າໃນອາຫານໄດ້ ຖ້າຮ່າງກາຍໄດ້ຮັບ ທາດນີ້ໃນປະລິມານຫຼາຍຈະພາໃຫ້ເກີດມະເຮັງໃນຕັບຫຼືອະໄວຍະວະບາງສ່ວນທີ່ສຳຜັດກັບທາດນີ້.

ໃນບາງປະເທດມີການກຳນົດປະລິມານສູງສຸດຂອງວິນິລຄຼໍຣ໌ທີ່ລະລາຍລົງສູ່ອາຫານ ເຊັ່ນ: ຢີ່ປຸ່ນ ກຳນົດວ່າພາຊະນະບັນຈຸອາຫານຈະຕ້ອງມີຄູ່ໄວນິນພີວີຊີບໍ່ເກີນ 1 ສ່ວນໃນ ລ້ານສ່ວນ ແລະ ຈະຕ້ອງກວດໄວນິນຄູ່ໄຣ ໃນອາຫານບໍ່ເກີນ 0,05 ສ່ວນໃນລ້ານສ່ວນ. ສະຫະລັດອະເມລິກາ ອະນຸຍາດໃຫ້ພີວີຊີ ເປັນພາຊະນະບັນຈຸອາຫານໄດ້ ແຕ່ຈະຕ້ອງບໍ່ມີໄວນິນ ຄູ່ໄຣ ລະລາຍລົງໄປປົນກັບອາຫານ. ສຳລັບປະເທດເຮົາຍັງມີການນຳໃຊ້ ພີວີຊີບັນຈຸອາຫານ ຫຼາຍ

ຊະນິດເຊັ່ນ: ກວດໃສ່ນ້ຳມັນພືດ, ຖືງບັນຈຸອາຫານທອດ ຫຼື ຈົນດ້ວຍນ້ຳມັນ ຫຼື ອາຫານຈຳພວກໄຂມັນເປັນຕົ້ນ. ພາຊະນະພິວິຊີ ໜາໆ ບໍ່ຄວນນຳມາບັນຈຸອາຫານໄວ້ດົນນານເພາະໄວນິນຄູ່ໄຮ ອາດຈະລະລາຍອອກມາປົນກັບອາຫານໄດ້ ; ຄວນໃຊ້ພາຊະນະທີ່ເຮັດດ້ວຍແກ້ວ ຫຼື ໂລຫະບໍ່ເຂົ້າໝັ້ງ ຈະປອດໄພກວ່າ, ບໍ່ຄວນເອົາພາຊະນະພິວິຊີມາບັນຈຸອາຫານຮ້ອນ ເພາະຈະບໍ່ທົນກັບຄວາມຮ້ອນບໍ່ໄດ້.



➤ ທາດປົນເປື້ອນຈາກພາຊະນະໂລຫະບັນຈຸອາຫານ

ນ້ຳມັນພືດ ທີ່ບັນຈຸໃນປິດ ຫຼື ກະບ່ອງສັງກະສີ ເຊິ່ງພາຍໃນຈະເຄືອບກົວ ກັນໄວ້. ການບັນຈຸພາຊະນະນີ້ ນອກຈາກນ້ຳມັນຈະລະລາຍໂລຫະໄດ້ ຍັງປ້ອງກັນບໍ່ໃຫ້ຜູ້ຊື້ເບິ່ງເຫັນລັກສະນະຊຸ່ນ, ໃສ, ສີ, ຟອງ, ຝຸ່ນ, ຕົກຕະກອນ, ໄຂ ທີ່ອາດຈະເກີດຂຶ້ນໄດ້ ໃນຜະລິດຕະພັນອາຫານ ສະນັ້ນ ເພື່ອຄວາມປອດໄພ ຜູ້ບໍລິໂພກບໍ່ຄວນສູງງື້ຊັນ ຕົ້ນນີ້ທີ່ລາຄາແຕ່ປໍ້ຮັບປະກັນຄຸນນະພາບ.

ພາຊະນະໂລຫະບໍ່ຄວນໃຫ້ສຳຜັດກັບອາຫານທີ່ມີລົດສົ້ມເປັນເດັດຂາດ ເພາະອາຫານສົ້ມທຸກຊະນິດຈະມີກົດ, ກົດຈະທຳປະຕິກິລິຍາໄດ້ດີກັບໂລຫະ ມີຜົນເຮັດໃຫ້ເກີດການກັດ ທຽນອອກມາໄດ້ເຊັ່ນ: ບໍ່ຄວນໃຊ້ໝໍ້ອະລູມິນຽມເຮັດແກງ ເພາະໂລຫະ ອະລູມິນຽມຈະລະລາຍອອກມາໄດ້ ເຮັດໃຫ້ຮ່າງກາຍໄດ້ຮັບອະລູມິນຽມເກີນຂະໜາດ ອາດເປັນອັນຕະລາຍໄດ້ ແລະ ບໍ່ຄວນຊື້ອາຫານ ກະບ່ອງໂລຫະທີ່ມີລົດສົ້ມທັງຫຼາຍເພາະເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ຮ່າງກາຍ.





ນອກຈາກນີ້ ສິ່ງປົນເປື້ອນຍັງອາດມາຈາກວັດຖຸດິບເຊິ່ງຍັງບໍ່ທັນໄດ້ທຳຄວາມສະອາດ  
ກ່ອນນຳມາຜະລິດ.



ຄຳຖາມ:

1. ຍ້ອນຫຍັງຈຶ່ງມີທາດປົນເປື້ອນໃນອາຫານ?
2. ຈຶ່ງຍົກຕົວຢ່າງທາດປົນເປື້ອນຈາກປູກສະຕິກ? ແລະ ທາດເຄມີໃນການກະສິກຳ?

## ບົດທີ 27 ອັນຕະລາຍຈາກການນຳໃຊ້ຜະລິດຕະພັນ ແລະ ການປ້ອງ ກັນຈາກທາດພິດ

ວັດຖຸປົນເປື້ອນໃນອາຫານ ຫຼື ທາດປົນເປື້ອນໃນອາຫານມີຢ່າງຫຼວງຫຼາຍ ແລະ ນັບມື້  
ນັບຈະເພີ່ມຂຶ້ນ ແລະ ປະລິມານຫຼາຍຂຶ້ນເລື້ອຍໆ, ການປົນເປື້ອນອາດເກີດຂຶ້ນໂດຍທາງກົງ ຫຼື  
ທາງອ້ອມກໍໄດ້. ເມື່ອຜູ້ບໍລິໂພກໄດ້ຮັບທາດປົນເປື້ອນທີ່ເປັນພິດເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍ ສ່ວນຫຼາຍ  
ແມ່ນເລີ່ມອາການເຈັບທ້ອງ, ຖອກທ້ອງ, ປຸ້ນທ້ອງ, ປວດຮາກ.

ທາດປົນເປື້ອນໃນອາຫານມີຢ່າງຫຼວງຫຼາຍຈົນນັບບໍ່ຖ້ວນ ຈະຕ້ອງໄດ້ຊອກຫາວິທີການ  
ຜະລິດທີ່ຫັນສະໄໝມາໃຊ້ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ວິທະຍາສາດ ແລະ ເຕັກໂນໂລຊີທາງດ້ານອາຫານຈະ  
ເລີນກ້າວໜ້າຈົນເກືອບຈະຕາມບໍ່ທັນ.

ເນື່ອງຈາກປະຊາກອນເພີ່ມຂຶ້ນ ການຜະລິດອາຫານແບບວິທີດັ້ງເດີມ ອາດໄດ້ຜະລິດ  
ຕະພັນອາຫານ ບໍ່ພຽງພໍກັບຄວາມຕ້ອງການ. ສະນັ້ນ, ຈຶ່ງຕ້ອງໃຊ້ວິທະຍາສາດ ແລະ ເຕັກໂນ  
ໂລຊີທີ່ຫັນສະໄໝໃນການຜະລິດ, ເພື່ອການຜະລິດອາຫານຫຼາຍຂຶ້ນ ຜົນທີ່ຕາມມາກໍຄື  
ອັນຕະລາຍຕໍ່ສຸຂະພາບຂອງຜູ້ບໍລິໂພກ, ເກີດມົນລະພິດທາງນ້ຳ, ດິນ, ອາກາດ ເຮັດໃຫ້ທາດ  
ປົນເປື້ອນເຂົ້າໄປໃນອາຫານມີຫຼາຍຂຶ້ນ.

ໃນນີ້ຈະຍົກບາງຕົວຢ່າງ ອັນຕະລາຍຈາກທາດພິດປົນເປື້ອນ ແລະ ການປ້ອງກັນສິ່ງ  
ດັ່ງກ່າວ.

### ➤ ທາດບໍ່ແຮກ

ທາດບໍ່ແຮກ ມີລັກສະນະເປັນຜົງສີຂາວ ເປັນທາດເຄມີທີ່ໃຊ້ໃນອຸດສາຫະກຳ ເຊັ່ນ:

- ເຮັດແກ້ວທົນຄວາມຮ້ອນ
- ເປັນທາດເຊື່ອມຄຳ
- ເປັນທາດຊ່ວຍຢັບຢັ້ງການຂະຫຍາຍຕົວຂອງເຊື້ອລາໃນແບັງທາຕິນຕົວ

ອາຫານທີ່ມັກພົບບໍ່ແຮກ ໄດ້ແກ່: ໝູບົດ, ລູກຊີ້ນ, ທອດມັນ, ໝູສົດ, ຊີ້ນສົດ, ໂສ້ກອກ,  
ໝາກໄມ້ດອງ, ...

## 1. ອັນຕະລາຍຈາກພຶດຂອງທາດບໍ່ແຮກ

ແມ່ຄ້າບາງຄົນນຳເອົາທາດບໍ່ແຮກມາປະສົມອາຫານ ເພື່ອໃຫ້ອາຫານມີຄວາມກອບ, ຄົງຕົວໄດ້ດົນນານ, ບໍ່ບູດງ່າຍ ໂດຍບໍ່ຄຳນຶງເຖິງອັນຕະລາຍທີ່ມາຈາກທາດດັ່ງກ່າວ ເຊິ່ງສະແດງອອກໃນ 2 ກໍລະນີດັ່ງນີ້:

**ກໍລະນີທີ 1 :** ແບບກະທັນຫັນ ຈະມີອາການປວດຮາກ, ຮາກ, ຖອກທ້ອງ, ອ່ອນເພຍ, ປວດຫົວ, ຫຸດຫງິດ, ຜິວໜັງອັກເສບ, ຜົມຫຼົ່ນ.

**ກໍລະນີ ທີ່ 2 :** ແບບຊຳເຮື້ອ ຈະມີອາການອ່ອນເພຍ, ເປື່ອອາຫານ, ຜິວໜັງແຫ້ງ, ໜ້າຕາບວມ, ເຍື່ອຕາອັກເສບ, ຕັບ, ໄຕອັກເສບ.

## 2. ການຫຼີກລ້ຽງ ພຶດຈາກທາດບໍ່ແຮກ

ຫຼີກລ້ຽງການຊື້ຊື້ນໝູບົດມາບໍລິໂພກ, ບໍ່ກິນຊີ້ນໝູ ບໍ່ມີລັກສະນະທຳມະຊາດ, ບໍ່ກິນອາຫານທີ່ມີລັກສະນະກອບໂພງ ຫຼື ອາຫານທີ່ໄວ້ໄດ້ດົນນານຜິດປົກກະຕິ.

**ການກວດສອບທາດບໍ່ແຮກຄື:**

- ຕັດຕ່ອນຊີ້ນໝູເປັນຕ່ອນນ້ອຍໆ
- ເຕີມນ້ຳຢາທົດສອບແລ້ວຄົນໃຫ້ທົ່ວ
- ຈຸມເຈ້ຍຂະໜົນໃຫ້ປຽກເຄິ່ງແຜ່ນ
- ນຳເຈ້ຍຂະໜົນໄປຕາກແດດ ປະມານ 10 ນາທີ
- ສັງເກດເບິ່ງ ຖ້າເຈ້ຍຂະໜົນປ່ຽນເປັນສີແດງ ສະແດງວ່າຊີ້ນໝູມີທາດບໍ່ແຮກປະສົມຢູ່.



## ➤ **ທາດກັນເຊື້ອລາ ຫຼື ທາດກັນບູດ**

### **1. ອັນຕະລາຍຂອງທາດກັນເຊື້ອລາ**

ທາດກັນເຊື້ອລາ ເປັນອາຊິດທີ່ອັນຕະລາຍຕໍ່ຮ່າງກາຍຫຼາຍ ເຊິ່ງຜູ້ຜະລິດອາຫານບາງຄົນ ນຳມາໃສ່ເປັນທາດກັນເສຍໃນອາຫານແຫ້ງ ເພື່ອປ້ອງກັນບໍ່ໃຫ້ເກີດເຊື້ອລາ. ອາຫານທີ່ພົບວ່າ ມີເຊື້ອລາໄດ້ແກ່ ຜັກດອງ, ໝາກໄມ້ດອງ, ແໜມ, ໝູ່ຫຍອງເປັນຕົ້ນ.

ພຶດຂອງເຊື້ອລາເມື່ອກິນເຂົ້າໄປ ຈະທຳລາຍຈຸລັງໃນຮ່າງກາຍໃຫ້ຕາຍ, ຖ້າກິນໄປຫຼາຍ ຈະທຳລາຍເຍື່ອເຄືອບກະເພາະອາຫານ ແລະ ລຳໂສ້, ພາໃຫ້ເກີດບາດແຜໃນກະເພາະ, ຄວາມ ດັນເລືອດຕ່ຳຈົນພາໃຫ້ຊັອກ ຫຼື ບາງຄົນກິນເຂົ້າໄປບໍ່ຫຼາຍແຕ່ມີອາການແພ້ ຈະເຮັດໃຫ້ເປັນ ຜື່ນຄັນຂຶ້ນຕາມຕົວ, ຮາກ, ຫູອີ້ ແລະ ເປັນໄຂ້.

### **2. ການຫຼີກລ້ຽງຈາກພຶດເຊື້ອລາ**

ເລືອກກິນອາຫານທີ່ສົດໃໝ່ ບໍ່ກິນອາຫານໝັກດອງ ຫຼື ເລືອກຊື້ຈາກແຫຼ່ງຜະລິດທີ່ເຊື່ອຖື ໄດ້ໂດຍໄດ້ຜ່ານການຮັບຮອງຄຸນນະພາບ ແລະ ເຄື່ອງໝາຍ ອາຫານ ແລະ ຢາ(ອຢ).

## ➤ **ທາດຟອກຂາວ ຫຼື ທາດນາຕຣີຮີໂດຣຊຸນຟັດ (ໂຊດຽມ ໂຮໂດຣຊັນໄຟ Sodium Hydrosulfite)**

### **1. ອັນຕະລາຍຂອງທາດຟອກຂາວ**

ທາດຟອກຂາວ ເປັນທາດເຄມີທີ່ໃຊ້ຟອກແຫ, ອວນ, ແຕ່ແມ່ຄ້າບາງຄົນນຳມາໃສ່ຟອກ ຂາວໃນອາຫານເພື່ອໃຫ້ອາຫານມີສີຂາວ ເຊິ່ງເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ສຸຂະພາບ. ອາຫານມັກພົບທີ່ ໃຊ້ທາດຟອກຂາວຄືຖົ່ວງອກ, ຂີງຝອຍ, ຍອດໝາກພ້າວອ່ອນ, ໝໍ້ໄມ້ດອງ, ນ້ຳຕານ, ໝາກ ພ້າວ..

ເມື່ອສຳຜັດໂດຍກົງຈະເຮັດໃຫ້ຜິວໜັງອັກເສບ, ເປັນຜື່ນແດງ ແລະ ຖ້າກິນເຂົ້າໄປຈະ ພາໃຫ້ເກີດອາການອັກເສບໃນອະໄວຍະວະທີ່ສຳຜັດກັບອາຫານ ເຊັ່ນ: ປາກ, ລຳຄໍ, ກະເພາະ ອາຫານ, ເກີດອາການປວດຫຼັງ, ປວດຫົວ, ຮາກ, ແໜ້ນໜ້າເອິກ, ຫາຍໃຈບໍ່ສະດວກ, ຄວາມດັນເລືອດຫຼຸດລົງ ແລະ ຖ້າກິນຫຼາຍອາດຈະເສຍຊີວິດໄດ້.

### **2. ການຫຼີກລ້ຽງຈາກພຶດທາດຟອກຂາວ**

- ເລືອກກິນອາຫານທີ່ມີສີໄກ້ຄຽງກັບທຳມະຊາດ ບໍ່ຂາວເກີນໄປ.
- ຄວນເລືອກກິນອາຫານທີ່ມີຄວາມສະອາດ

## 2. ທາດຟໍມາລິນ (Formalin) ຫຼື ນ້ຳຢາດອງສົບຄົນຕາຍ

### 1. ອັນຕະລາຍຂອງທາດຟໍມາລິນ

ຟໍມາລິນ ຫຼື ນ້ຳຢາດອງສົບຄົນຕາຍ ເປັນທາດອັນຕະລາຍ ແມ່ຄ້າບາງຄົນເອົາມາລາດໃສ່ອາຫານສົດ ເພື່ອໃຫ້ຄົງຄວາມສົດໄດ້ດົນນານ, ບໍ່ບູດງ່າຍ. ອາຫານທີ່ມັກພົບ ຟໍມາລິນປົນຢູ່ ເຊັ່ນ: ຜັກສົດຕ່າງໆ, ອາຫານທະເລ ແລະ ຊີ້ນສັດສົດ.

ເມື່ອກິນເຂົ້າໄປຈະເກີດເປັນພິດກະທັນຫັນ ເລີ່ມຕົ້ນມີອາການ ປວດທ້ອງຢ່າງຮຸນແຮງ, ຮາກ, ຖອກທ້ອງ, ໝົດສະຕິ ແລະ ອາດຕາຍໄດ້ຖ້າຫາກໄດ້ຮັບໃນປະລິມານຫຼາຍ.

### 2. ການຫຼີກລ້ຽງຈາກພິດທາດຟໍມາລິນ

ຫຼີກລ້ຽງອາຫານທີ່ປະໄວ້ດົນນານແຕ່ຍັງຄົງຄວາມສົດ ໂດຍສະເພາະອາຫານທະເລ, ຊີ້ນສົດຕ່າງໆເຊິ່ງມັນເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ສຸຂະພາບ.

## ➤ ຢາຂ້າແມງໄມ້ ຫຼື ທາດເຄມີສຳລັບກຳຈັດແມງໄມ້

### 1. ອັນຕະລາຍຂອງຢາຂ້າແມງໄມ້

ຊາວກະສິກຳບາງຄົນໃຊ້ຢາຂ້າແມງໄມ້ໃນປະລິມານຫຼາຍເກີນໄປຈົນເຮັດໃຫ້ພິດຕົກຄ້າງມາກັບຜັກ, ໝາກໄມ້ສົດ, ປາແຫ້ງ. ເມື່ອກິນເຂົ້າໄປຫຼາຍໆ ໃນຄັ້ງດຽວ ຈະເກີດພິດກະທັນຫັນ ເຊັ່ນ: ເຮັດໃຫ້ກ້າມຊື້ນສິ້ນ, ກະວົນກະວາຍ, ຊັກ ແລະ ໝົດສະຕິ, ຫາຍໃຈຂັດ ແລະ ອາດຢຸດຫາຍໃຈໄດ້. ແຕ່ພິດສະແດງອາການທີ່ພົບຫຼາຍທີ່ສຸດຄື ຮາກ, ຖອກທ້ອງ, ເກີດສະສົມໃນຮ່າງກາຍເຮັດໃຫ້ເກີດໂລກມະເຮັງໄດ້.

### 2. ການຫຼີກລ້ຽງຈາກພິດຢາຂ້າແມງໄມ້

ເລືອກກິນຜັກ, ໝາກໄມ້ຕາມລະດູການ ຫຼື ຜັກພື້ນບ້ານ ເລືອກຜັກທີ່ມີຮູ, ປ່ອງ, ແມງບັງ ກັດ, ກິນຜັກຊະນິດໃບກວ່າຊະນິດເປັນຫົວ ເພາະຜັກເປັນຫົວຈະສະສົມທາດພຶດໄວ້ຫຼາຍກວ່າ. ກ່ອນນຳມາບໍລິໂພກ ຕ້ອງລ້າງ ແລະ ປອກເປືອກ(ຊະນິດທີ່ສາມາດເຮັດໄດ້) ແລະ ເລືອກຊີ້ ຈາກແຫຼ່ງທີ່ເຊື່ອຖືໄດ້ເຊັ່ນ: ຜັກປອດທາດພຶດ...

## ➤ ທາດເລ່ງຊື້ນແດງ (ຊາລບູຕາມອລ)

### 1. ອັນຕະລາຍຂອງທາດຊາລບູຕາມອລ

ທາດຊາລບູຕາມອລ ເປັນຢາທີ່ໃຊ້ປົວຄົນເປັນຫອບຫິດ, ຊ່ວຍໃນການຂະຫຍາຍຫຼອດ ລົມ ແລະ ມີລິດຊ່ວຍກະຕຸ້ນການເຕັ້ນຂອງຫົວໃຈ. ຜູ້ລ້ຽງໝູບາງຄົນເອົາທາດ ຊາລບູຕາມອລ ໃຫ້ໝູກິນເພື່ອໃຫ້ໄດ້ໝູທີ່ມີແຕ່ຊື້ນແດງສົດບໍ່ມີນ້ຳມັນ.

ເມື່ອມີການນຳເອົາທາດນີ້ໄປໃຫ້ໝູກິນ ທາດດັ່ງກ່າວຈະຕົກຄ້າງນຳໝູ ແລະ ມາສູ່ຜູ້ ບໍລິໂພກໄດ້ ເຮັດໃຫ້ເກີດຜົນຂ້າງຄຽງຄືມີອາການມືສັ່ນ, ກ້າມຊື້ນກະຕຸກ, ວິນຫົວ, ປວດຮາກ, ຫົວໃຈເຕັ້ນໄວຜິດປົກກະຕິ, ກະວິນກະວາຍ, ບາງຄົນເປັນລົມ, ປວດຮາກ, ເປັນອັນຕະລາຍ ຫຼາຍສຳລັບຜູ້ທີ່ເປັນໂລກຫົວໃຈ, ຄວາມດັນເລືອດສູງ, ເປັນເບົາຫວານ ແລະ ຜູ້ຍິງຖືພາ.

### 2. ການຫຼີກລ້ຽງ ຈາກພຶດທາດຊາລບູຕາມອລ

ຄວນເລືອກກິນຊື້ນໝູທີ່ມີຊື້ນນ້ຳມັນໜ້າ ແລະ ເລືອກຊື້ນໝູທີ່ບໍ່ມີສີແດງຫຼາຍ.

## ➤ ທາດສະໄຕຣິນ

### 1. ຄຸນລັກສະນະຂອງສະໄຕຣິນ(ສະຕີແລນ)

ສະໄຕຣິນ ເປັນທາດແຫຼວ, ບໍ່ມີສີ, ກິ່ນຫອມ ແລະ ໜຽວຄືນ້ຳເຊື່ອມ, ລະເບີຍງ່າຍ ແລະ ໄວໄຟ. ຈາກຄຸນລັກສະນະຂອງໂປລີສະຕີແລນ polystyrene ຕາມປົກກະຕິມັນເປັນນ້ຳມືກິ່ນ ຫອມ colorless .

### 2. ເສັ້ນທາງທາດ “ສະໄຕຣິນ” ສູ່ຮ່າງກາຍ

**ສະໄຕຣິນ** ສາມາດເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍໄດ້ 3 ທາງຄື: ທາງຫາຍໃຈ, ຜິວໜັງ ແລະ ປາກ. ຜູ້ບໍລິໂພກມີໂອກາດໄດ້ຮັບທາດສະໄຕຣິນໃນກ່ອງໂຟມໄດ້ງ່າຍຂຶ້ນກັບ 5 ປັດໄຈ ເຊິ່ງໄດ້ແກ່:

- 1) ອຸນຫະພູມທີ່ຮ້ອນຂຶ້ນ ຫຼື ເຢັນລົງ ພາໃຫ້ສະໄຕຣິນເຂົ້າຮ່າງກາຍໄດ້ສູງ.
- 2) ການປຸງອາຫານໂດຍໃສ່ນ້ຳມັນ ຫຼື ນ້ຳສົ້ມສາຍຊູ, ແອລກໍຮອລ ຈະຖືກດູດທາດສະໄຕຣິນ ຈາກກ່ອງໂຟມໄດ້ ຫຼາຍກວ່າປົກກະຕິ.
- 3) ຖ້າຊື້ອາຫານໃສ່ກ່ອງໂຟມທີ່ປະໄວດົນນານບໍ່ເອົາມາຮັບປະທານ ອາຫານຈະດູດສະໄຕຣິນໄດ້ເພີ່ມຂຶ້ນ.
- 4) ຖ້ານຳອາຫານທີ່ໃສ່ໃນກ່ອງໂຟມເຂົ້າໃນເຕົາອົບ, ທາດສະໄຕຣິນຈະໄຫຼອອກມາໃນປະລິມານຫຼາຍ.
- 5) ຖ້າອາຫານສຳຜັດກັບພື້ນຜິວໂຟມຫຼາຍໆລວມທັງບາງຮ້ານຄ້າເອົາຖົງຢາງປຸງສະຕິກໃສ່ກ່ອງໂຟມຕື່ມອີກ ຈະເຮັດໃຫ້ໄດ້ຮັບທາດທີ່ກໍ່ມະເຮັງເຖິງ 2 ເທົ່າ ທັງສະໄຕຣິນ ແລະ ໄດອອກຊິນ ຈາກຖົງປຸງສະຕິກ....

### 3. ອັນຕະລາຍ ຂອງທາດສະໄຕຣິນ

ໃນຊີວິດປະຈຳວັນເຮົານຳໃຊ້ກ່ອງໂຟມ ຫຼາຍຢ່າງທັງໃສ່ອາຫານຄາວ, ຫວານ ໂດຍສະເພາະອາຫານຕາມສັ່ງ ແຕ່ຮູ້ ຫຼື ບໍ່ວ່າໂຟມທີ່ໃຊ້ຢູ່ນັ້ນ ເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ຮ່າງກາຍ ແນວໃດ?

ຖ້າສັງເກດເບິ່ງກ່ອງ ໂຟມ ຈະເຫັນວ່າບາງປະເພດມີການລະບຸບອກເຕືອນຢ່າງຊັດເຈນວ່າ: ບໍ່ຄວນນຳມາໃສ່ອາຫານ ຫຼື ບໍ່ຄວນນຳມາໃສ່ອາຫານຮ້ອນ ເພາະເປັນອັນຕະລາຍຈາກການໃຊ້ໂຟມຢ່າງຜິດປະເພດ ເຊິ່ງເປັນສາເຫດທີ່ພາໃຫ້ຄົນເຮົາເກີດເປັນມະເຮັງເພີ່ມຂຶ້ນທຸກປີ.

ທາດສະໄຕຣິນ ສາມາດເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍໄດ້ຕະຫຼອດເວລາ ໂດຍຈະເຂົ້າໄປສະສົມຢູ່ໃນຮ່າງກາຍເທື່ອລະໜ້ອຍ ແລ້ວຄ່ອຍໆສະສົມເປັນພະຍາດຮ້າຍແຮງໃນທີ່ສຸດ. ກ່ອງໂຟມທີ່ເຮົາໃຊ້ ໂດຍທົ່ວໄປຈະແມ່ນສິ່ງເສດເຫຼືອສີດຳຈາກຂະບວນການກັ່ນນ້ຳມັນປິໂຕລຽມ ປະກອບດ້ວຍສະໄຕຣິນທີ່ມີໂຄງສ້າງໂມເລກຸລ ຄ້າຍຮອກໂມນເອສໂຕເຈນໃນເພດຍິງ. ອາຫານຕາມສັ່ງທີ່ບັນຈຸກ່ອງໂຟມ ຈຶ່ງເປັນແຫຼ່ງສະສົມທາດສະໄຕຣິນ ເຊິ່ງເປັນທາດທີ່ອອກລິດ ພາໃຫ້ສະໝອງມືນຈົງ, ສະໝອງເສື່ອມ, ທຸງດຫງິດງ່າຍ ມີຜົນກະທົບພາໃຫ້ປະຈຳເດືອນມາບໍ່ປົກກະຕິ ແລະ ເປັນທາດທີ່ກໍ່ໃຫ້ເກີດມະເຮັງ 3 ຊະນິດ; ຖ້າແມ່ນຜູ້ຊາຍ ເມື່ອໄດ້ຮັບພຶດຂອງທາດນີ້ເຂົ້າໄປ

ຫຼາຍໆ ຈະມີໂອກາດສູງເປັນມະເຮັງຕ່ອມລູກໝາກເພີ່ມຂຶ້ນ; ສ່ວນຜູ້ຍິງມີໂອກາດເປັນມະເຮັງເຕົ້ານົມຫຼາຍຂຶ້ນ ແລະ ອາດສົ່ງຜົນກະທົບໃຫ້ທັງຊາຍ ແລະ ຍິງເປັນມະເຮັງຕັບສູງຂຶ້ນ ເຖິງວ່າຈະບໍ່ແມ່ນຜູ້ທີ່ຕິ່ມເຫຼົ້າເປັນປະຈຳກໍຕາມ.

ສໍາລັບທາດສະໄຕຣິນ ຖືວ່າເປັນທາດອັນຕະລາຍທີ່ປະເທດສະຫາລັດ ໄດ້ປະກາດຂຶ້ນບັນຊີທາດທີ່ກໍ່ໃຫ້ເກີດມະເຮັງ. ຜູ້ຍິງຖືພາທີ່ຮັບປະທານອາຫານບັນຈຸໃນກ່ອງໂຟມ ມີໂອກາດເຮັດໃຫ້ລູກສະໝອງເສື່ອມ, ອະໄວຍະວະຂອງລູກບາງສ່ວນພິການ. ຄົນທີ່ໄປຖ້າຮັບປະທານອາຫານທີ່ບັນຈຸໂຟມທຸກວັນ ຢ່າງໜ້ອຍ 1 ຄາບຕິດຕໍ່ກັນເປັນເວລາ 10 ປີ ຈະມີໂອກາດສູງເປັນມະເຮັງສູງກວ່າຄົນປົກກະຕິເຖິງ 6 ເທົ່າ. ອາຫານຕາມສັ່ງທີ່ມີເຂົ້າ, ຈີນໄຂ່ຮ້ອນໆ ອາດຈະໄປທໍາລາຍໂຟມ ແລະ ຊຶມເຂົ້າ ເໝືອນກັບຮັບປະທານທາດທີ່ມີໂຟມເຂົ້າໄປໂດຍບໍ່ຮູ້ສຶກຕົວ. ແມ່ນແຕ່ໄຂ່ດິບທີ່ວາງຂາຍໃນແຜງປູາສະຕິກ ທາດສະໄຕຣິນກໍຍັງມີໂອກາດຊຶມເຂົ້າໄປໃນເປື້ອກໄຂ່ໄດ້ເຊັ່ນດຽວກັນ. ດັ່ງນັ້ນ ຖ້າເລືອກກິນໄຂ່ສຸກໆດິບໆ ກໍຄວນເລືອກຊື້ແຜງໄຂ່ທີ່ໃຊ້ແກ້ດເຈຍບັນຈຸຈະປອດໄພທີ່ສຸດ.

ພຶດຂອງສະໄຕຣິນຈະທໍາລາຍກະດູກ, ຕັບ ແລະ ໝາກໄຂ່ຫຼັງ ເຮັດໃຫ້ຜິວໜັງແຫ້ງແຕກ, ຄວາມຈໍາເສື່ອມ, ສະຕິຄວາມຈໍາສັ້ນ, ມີຜົນກະທົບຕໍ່ລະບົບປະສາດສ່ວນກາງ ແລະ ສ່ວນປາຍ ໂດຍມີຜົນກະທົບເຮັດໃຫ້ການເຄື່ອນໄຫວ, ການຊົງຕົວບໍ່ດີ ເນື່ອງຈາກການປະສານງານຂອງກ້າມຊີ້ນມີຜົນສະທ້ອນຕໍ່ການເຕັ້ນຂອງຫົວໃຈ ແລະ ເປັນທາດທີ່ກໍ່ໃຫ້ເກີດມະເຮັງໃນຄົນເຊັ່ນ: ມະເຮັງເສັ້ນເລືອດຂາວ ແລະ ມະເຮັງຕ່ອມນໍ້າເຫຼືອງ.

#### 4. ການຫຼີກລ້ຽງ ຈາກພຶດທາດສະໄຕຣິນ

ຄົງປະຕິເສດບໍ່ໄດ້ວ່າໂຟມເປັນພາຊະນະທີ່ສະດວກທີ່ສຸດໃນການນໍາໃຊ້ ເຖິງວ່າຈະຍ່ອຍສະຫຼາຍຍາກ ແລະ ໃຊ້ເວລາດົນນານ ແຕ່ໂຟມກໍຍັງເປັນທີ່ນິຍົມຂອງຄົນສ່ວນຫຼາຍຈະເລືອກໃຊ້ ທັງທີ່ຮູ້ວ່າເປັນອັນຕະລາຍມີຄວາມສູງສູງຕໍ່ການເປັນມະເຮັງ.

ໂດຍທົ່ວໄປປະຊາຊົນສ່ວນຫຼາຍຮູ້ແຕ່ພຽງວ່າມັນຍ່ອຍຍາກແຕ່ບໍ່ຮູ້ເລິກເຊິ່ງວ່າກ່ອງໂຟມຈະມີທາດທີ່ກໍ່ໃຫ້ເກີດມະເຮັງ ແລະ ບໍ່ຮູ້ວ່າໃນກ່ອງໂຟມມີຫຼາຍປະເພດ. ສະນັ້ນ ຜູ້ທີ່ນໍາໃຊ້ກໍຄວນຈະເລືອກພິຈາລະນາຢ່າງລະອຽດຖືກຕ້ອງໂດຍອາດຈະເລີ່ມຈາກການກວດສອບກ່ອງໂຟມກ່ອນວ່າຄວນເລືອກໃຊ້ໄດ້ຖືກປະເພດ ແລະ ປອດໄພຈາກທາດທີ່ກໍ່ໃຫ້ເກີດມະເຮັງ ແລະ ຖ້າ

ເປັນໄປໄດ້ຄວນຫຼີກລ້ຽງການນຳໃຊ້ໂຟມຈະປອດໄພທີ່ສຸດ ເພື່ອເປັນການປ້ອງກັນ ແລະ ດູແລ  
ສຸຂະພາບຂອງຕົນຈາກເຊື້ອມະເຮັງ ຫຼື ໂລກຮ້າຍຕ່າງໆ.

**ຄໍາຖາມ:**

1. ໃຫ້ຍົກຕົວຢ່າງທາດເຄມີທີ່ເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ສຸຂະພາບ?
2. ຈະປ້ອງກັນ ແລະ ຫຼີກລ້ຽງຈາກທາດພິດຕ່າງໆໄດ້ແນວໃດ?

## ພາກທີ VII ອຸດສາຫະກຳເຄມີ

### ບົດທີ 28 ອຸດສາຫະກຳແຮ່ທາດ

#### 1. ແຮ່ທາດຊະນິດຕ່າງໆ

ແຮ່ທາດແມ່ນທາດ ຫຼື ທາດປະສົມທີ່ເກີດຂຶ້ນຕາມທຳມະຊາດ ເຊິ່ງມີສ່ວນປະກອບທີ່ບໍ່ແນ່ນອນ, ມີໂຄງສ້າງ ແລະ ລັກສະນະສະເພາະຕົວ, ເປັນຊັບພະຍາກອນທີ່ເກີດຂຶ້ນເອງໃນທຳມະຊາດ ໂດຍຂະບວນການທາງທໍລະນີວິທະຍາຢູ່ໃນພື້ນໂລກ ແລະ ຢູ່ຜິວໂລກ; ສ່ວນສິນແຮ່ຄື ກຸ່ມແຮ່ຕ່າງໆທີ່ມີປະລິມານທາດພຽງພໍຕອບສະໜອງທາງດ້ານເສດຖະກິດ ເຊິ່ງສາມາດໃຊ້ເປັນວັດຖຸດິບນຳໄປແຍກເພື່ອໃຫ້ໄດ້ໂລຫະແຮ່ຫຼັກຊະນິດຕ່າງໆໂດຍຈຳແນກຕາມສ່ວນປະກອບທາງເຄມີ ເຊິ່ງສະແດງດັ່ງຕາຕະລາງຕໍ່ໄປນີ້:

ຊະນິດ	ແຮ່
ໂລຫະດຽວ	ເງິນ, ຄຳ, ທອງ, ປຼາຕິນ,
ກາກໂບນັດ	$\text{CaCO}_3$ , $\text{MgCO}_3$ , $\text{CMg}(\text{CO}_3)_2$ , $\text{PbCO}_3$ , $\text{ZnCO}_3$
ທາດປະສົມຮາໂລແຊນ	$\text{CaF}_2$ , $\text{NaCl}$ , $\text{KCl}$ , $\text{Na}_3\text{AlF}_6$
ອີກຊິດ	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , $\text{MgCO}_3$ , $\text{FeO}_3$
ຟິສຟັດ	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , $\text{Mg}(\text{PO}_4)_2$
ຊີລິກັດ	$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ , $\text{ZrSiO}_4$ , $\text{NaAlSiO}_3$ , $3\text{MgO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
ຊຸນຟິວ	$\text{Ag}_2\text{S}$ , $\text{CdS}$ , $\text{FeS}_2$ , $\text{HgS}$ , $\text{PbS}$ , $\text{ZnS}$
ຊຸນຟັດ	$\text{BaSO}_4$ , $\text{CaSO}_4$ , $\text{PbSO}_4$ , $\text{SrSO}_4$ , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

ຕາຕະລາງ 28.1 ແຮ່ຫຼັກຊະນິດຕ່າງໆ

#### 2. ປະເພດຂອງແຮ່ທາດ

**2.1 ແຮ່ປະກອບຫີນ:** ໝາຍເຖິງແຮ່ທີ່ເປັນສ່ວນປະກອບຂອງຫີນ ເຊັ່ນ: ຫີນແກຣນິດ ປະກອບດ້ວຍແຮ່ຄວອຕຊ໌, ແຮ່ເຟລດ໌ສປາຣ໌ ແລະ ແຮ່ໄມກາ, ຫີນປູນ ປະກອບດ້ວຍແຮ່ແຄນໄຊ. ແຮ່ທີ່ເປັນສ່ວນປະກອບຂອງຫີນຈະກະຈາຍແຊກຢູ່ໃນເນື້ອຫີນ ແລະ ແຍກອອກມາໃຊ້ປະໂຫຍດໄດ້ຍາກຈຶ່ງຕ້ອງນຳຫີນເຫຼົ່ານັ້ນມາໃຊ້ໂດຍກົງ ເຊັ່ນ: ນຳຫີນປູນມາໃຊ້ໃນຂະບວນການຜະລິດຊີມັງ, ອຸດສາຫະກຳກໍ່ສ້າງ, ຫີນແກຣນິດ ຫຼື ຫີນອ່ອນໃນຮູບຂອງແຜ່ນຫີນເອົາມາໃຊ້ສຳລັບປູພື້ນ ຫຼື ການກໍ່ສ້າງ.

**2.2 ແຮ່ເສດຖະກິດ:** ໝາຍເຖິງ ແຮ່ທີ່ມີຄ່າທາງເສດຖະກິດ ແລະ ມີປະລິມານພຽງພໍສໍາລັບ ເອົາມາໃຊ້ປະໂຫຍດທາງດ້ານອຸດສາຫະກຳ. ແຮ່ເສດຖະກິດອາດແບ່ງເປັນ 2 ກຸ່ມໃຫຍ່ຄື: ແຮ່ ໂລຫະ ແລະ ແຮ່ອະໂລຫະ, ແຮ່ເສດຖະກິດທີ່ສໍາຄັນ ເຊັ່ນ: ຫີນປູນ, ຍີບຊໍາ, ສັງກະສີ, ເຫຼັກ, ຊີນ, ກົວ, ຫີນອ່ອນ, ຊາຍແກ້ວ, ເຟລສະປາ, ດິນຂາວ, ພູອໍຣິວ, ກາລີ ແລະ ແຮ່ຮັດຕະນະຊາດ ລວມທັງແຮ່ໂລຫະທີ່ເປັນເຊື້ອໄຟ ເຊັ່ນ: ຖ່ານຫີນ, ຫີນນໍ້າມັນ ແລະ ກາສທໍາມະຊາດ ຕົວຢ່າງ ກຸ່ມແຮ່ເສດຖະກິດ.

ກຸ່ມແຮ່ທາດ	ຕົວຢ່າງແຮ່
ແຮ່ໂລຫະພື້ນຖານ	ແຮ່ທອງ, ກົວ, ສັງກະສີ, ໂວນຟາມ
ແຮ່ໜັກ ແລະ ແຮ່ຫຍາກ	ແຮ່ແທນທາໄລໂຄລໍາໄບ, ເຊີຄອນ, ອິນເມໄນ, ໂມນາໄຊ
ແຮ່ໂລຫະມີຄ່າ	ຄໍາ, ປູາຕິນ, ເງິນ
ແຮ່ໃນອຸດສາຫະກຳເຫັກ ແລະ ເຫຼັກກ້າ	ເຫຼັກ, ມັງການິດ, ນິເກນ, ໂຄຣໂບ, ໂມລິບໄນ, ໂມນາໄຊ
ແຮ່ວັດຖຸດິບໃນອຸດສາຫະກຳຊີ້ມັງ	ຍີບຊໍາ, ຫີນປູນ, ຫີນດິນດານ, ດິນມານ ຫຼື ຢາແນວ (ດິນສໍ່ພອງ)
ແຮ່ທີ່ໃຊ້ໃນອຸດສາຫະກຳກໍ່ສ້າງ	ດິນອ່ອນ, ຫີນກຣາຟິດ, ຫີນຊາຍ, ຫີນກາບ, ຫຼື ຫີນຊະນວນ
ແຮ່ຮັດຕະນະຊາດ	ເພັດ, ຄໍຣັນດໍາ, ມໍລະກົດ, ບຸຊະດາຄໍາ, ໂກເມນ
ແຮ່ທີ່ໃຊ້ເປັນເຊື້ອໄຟ	ຖ່ານຫີນ, ຫີນນໍ້າມັນ, ນໍ້າມັນດິບ, ກາສ ທໍາ ມະຊາດ

ຕາຕະລາງ 28.2 ກຸ່ມແຮ່ເສດຖະກິດ

### 3. ບາງແຮ່ທາດທີ່ສໍາຄັນ ແລະ ລົມຜົນປະຕິກິລິຍາເຄມີໃນຂະບວນການຜະລິດ

**3.1 ທອງ (Cu)** ເປັນໂລຫະທີ່ມີສີເຫຼືອງແດງ, ພົບໃນທໍາມະຊາດ ເປັນທາດສົດ ຫຼື ອາດ ລວມຢູ່ໃນແຮ່ອື່ນໆ ແຮ່ທອງທີ່ສໍາຄັນຄື: ແຮ່ຄາລໂຄໄຟໄຮ (CuFeS<sub>2</sub>) . ການ ແຍກທອງອອກ ຈາກແຮ່ຂັ້ນຕອນແລກຄືຕ້ອງແຍກແຮ່ທີ່ຕ້ອງການອອກຈາກສິ່ງເຈືອປົນ ອາດໃຊ້ວິທີການລອຍຕົວ ຈາກ ນັ້ນນໍາແຮ່ໄປເຜົາໃນອາກາດ ຫຼື ເອີ້ນກັນວ່າການຍ້າງແຮ່.

ທອງ ເປັນໂລຫະສໍາຄັນທີ່ໃຊ້ຫຼາຍໃນອຸດສາຫະກຳ ການຜະລິດໄຟຟ້າ ແລະ ເອເລັກໂຕຣນິກ, ອຸປະກອນຕູ້ເຢັນ, ເຄື່ອງປັບອາກາດ, ອຸປະກອນກ່ຽວກັບລົດຍົນ, ອາວຸດ, ຫຼຽນ ກາຕ່າງໆ. ນອກນັ້ນຍັງໃຊ້ເປັນສ່ວນປະກອບສໍາຄັນໃນໂລ ຫະປະສົມຫຼາຍຊະນິດ ເຊັ່ນ: ທອງນາກ, ປຣອນ, ໂລຫະ ປະສົມທອງນິເກນ. ທອງມີຄວາມໝຽວທົນຕໍ່ການກັດທັງນ

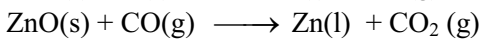
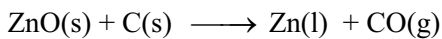


ຮູບ 28.3 ຜະລິດ ຕະພັນຈາກທອງ



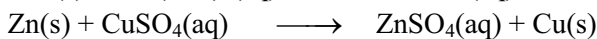
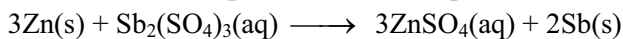
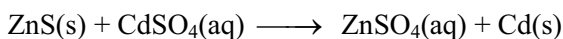
ໂດຍສະເພາະອຸປະກອນທີ່ຢູ່ໃນນ້ຳທະເລ ດັ່ງນັ້ນ ຈຶ່ງຖືກນຳໃຊ້ເຮັດທີ່ໃນລະບົບກັນອຸປະກອນ ໃນເຮືອທະເລ. ນອກນັ້ນ, ຍັງໃຊ້ເຮັດບ່ວງ, ສ້ອມ, ມິດ, ເຄື່ອງມືການແພດ. ແຮ່ທອງບາງຊະນິດ ສວຍງາມສາມາດນຳມາເຮັດເຄື່ອງເອ້ປະດັບໄດ້ດ້ວຍ.

**3.2 ສັງກະສີ** ແຮ່ສັງກະສີທີ່ພົບຫຼາຍທີ່ສຸດໃນໂລກໄດ້ແກ່ທາດ ZnS. ການຫຼອມແຮ່ຊະນິດ ນີ້ເລີ່ມຈາກການນຳມາເຜົາໃນອາກາດເພື່ອປ່ຽນເປັນທາດປະສົມອີກຊິດ ແລ້ວ ຈຶ່ງນຳມາຫຼອມ ແຫຼວທີ່ອຸນຫະພູມປະມານ 1100°C ໂດຍໃຊ້ກາກບອນ ຫຼື ກາກບອນໂມໂນອີກຊິດເປັນຕົວຮີ ດູກເຕີ; ປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນມີດັ່ງນີ້:



ສັງກະສີທີ່ຫຼອມໄດ້ ຢູ່ໃນຮູບຂອງແຫຼວທີ່ບໍ່ບໍລິສຸດ ສ່ວນກາສກາກບອນດີອີກຊິດທີ່ເກີດ ຂຶ້ນເມື່ອໃຫ້ປະຕິກິລິຍາກັບກາກບອນຈະປ່ຽນເປັນກາສກາກບອນໂມໂນອີກຊິດ ເຊິ່ງນຳກັບມາ ໃຊ້ເປັນຕົວຮີດູກເຕີໄດ້ອີກ.

ການຫຼອມແຫຼວແຮ່ສັງກະສີ  $\text{Zn}_4(\text{Si}_2\text{O}_7) \cdot (\text{OH})_2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnCO}_3$  ແລະ  $\text{ZnO}$  ແຕກຕ່າງ ຈາກວິທີທີ່ກ່າວມາແລ້ວໂດຍເລີ່ມຈາກການນຳເອົາແຮ່ປຸງກມາບິດຈົນລະອຽດແລ້ວໃຫ້ທຳປະຕິ ກິລິຍາກັບອາຊິດຊຸນຟູຮີກ ເກີດເປັນທາດປະກອບ  $\text{ZnSO}_4$  ຢູ່ໃນທາດລະລາຍ, ຕໍ່ຈາກນັ້ນ ປັບ ສະພາບທາດລະລາຍໃຫ້ເປັນກາງດ້ວຍຫີນປູນ ຫຼື ປູນຂາວ ແລ້ວຕອງເພື່ອແຍກກາກແຮ່ອອກ ຈາກທາດລະລາຍ ກາກແຮ່ທີ່ກອງໄດ້ຈະຖືກປັບສະພາບໃຫ້ເປັນກາງດ້ວຍປູນຂາວ ແລ້ວສົ່ງໄປ ເກັບບ່ອນເກັບກາກແຮ່ເພື່ອນຳໄປຫຼອມແຫຼວແຍກໂລຫະອື່ນໆ ສ່ວນ  $\text{ZnSO}_4$  ທີ່ລະລາຍຢູ່ໃນ ທາດລະລາຍຍັງບໍ່ບໍລິສຸດເນື່ອງຈາກມີເກືອຂອງໂລຫະການຊີອອມ, ຊີນ ແລະ ທອງລະລາຍຢູ່ ນຳຈຶ່ງຕ້ອງກຳຈັດອີອົງເຫຼົ່ານີ້ອອກໂດຍການເຕີມຝຸ່ນສັງກະສີລົງໄປເພື່ອໃຫ້ໂລຫະຂອງສັງກະສີ ໄປຮີດູກເຕີ  $\text{Cd}^{2+}$   $\text{Sb}^{3+}$  ແລະ  $\text{Cu}^{2+}$  ທີ່ຢູ່ໃນທາດລະລາຍເກີດເປັນໂລຫະ Cd, Sb ແລະ Cu ຕົກ ພົກຢູ່ທີ່ກັນພາຊະນະປະຕິກິລິຍາທີ່ເກີດຂຶ້ນເປັນດັ່ງນີ້:



ໂລຫະ Cd, Sb ແລະ Cu ຈະຖືກແຍກອອກຈາກທາດລະລາຍ  $\text{ZnSO}_4$  ດ້ວຍເຄື່ອງແຍກພົກ ແບບອັດ ສ່ວນທາດລະລາຍ  $\text{ZnSO}_4$  ທີ່ແຍກທາດປົນເປື້ອນ ອອກແລ້ວ ເຊິ່ງມີຄວາມບໍລິສຸດ ສູງແລ້ວຈະຖືກສົ່ງໄປຍັງໂຮງແຍກທາດດ້ວຍກະສໂຟຟ້າຕໍ່ໄປເພື່ອແຍກເອົາສັງກະສີສິດ.

ປັດຈຸບັນມີການໃຊ້ສັງກະສີຢ່າງກວ້າງຂວາງໂດຍໃຊ້ເປັນທາດເຄືອບເຫຼັກກ້າ ເຊັ່ນ: ອຸດສາຫະກຳແຜ່ນເຫຼັກຊຸບສັງກະສີ, ຂີ້ຕົ້ງເຫຼັກຊຸບສັງກະສີ, ລວດເຫຼັກຊຸບສັງກະສີ ໃຊ້ປະສົມກັບທອງແດງເກີດເປັນທອງເຫຼືອງເພື່ອໃຊ້ປັ້ນຮູບ ຫຼື ຫຼໍ່ຜະລິດຕະພັນຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ພາຊະນະ, ເຄື່ອງປະດັບ... ສັງກະສີປະສົມກັບອາລູມິນຽມ ແລະ ມາເຢຊີອອມ ເພື່ອນຳມາຫຼໍ່ເປັນຜະລິດຕະພັນຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ກາບູເລເຕີ, ບານພັບ ປະຕູ, ຂອງຫຼິ້ນສຳລັບເດັກ, ກ່ອງຖ່ານໄຟສາຍ... ນອກຈາກນີ້, ທາດປະສົມອີກຊິດຂອງສັງກະສີ ຍັງນຳມາໃຊ້ໃນອຸດສາຫະກຳ ຢາງ, ສີ, ເຊລາມິກ, ຢາ, ເຄື່ອງສຳອາງ ແລະ ອາຫານສັດ.



ຮູບ 28.4 ຜະລິດຕະພັນທີ່ເຮັດດ້ວຍສັງກະສີ

### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

- 1 ຈົ່ງບອກຄວາມໝາຍຂອງແຮ່ທາດ?
2. ແຮ່ທາດແຕ່ລະປະເພດມີຄວາມໝາຍ ແລະ ຄວາມສຳຄັນຄືແນວໃດ?
3. ຈົ່ງບອກຄຸນລັກສະນະບາງແຮ່ທາດທີ່ສຳຄັນ ແລະ ສົມຜົນປະຕິກິລິຍາໃນຂະບວນການຜະລິດ?

## ບົດທີ 29 ອຸດສາຫະກຳຊີມັງ

### 1. ວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ໃນການຜະລິດຊີມັງ

ປູນຊີມັງ ຕາມມາດຕະຖານອຸດສາຫະກຳໄດ້ຈາກການບົດປູນເມັດ ເຊິ່ງເກີດມາຈາກການເຜົາສ່ວນປະສົມຕ່າງໆໄດ້ແກ່ການຊີກາກໂບນັດ, ຊີລິກາ, ອາລູມີນາ ແລະ ອີກຊິດເຫຼັກໃນອັດຕາສ່ວນທີ່ເໝາະສົມຈົນທາດປົນນັ້ນລວມຕົວກັນ ແລະ ສຸກພໍດີ. ປູນຊີມັງທີ່ມີອັດຕາສ່ວນຂອງວັດຖຸດິບແຕກຕ່າງກັນຈະເຮັດໃຫ້ມີຄຸນລັກສະນະຕ່າງກັນ. ວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ໃນການຜະລິດຊີມັງແບ່ງອອກເປັນ 4 ກຸ່ມຄື:

**1.1 ວັດຖຸດິບເນື້ອປູນ:** ເປັນສ່ວນປະກອບຫຼັກມີປະມານ 80% ໂດຍມວນສານຂອງສ່ວນປະສົມກ່ອນການເຜົາ. ວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ອາດເປັນຫີນປູນ, ດິນສໍພອງ, ດິນມາສ, ຫີນອ່ອນ, ຫີນປູນ.

**1.2 ວັດຖຸດິບເນື້ອດິນ:** ປະກອບດ້ວຍຊີລິກາອາລູມີນາ ແລະ ອີກຊິດເຫຼັກ, ສ່ວນປະສົມຂອງກຸ່ມນີ້ ມີປະມານ 15-18% ໂດຍມວນສານຂອງສ່ວນປະສົມກ່ອນເຜົາ. ວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ໄດ້ແກ່ຫີນດິນດານ.

**1.3 ວັດຖຸດິບປັບຄຸນນະພາບ:** ເປັນວັດຖຸດິບທີ່ມີເນື້ອປູນອາລູມີນາຊີລິກາ ຫຼື ອີກຊິດເຫຼັກປະລິມານ ສູງໃຊ້ໃນກໍລະນີທີ່ສ່ວນປະສົມຂອງວັດຖຸດິບເນື້ອປູນ ແລະ ວັດຖຸດິບເນື້ອດິນ. ມີສ່ວນປະກອບບໍ່ເປັນໄປ ຕາມຂໍ້ກຳນົດເຊັ່ນ: ຖ້າມີອາລູມີນາຈຳເປັນຕ້ອງເຕີມຕົວປັບຄຸນນະພາບທີ່ເປັນທາດບິກຊິດ ( $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ) ຫຼື ຖ້າມີເຫຼັກຈຳເປັນກໍຕ້ອງເຕີມທາດທີ່ມີເຫຼັກອີກຊິດ ຫຼື ເສດເຫຼັກລົງໄປເພື່ອໃຫ້ສ່ວນປະສົມມີອົງປະກອບຕາມອັດຕາສ່ວນທີ່ໄດ້ກຳນົດໄວ້.

**1.4 ທາດເຕີມແຕ່ງ:** ທາດເຕີມແຕ່ງ ເປັນວັດຖຸດິບທີ່ເຕີມລົງໃນປູນເມັດພາຍຫຼັງການເຜົາເພື່ອປັບຄຸນລັກສະນະບາງປະການໄດ້ແກ່: ການເຕີມຍົບຊຳເພື່ອໜ່ວງເວລາໃຫ້ປູນທີ່ປະສົມກັບນ້ຳແຂງຕົວຊ້າລົງ, ຍົບຊຳທີ່ເຕີມລົງໄປມີປະລິມານ 3-5% ໂດຍມວນສານຂອງປູນເມັດໃນບາງກໍລະນີອາດເພີ່ມທາດເຕີມແຕ່ງເພື່ອເພີ່ມເນື້ອປູນ ເຊັ່ນ: ເຕີມຫີນປູນບົດປະມານ 10-20% ໂດຍມວນສານ.

ປະເທດລາວມີວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ໃນການຜະລິດຊີມັງຈຶ່ງມີໂຮງງານຊີມັງທີ່ມີກຳລັງຜະລິດສູງ ສາມາດຜະລິດໃຊ້ໃນປະເທດໄດ້ຢ່າງພຽງພໍ.



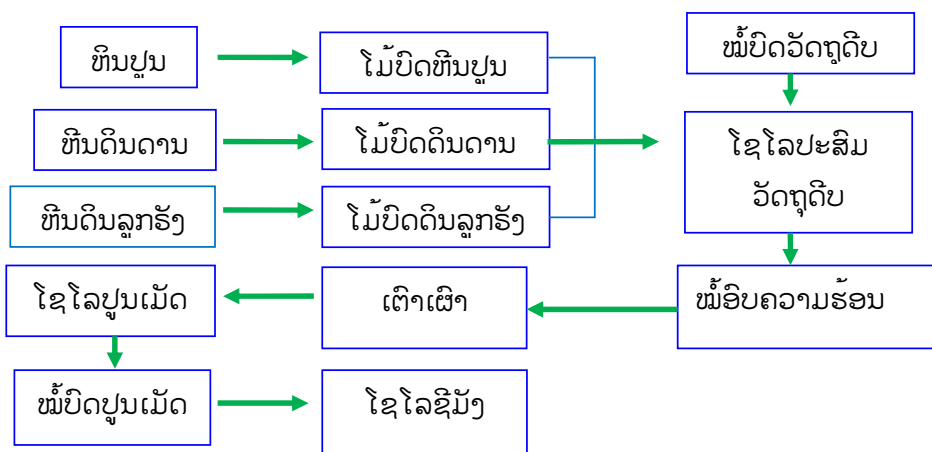
ຮູບ 29.1 ໂຮງງານຊີມັງວັງວຽງ ແຂວງວຽງຈັນ

## 2. ຂະບວນການຜະລິດປູນຊີມັງ

ສໍາລັບຂະບວນການທີ່ໃຊ້ຜະລິດປູນຊີມັງມີທັງແບບເຜົາປຽກ ແລະ ເຜົາແຫ້ງເຊິ່ງຂຶ້ນຢູ່ກັບຄວາມຊື່ນ ແລະ ຊະນິດຂອງວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ໃນການຜະລິດປູນຊີມັງ.

**ແບບເຜົາປຽກ:** ໃຊ້ໃນກໍລະນີທີ່ວັດຖຸດິບມີຄວາມຊຸ່ມສູງຕາມສະພາບທຳມະຊາດເຊັ່ນ: ມີດິນດຳ, ດິນຂາວ ຫຼື ດິນໜຽວເປັນສ່ວນປະສົມ. ຂະບວນການຜະລິດເລີ່ມຈາກການນຳວັດຖຸດິບທີ່ເຜົານຳໄປຍ່ອຍໃຫ້ຂະໜາດນ້ອຍລົງມາປະສົມກັນຕາມອັດຕາສ່ວນ, ບົດສ່ວນປະສົມທັງໝົດໃຫ້ລະອຽດ ແລະ ນຳມາຕີຮ່ວມກັບນໍ້າໃຫ້ລະອຽດຈົນເປັນນໍ້າດິນ ຈາກນັ້ນ ສູບນໍ້າດິນທີ່ຜ່ານວິທີປັບປຸງຄຸນນະພາບຈົນໄດ້ຕາມຕ້ອງການ ແລ້ວສົ່ງເຂົ້າສູ່ເຕົາເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມປະມານ  $1000-1350^{\circ}\text{C}$ . ວັດຖຸດິບທັງໝົດຈະທຳປະຕິກິລິຍາຕໍ່ກັນໄດ້ເປັນເມັດ ແລະ ຖືກສົ່ງຕໍ່ໄປເກັບໄວ້ໃນໂຊໂລ ແຕ່ເມື່ອນຳປູນເມັດໄປປະສົມກັບຢົບຊຳ ແລະ ບົດໃຫ້ລະອຽດຈະໄດ້ປູນຊີມັງຜົງ. ການຜະລິດໂດຍວິທີນີ້ຕ້ອງໃຊ້ພະລັງງານຫຼາຍ ແລະ ມີຕົ້ນທຶນການຜະລິດສູງ ດັ່ງນັ້ນ, ປັດຈຸບັນ ຈຶ່ງບໍ່ນິຍົມຜະລິດແບບດັ່ງກ່າວ.

**ແບບເຜົາແຫ້ງ:** ເໝາະສົມສໍາລັບວັດຖຸດິບທີ່ມີຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າເຊັ່ນ: ມີຫີນປູນ ຫຼື ຫີນດິນດານເປັນສ່ວນປະສົມໂດຍນຳວັດຖຸດິບທັງໝົດມາບົດລວມກັນໃນອັດຕາສ່ວນທີ່ເໝາະສົມແລ້ວນຳໄປເຜົາໃນລັກສະນະ ຝຸ່ນແຫ້ງ ເຊິ່ງເປັນວິທີທີ່ນິຍົມໃຊ້ໃນປັດຈຸບັນ. ການຜະລິດປູນຊີມັງແບບເຜົາແຫ້ງ ສະແດງດ້ວຍ ແຜນວາດໄດ້ດັ່ງນີ້:



ແຜນວາດ 29.2 ຂະບວນການຜະລິດຊີມັງແບບເຜົາແຫ້ງ

#### 4. ປະໂຫຍດ ແລະ ການນຳໃຊ້ຊີມັງແຕ່ລະປະເພດ

ເມື່ອນຳຊີມັງມາປະສົມກັບນ້ຳ ຈະຈັບຕົວແຂງ ແລະ ມີກຳລັງອັດສູງ ຈຶ່ງໃຊ້ເປັນຕົວປະສານ ວັດຖຸຊະນິດເມັດ ເຊັ່ນ: ຊາຍຫຍາບ, ລວດ ແລະ ທິນ ໃຫ້ເກາະຕົວແໜ້ນເປັນຄອນກຣີດໄດ້. ຊີມັງ ແບ່ງຕາມປະໂຫຍດການໃຊ້ງານດັ່ງນີ້:

ຊີມັງປອຣ໌ຕແລນ ເປັນຜົງຊີມັງທີ່ໄດ້ຈາກການບົດປູນເມັດກັບຍົບຊ້ຳຕາມມາດຕະຖານຜະລິດຕະພັນອຸດສາຫະກຳ. ກຳນົດປະເພດຂອງປູນຊີມັງປອຣ໌ຕແລນໄວ້ 5 ປະເພດດັ່ງນີ້:

ປະເພດທີ 1. ຊີມັງປອຣ໌ຕແລນ ທຳມະດາສຳລັບໃຊ້ໃນງານຄອນກຣີດ ຫຼື ຜະລິດຕະພັນອຸດສາຫະກຳທີ່ບໍ່ຕ້ອງການຄຸນນະພາບພິເສດກວ່າທຳມະດາ ແລະ ໃຊ້ສຳລັບການກໍ່ສ້າງຕາມປົກກະຕິທົ່ວໄປ.

ປະເພດທີ 2. ຊີມັງປອຣ໌ຕແລນ ສຳລັບໃຊ້ໃນການເຮັດຄອນກຣີດ ຫຼື ຜະລິດຕະພັນອຸດສາຫະກຳທີ່ເກີດຄວາມຮ້ອນ ແລະ ທິນ ຊຸນຟັດໄດ້ປານກາງ.

ປະເພດທີ 3. ຊີມັງປອຣ໌ຕແລນ ປະເພດເກີດແຮງສູງໄວ້ໃຊ້ງານກໍ່ສ້າງທີ່ຕ້ອງການໃຫ້ ເກີດແຮງບີບນ້ຳໜັກໄດ້ໄວ້, ເພາະສຳລັບໃຊ້ໃນງານຄອນກຣີດທີ່ຕ້ອງຖອດແບບໄດ້ໄວ ຫຼື ງານທີ່ໃຊ້ໄວເພື່ອແຂງກັບເວລາ.

ປະເພດທີ 4. ຊີມັງປອຣ໌ຕແລນປະເພດເກີດຄວາມຮ້ອນນໍາໃຊ້ໃນງານຄອນກຣີດທີ່ມີເນື້ອໜາງເຊັ່ນ: ການສ້າງເຂື່ອນກັນຂະໜາດໃຫຍ່, ງານໂຄງການທີ່ເປັນແທ່ງໜາງ.

ປະເພດທີ5. ຊີມັງປອຣ໌ຕແລນປະເພດຊຸນຟັດສູງ, ໃຊ້ໃນການກໍ່ສ້າງໃນທະເລ ຫຼື ຕາມຊາຍຝັ່ງທະເລ ເທິງດິນທີ່ມີຄວາມເຂັ້ມປົນກັນຢູ່ ຫຼື ໃຊ້ບໍລິເວນທີ່ມີຊຸນຟັດສູງ.

ຊີມັງປະສົມ ເປັນຊີມັງທີ່ມີການເຕີມຊາຍ ຫຼື ຫົນປູນລະອຽດປະມານ 25% ລົງໄປ ພ້ອມກັບປູນເມັດ ເຮັດໃຫ້ແຮງອັດຕໍ່າລົງກວ່າຊີມັງປອຣ໌ຕແລນດໍທໍາມະດາເລັກນ້ອຍ ຈຶ່ງເໝາະໃຊ້ສໍາລັບໃນການກໍ່ສ້າງທີ່ບໍ່ຕ້ອງການຮັບນໍ້າໜັກຫຼາຍ ຫຼື ຄອນກຣີດທີ່ບໍ່ມີການຢືດຫົດຫຼາຍເຊັ່ນ: ກໍ່, ໂບກ, ເຮັດກະເບື້ອງມຸງຫຼັງຄາ, ເທພີ້ນ, ຫຼໍ່ຫໍ່...

### **ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເລິກຫັດ**

1. ອຸດສາຫະກໍາຊີມັງມີຄວາມສໍາຄັນຕໍ່ການພັດທະນາປະເທດຄືແນວໃດ?
2. ຈຶ່ງອະທິບາຍຂັ້ນຕອນການຜະລິດຊີມັງ?
3. ການຜະລິດຊີມັງມີຄຸນປະໂຫຍດ ແລະ ໂຫດຕໍ່ສະພາບແວດລ້ອມຄືແນວໃດ?
4. ໃຫ້ນັກຮຽນສຶກສາຂໍ້ມູນຈາກຊຸມຊົນ ຫຼື ສືບຄົ້ນຈາກແຫຼ່ງຂໍ້ມູນຕ່າງໆ ກ່ຽວກັບປະເພດວິທີການໃຊ້ຊີມັງທີ່ໃຊ້ໃນການເຮັດວຽກງານຕ່າງໆ ແລະ ຜົນກະທົບທີ່ເກີດຂຶ້ນ?

## ບົດທີ 30 ອຸດສາຫະກຳເຊຣາມິກ

### 1. ຄວາມໝາຍຂອງເຊຣາມິກ

ອຸດສາຫະກຳເຊຣາມິກ ເປັນອຸດສາຫະກຳທີ່ສຳຄັນພື້ນຖານຂອງການຫຼອມ ແລະ ການຜະລິດໂລຫະ, ຊີມັງ ເປັນວັດສະດຸສຳຄັນຂອງວຽກງານກໍ່ສ້າງ ແລະ ສະຖາປັດຕະຍະກຳ. ໃນສະໄໝກ່ອນ ເຊຣາມິກ ໝາຍເຖິງສິລະປະທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບເຄື່ອງປັ້ນດິນເຜົາ, ເຊຣາມິກ ໝາຍເຖິງວັດສະດຸທີ່ຜ່ານການເຜົາ. ດັ່ງນັ້ນ, ຜະລິດຕະພັນເຊຣາມິກ ຈຶ່ງຄວບຄຸມຜະລິດຕະພັນຫຼາຍຢ່າງທີ່ໃຊ້ຄວາມຮ້ອນ. ໃນຂະບວນການຜະລິດ, ປະຈຸບັນ ເຊຣາມິກ ໝາຍເຖິງຜະລິດຕະພັນທີ່ເຮັດຈາກວັດຖຸດິບໃນທຳມະຊາດ ເຊັ່ນ: ດິນ, ຫີນ, ຊາຍ ແລະ ແຮ່ທາດ.

### 2. ຂະບວນການຜະລິດເຊຣາມິກ

#### 2.1 ການກຽມວັດຖຸດິບ

ວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ໃນອຸດສາຫະກຳເຊຣາມິກ ປະກອບມີວັດຖຸດິບທີ່ສຳຄັນເຊັ່ນ: ດິນ, ເຟດສະປາ, ຄວດສ ແລະ ວັດຖຸດິບອື່ນໆ ເພື່ອໃຫ້ຜະລິດຕະພັນທີ່ມີຄຸນນະພາບສູງເຊັ່ນ: ດິກໄຄໂດໂລໄມ,  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_3$ ,  $BeO$ ,  $SiO_2$ ,  $B_2O_3$ ,  $SnO_2$  ແລະ  $ZnO$ .

1) ດິນ ເປັນວັດຖຸດິບທີ່ສຳຄັນໃນການຜະລິດເຊຣາມິກຫຼາຍປະເພດ ໂດຍສະເພາະຜະລິດຕະພັນຮັບໃຊ້ເປັນພາຊະນະຮອງຮັບອາຫານ, ເຄື່ອງສຸຂະພັນ ແລະ ກະເບື້ອງ. ອົງປະກອບທີ່ສຳຄັນຂອງດິນຄື:  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$  ແລະ  $Na_2O$ . ດິນຈາກແຫຼ່ງຕ່າງກັນ ຈະມີອັດຕາສ່ວນການປະກອບແຕກຕ່າງກັນ. ຖ້າແບ່ງດິນຕາມລັກສະນະທາງກາຍະພາບອາດຈຳແນກໄດ້ເປັນດິນຂາວກັບດິນໜຽວ, ດິນຂາວເປັນວັດຖຸດິບທີ່ສຳຄັນໃນຜະລິດຕະພັນເຊຣາມິກ. ດິນຂາວບໍລິສຸດມີສູດເຄມີເປັນ  $Al_2O_3(2SiO_2 \cdot 2H_2O)$  ປະກອບດ້ວຍ  $Al_2O_3$  39,8%,  $SiO_2$  46,3%,  $H_2O$  13,8 % ໂດຍມວນສານ. ດິນໜຽວເປັນດິນທີ່ມີສີຂາວຄ້ຳຈົນເຖິງດຳ, ມີເນື້ອລະອຽດ, ມີຄວາມໜຽວ ແລະ ແຂງກວ່າດິນຂາວ, ເມື່ອເອົາດິນໜຽວໄປປະສົມກັບດິນຂາວຈະເຮັດໃຫ້ເນື້ອດິນແໜ້ນຂຶ້ນ ຈຶ່ງມີຄວາມສະດວກໃນການປັ້ນຮູບຕ່າງໆໄດ້.

#### 1) ເຟດສະປາ ຫຼື ຫີນຟັນມ້າ

ເປັນທາດປະກອບອະລູມີນີຊີລິກາດຂອງທາດໝູ່ IA ແລະ IIA ຄື: Na, K, Ca ສ່ວນໃຫຍ່ມີອົງປະກອບຄືງ່າຍ ຍົກເວັ້ນແຕ່ສັດສ່ວນຂອງ Na ແລະ K ຈະມີຄ່າແຕກຕ່າງກັນ.

ເພດສະປາທີ່ມີປະລິມານຂອງ Na ຫຼາຍ ເອີ້ນວ່າ ນາຕຣີເພດສະປາ ຈະໃຊ້ໃນສ່ວນປະກອບໃນນໍ້າເຄືອບ ແລະ ໃຊ້ປະສົມໃນເນື້ອ ; ສ່ວນເພດສະປາຂອງ K ຫຼາຍ ເອີ້ນວ່າ ກາລີ ເພດສະປາຈະໃຊ້ສ່ວນປະສົມໃນເນື້ອດິນປັ້ນ. ເພດສະປາເຮັດໜ້າທີ່ຊ່ວຍໃຫ້ສ່ວນປະສົມເກີດການຫຼອມແຫຼວຢູ່ອຸນຫະພູມຕ່ຳ ເຮັດໃຫ້ເກີດການປ່ຽນແປງເປັນເນື້ອແກ້ວໃນເນື້ອຜະລິດຕະພັນ ແລະ ເຮັດໃຫ້ມີຄວາມໂປ່ງໃສ.

### 3) ຄັວດສ ຫຼື ຫີນຂຽວຫະນຸມານ

ມີສ່ວນປະກອບເປັນຊີລິກາ ສ່ວນຫຼາຍຈະບໍ່ມີສີ. ຄັວດສເຮັດໜ້າທີ່ເປັນໂຄງສ້າງຂອງຜະລິດຕະພັນເຊຣາມິກ, ຊ່ວຍໃຫ້ເກີດຄວາມແຂງແຮງບໍ່ໂຄ້ງງໍ ເຮັດໃຫ້ຜະລິດຕະພັນກ່ອນ ແລະ ຫຼັງເຜົາຫົດຕົວນ້ອຍ.

### 4) ແຮໂດໄລໄມ

ເປັນແຮ ຫຼື ຫີນພືກທີ່ປະກອບດ້ວຍການຊີມາເຍ ກາກໂບນັດ  $[CaMg(CO_3)_2]$  ຫຼື  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$  ສ່ວນໃຫຍ່ມີລັກສະນະຄ້າຍຄືຫີນປູນໃຊ້ປະລິມານເລັກນ້ອຍປະສົມໃນເນື້ອດິນເພື່ອຫຼຸດຈຸດຫຼອມແຫຼວຂອງວັດຖຸດິບ ແລະ ໃຊ້ປະສົມໃນນໍ້າເຄືອບ.

ທາດປະສົມອີກຊິດຫຼາຍຊະນິດເປັນວັດຖຸເຊື້ອໄຟຄື:  $BeO$ ,  $Al_2O_3$ , ໃຊ້ປະສົມໃນຜະລິດຕະພັນທົນໄຟສູງ  $SiO_2$ ,  $BeO$  ໃຊ້ເຕັມລົງໄປເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຜະລິດຕະພັນເປັນເນື້ອແກ້ວ  $CaO$ ,  $SnO_2$ ,  $ZnO$  ໃຊ້ເຄືອບເພື່ອເຮັດແກ້ວ ໂດຍແສງບໍ່ສາມາດສ່ອງຊອດໄດ້.

**2.2 ການຂຶ້ນຮູບຜະລິດຕະພັນ** ມີຫຼາຍວິທີເຊັ່ນ: ການເທແບບ, ການໃຊ້ແປ້ນໝູນ, ການໃຊ້ເຄື່ອງຂຶ້ນຮູບ, ການອັດເນື້ອດິນຜ່ານຫົວແບບ ແລະ ການອັດຜົງເນື້ອດິນລົງໃນແບບ ທັງນີ້ຂຶ້ນກັບຊະນິດ, ຮູບຮ່າງ ແລະ ຄຸນະພາບຂອງຜະລິດຕະພັນ.

1) ການເທແບບ ເລີ່ມຈາກປະສົມດິນກັບນໍ້າຈົນໄດ້ຕາມຄວາມຕ້ອງການ ແລ້ວຈຶ່ງເທລົງໃນແບບທີ່ມີຮູບຮ່າງຕ່າງໆໄດ້. ຈາກນັ້ນ, ປະໃຫ້ມັນແຂງຕົວແລ້ວແກະແບບອອກແລ້ວນໍາໄປຕົບແຕ່ງຜະລິດຕະພັນຕາມຄວາມຕ້ອງການ. ການຂຶ້ນຮູບດ້ວຍວິທີນີ້ໃຊ້ຜະລິດເຄື່ອງຜະລິດຕະພັນປະເພດກວດ ແລະ ເຄື່ອງສຸຂະພັນຕ່າງໆ.

### 2) ການຂຶ້ນຮູບໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງໝູນຈັກປັ້ນ

ໄດ້ສະເພາະພາຊະນະທີ່ມີລັກສະນະກົມ, ຄີ: ໂອ່ງ , ອ່າງ, ຖັງ, ໄຫ...ການປັ້ນດ້ວຍວິທີນີ້ຕ້ອງໃຊ້ຄວາມຊໍານານເປັນພິເສດຈຶ່ງຈະປັ້ນໃຫ້ເກີດເປັນຮູບຕາມຄວາມຕ້ອງການໄດ້ແລ້ວ



ຕ້ອງເກັບໄວ້ໃນບ່ອນຮົ່ມເພື່ອໃຫ້ເນື້ອດິນແຫ້ງຢ່າງຊ້າໆ ຈາກນັ້ນ ນຳມາຕົບແຕ່ງຕາມຄວາມຕ້ອງການ ແລ້ວຈຶ່ງໄປຕາກແດດ ຫຼື ອົບໃນອຸນຫະພູມປະມານ 40-60 ອົງສາ ເພື່ອເຮັດໃຫ້ຜະລິດຕະພັນແຫ້ງ ແລະ ເປັນການປ້ອງກັນການແຕກກ່ອນນຳໄປເຜົາຕໍ່ໄປ.

### 2.3 ການເຜົາ ແລະ ເຄືອບ

ການຜະລິດເຊຣາມິກຄັ້ງທຳອິດເອີ້ນວ່າເຜົາດິນ ໂດຍເພີ່ມອຸນຫະພູມຂອງເຕົາເຜົາໃຫ້ສູງຂຶ້ນຢ່າງຊ້າໆ ເພື່ອໃຫ້ຜະລິດຕະພັນຄົງສະພາບເດີມ, ຜະລິດຕະພັນເຊຣາມິກທີ່ຜ່ານການເຜົາມາແລ້ວ ບາງຊະນິດນຳໄປໃຊ້ໄດ້ເລີຍໂດຍບໍ່ຕ້ອງການເຄືອບເຊັ່ນ: ໂຖປູກຕົ້ນໄມ້...ແຕ່ຜະລິດຕະພັນສ່ວນໃຫຍ່ຈະຕ້ອງເຄືອບຜິວເພື່ອໃຫ້ເກີດຄວາມສວຍງາມ, ເພີ່ມຄວາມທົນທານເພື່ອບໍ່ໃຫ້ຮອຍຂີດຂອງວັດສະດຸນັ້ນ. ພັນເຊຣາມິກສ່ວນປະສົມຂອງນ້ຳເຄືອບແບ່ງຕາມຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີໄດ້ 3 ກຸ່ມຄື:

➢ ກຸ່ມທີ 1 ກຸ່ມທາດທີ່ຊ່ວຍຫຼຸດອຸນຫະພູມຂອງການຫຼອມລະລາຍຂອງນ້ຳເຄືອບເຊັ່ນ: ອີກຊິດຂອງໂລຫະດັງ ແລະ ໂລຫະດັງດິນລວມທັງອີກຊິດຂອງຊິນ, ອີກຊິດສັງກະສີ ແລະ ອີກຊິດທີ່ເຮັດໃຫ້ເກີດສີຕ່າງໆເຊັ່ນ:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{LiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SrO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{PbO}$  ແລະ  $\text{ZnO}$ .

➢ ກຸ່ມທີ 2 ເປັນກຸ່ມທາດທີ່ທົນທານໄຟ ແລະ ໃຫ້ສີ ເຊັ່ນ:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ .

➢ ກຸ່ມທີ 3 ກຸ່ມທາດທີ່ຊ່ວຍໃຫ້ເນື້ອຜະລິດຕະພັນທີ່ແສງບໍ່ສາມາດສ່ອງຊອດໄດ້ ເຊັ່ນ:

$\text{SiO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{ThO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ .

ເຕັກນິກ ແລະ ວິທີການເຄືອບຂຶ້ນຢູ່ກັບລັກສະນະ ແລະ ຂະໜາດຂອງຜະລິດຕະພັນ ເຊັ່ນ: ການເຄືອບດ້ວຍວິທີຊຸບ ຫຼື ຈຸ່ມ ຈະໃຊ້ກັບຜະລິດຕະພັນທີ່ມີຂະໜາດນ້ອຍ ແລະ ນ້ຳໜັກເບົາສ່ວນຜະລິດຕະພັນທີ່ມີຂະໜາດໃຫຍ່ຈະໃຊ້ວິທີເທ ຫຼື ພົ່ນ ແຕ່ຖ້າເປັນຜະລິດຕະພັນສິນລະປະຈຳຕ້ອງໃຊ້ຟອຍປັດ ຫຼັງຈາກເຄືອບ ແລະ ຕົບແຕ່ງແລ້ວຈຶ່ງນຳໄປເຜົາໃນເຕົາ ຄວນເພີ່ມອຸນຫະພູມຢ່າງຊ້າໆຈົນເຖິງຈຸດເປື້ອຍຂອງທາດໃນນ້ຳເຄືອບ. ຫຼັງຈາກນັ້ນ, ຄວນຫຼຸດອຸນຫະພູມລົງຊ້າໆຈົນຜະລິດຕະພັນເຢັນ ແລ້ວຈຶ່ງນຳອອກຈາກເຕົາເຜົາ.

### 3. ຄຸນປະໂຫຍດຂອງເຊຣາມິກ

ຕົວຢ່າງ: ການນຳໃຊ້ຜະລິດຕະພັນເຊຣາມິກບາງຊະນິດ

- ຜະລິດຕະພັນເຊຣາມິກທີ່ໃຊ້ເປັນພາຊະນະຮອງຮັບ ຫຼື ປຸງແຕ່ງອາຫານເຊັ່ນ: ຖ້ວຍ, ຈານ, ຊາມ, ໝໍ້ ແລະ ອື່ນໆ.

- ຜະລິດຕະພັນເຊຣາມິກທີ່ໃຊ້ໃນເຄື່ອງສຸຂະພັນເຊັ່ນ: ໂຖສ້ວມ, ອ່າງລ້າງໜ້າ, ອ່າງອາບນ້ຳແລະ ບ່ອນວາງສະບູ...

- ຜະລິດຕະພັນກະໂລເຊັ່ນ: ກະໂລປູພື້ນ, ກະໂລຕິດຝາ...

- ຜະລິດຕະພັນທີ່ໃຊ້ໃນການໄຟຟ້າເຊັ່ນ: ກ່ອງຟົວ, ຖ່ານ ຫຼື ມີຈັບສາຍໄຟຟ້າ.

- ຜະລິດຕະພັນວັດສະດຸທົນໄຟເຊັ່ນ: ສະນວນທົນໄຟ

- ຜະລິດຕະພັນແກ້ວເຊັ່ນ: ແກ້ວ, ແວ່ນ.



ຮູບ 30.1 ຜະລິດຕະພັນເຊຣາມິກ

ການນຳໃຊ້ຜະລິດຕະພັນຈາກເຊຣາມິກ ຄວນຄຳນຶງເຖິງຜົນອັນຕະລາຍທີ່ອາດຈະເກີດຂຶ້ນຈາກທາດຊີນ ທີ່ໃຊ້ເປັນວັດສະດຸຊ່ວຍລົດອຸນຫະພູມ, ມີການລະລາຍ ແລະ ໃຫ້ມີສີລົດໃສ ຖ້ານ້ຳເຄືອບຕິດຜິວເນື້ອດິນປັ້ນບໍ່ດີ ທາດທີ່ເຄືອບອາດຈະຫຼຸດອອກ ແລະ ເຮັດໃຫ້ມີທາດຊີນຫຼຸດອອກມານຳ ນອກຈາກນີ້ ການນຳຜະລິດຕະພັນດັ່ງກ່າວໄປໃສ່ອາຫານທີ່ມີລັກສະນະອາຊິດ ແລະ ບາເຊີຈະເຮັດໃຫ້ທາດຊີນທີ່ ເຄືອບຢູ່ລະລາຍປົນມາກັບອາຫານໄດ້.

#### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ອຸດສາຫະກຳເຊຣາມິກມີຄວາມສຳຄັນຕໍ່ການພັດທະນາປະເທດຄືແນວໃດ?
2. ຈົ່ງອະທິບາຍຂັ້ນຕອນການຜະລິດເຊຣາມິກ?
3. ການເຄືອບເຊຣາມິກມີປະໂຫຍດແນວໃດ?
4. ຜະລິດຕະພັນເຊຣາມິກມີປະໂຫຍດແນວໃດ?

## ບົດທີ 31 ອຸດສາຫະກຳແກ້ວ

### 1. ຄຸນລັກສະນະ ແລະ ປະໂຫຍດຂອງແກ້ວ

ແກ້ວ ເປັນວັດສະດຸທີ່ມີປະໂຫຍດຫຼາຍຢ່າງເຊັ່ນ: ໃຊ້ເປັນພາຊະນະ, ເຄື່ອງໃຊ້ປະດັບ, ໃຊ້ໃນອາຄານ ຫຼື ສິ່ງກໍ່ສ້າງຕ່າງໆ. ແກ້ວມີຄຸນລັກສະນະຄືມີຄວາມໂປ່ງໃສ, ອາຍນ້ຳ ແລະ ກາສ ຊຶມຜ່ານໄດ້ຍາກ. ແກ້ວບາງຊະນິດທົນຕໍ່ສະພາບແວດລ້ອມທີ່ເປັນອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ, ມີຄວາມແຂງແກ່ນ ແລະ ທົນຕໍ່ແຮງດັນໄດ້.

ແກ້ວ ຜະລິດຈາກຊາຍແກ້ວ ຫຼື ຊີລິກາ, ໂຊດາແອສ, ທີນປູນ, ໂດໂລໄມ ແລະ ເສດແກ້ວ ປະມານ 30% ທາດທີ່ເຕີມລົງໄປທັງໝົດນີ້ຈະຫຼຸດອຸນຫະພູມໃນການຫຼອມແຫຼວ, ຊີລິກາ ຈາກ 1700 ເປັນ 1500 -1600 ອົງສາ ແລະ ເພີ່ມຄວາມແຂງແກ່ນຂອງເນື້ອແກ້ວ. ເມື່ອວັດຖຸດິບທີ່ໃຊ້ເຮັດແກ້ວໄດ້ຮັບຄວາມຮ້ອນໃນເຕົາຫຼອມທີ່ມີອຸນຫະພູມ 1600 ອົງສາ ສ່ວນປະກອບກາກໂບນັດເຊິ່ງໄດ້ແກ່ທຶນປູນ, ໂຊດາແອສ, ໂດໂລໄມ ຈະເກີດການປ່ຽນແປງໄປເປັນທາດປະສົມອີກຊິດ ແລະ ເກີດການລະລາຍເປັນເນື້ອດຽວກັນເຊິ່ງເອີ້ນວ່າ: ນ້ຳແກ້ວ ຈາກນັ້ນ, ຈຶ່ງຫຼຸດອຸນຫະພູມຂອງນ້ຳແກ້ວໃຫ້ຢູ່ໃນຊ່ວງຕ່າງກັນ ເພື່ອໃຫ້ແກ້ວມີຄວາມໜົບກ່ອນແລ້ວຈຶ່ງສົ່ງໄປເຂົ້າຂັ້ນຕອນການປັ້ນຮູບແກ້ວຕາມຄວາມຕ້ອງການ.

ແກ້ວສາມາດຈຳແນກໄດ້ຫຼາຍປະເພດຕາມວິທີການຜະລິດ, ໃຊ້ງານ ຫຼື ອົງປະກອບທາງດ້ານເຄມີ ແຕ່ສ່ວນໃຫຍ່ນິຍົມກັນຈຳແນກຕາມສ່ວນປະກອບທາງເຄມີ.

### 2. ຜະລິດຕະພັນແກ້ວຊະນິດຕ່າງໆ

➤ **ແກ້ວໂຊດາໄລ:** ມີສ່ວນປະກອບຫຼັກເປັນຊີລິກາປະມານ 71-75% , ນາຕຣີອີກຊິດ 12-16%, ການຊີອີກຊິດ 10-15% ແກ້ວປະເພດນີ້ ບໍ່ສາມາດ ທົນຕໍ່ສະພາບຄວາມເປັນອາຊິດ ແລະ ບາເຊີ, ແຕ່ກ່າຍເມື່ອໄດ້ຮັບຄວາມຮ້ອນ, ແສງສາມາດຜ່ານໄດ້ແຕ່ ດູດກິນລັງສີອຸລຕຣາວິໂອເລ, ເປັນແກ້ວທີ່ພົບເຫັນໄດ້ທົ່ວໄປເຊັ່ນ: ແກ້ວກວດນ້ຳ, ພາຊະນະແກ້ວ, ແວ່ນແກ້ວ. ນອກຈາກນີ້ຍັງສາມາດເຮັດໃຫ້ແກ້ວມີສີຕ່າງໆໄດ້ ໂດຍການເຕີມອີກຊິດບາງຊະນິດລົງໄປເຊັ່ນ: ເຕີມອີກຊິດຂອງມັງການ ຈະໄດ້ແກ້ວສີເຫຼືອງອ່ອນ ຫຼື ສີນ້ຳຕານ, ເຕີມອີກຊິດຂອງທອງ ຫຼື ໂກຣມ ຈະໄດ້ແກ້ວສີຂຽວ ແລະ ເຕີມອີກຊິດຂອງໂກບານ ຈະໄດ້ແກ້ວສີນ້ຳຕານ.

➤ **ແກ້ວບໍຣ໌ຊີເກດ:** ເປັນແກ້ວທີ່ມີຊີລິກາຢູ່ໃນສ່ວນປະສົມໃນປະລິມານຂ້ອນຂ້າງສູງ

ສ່ວນນາຕຣີອີກຊິດ ແລະ ການຊີອີກຊິດໃນປະລິມານຫຼຸດລົງ ແລະ ມີການເຕີມອີກ ຊິດຂອງບໍຣ (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ລົງໄປອີກ ເພື່ອເຮັດໃຫ້ສໍາປະສິດການຂະຫຍາຍຕົວ ເນື່ອງຈາກວ່າຄວາມຮ້ອນມີຄ່າ ຫຼຸດລົງ ທົນຕໍ່ການປ່ຽນແປງອຸນຫະພູມໄດ້ດີ, ແກ້ວຊະນິດນີ້ ໃຊ້ຜະລິດພາຊະນະສໍາລັບໃຊ້ໃນ ເຕົາອົບເຄື່ອງແກ້ວທີ່ໃຊ້ໃນຫ້ອງທົດລອງວິທະຍາສາດ.

➤ **ແກ້ວຄຣິສະຕັລ** ເປັນແກ້ວທີ່ມີຊີລິກາປະມານ 54-65% ເຊິ່ງເປັນປະລິມານທີ່ນ້ອຍກວ່າ ແກ້ວໂຊດາໄລ ລວມທັງມີອີກຊິດຂອງຊີນກັບກາລີເປັນສ່ວນປະສົມ. ໂດຍທົ່ວໄປຈະຕ້ອງມີຊີນ ອີກຊິດຢູ່ຫຼາຍກວ່າ 24% ແລະ ມີດັດສະນີທັກແສງສູງຫຼາຍ, ແກ້ວຊະນິດນີ້ ເມື່ອມີແສງມາ ກະທົບຈະສ້າງເກດເຫັນວ່າມີປະກາຍແວວວາວສວຍງາມ, ສາມາດແກະສະລັກລວດລາຍປະດັບ ປະດາຕ່າງໆ ແລະ ມີລາຄາແພງຫຼາຍເນື່ອງຈາກຕ້ອງໃຊ້ຊາຍແກ້ວທີ່ມີປະລິມານເຫຼັກເຈືອປົນ ນ້ອຍຫຼາຍ ລວມທັງຕ້ອງໃຊ້ອີກຊິດຂອງຊີນ ແລະ ກາລີອອມໃນປະລິມານຫຼາຍມີຜະລິດຕະພັນ ນ້ອຍ ແລະ ໃຊ້ມືໃນການເຈຍລະໂນ.

➤ **ແກ້ວໂອປອລ:** ເປັນແກ້ວທີ່ມີການເຕີມທາດບາງຊະນິດເຊັ່ນ: ນາຕຣີກູຣິວ ຫຼື ການຊີ ກູຣິວ ເພື່ອໃຫ້ເກີດການຕົກພົກ ຫຼື ແຍກຊັ້ນໃນເນື້ອແກ້ວ ເຮັດໃຫ້ເນື້ອແກ້ວຊຸ່ນ, ໂປ່ງແສງ, ຫຼອມ ແລະ ຂຶ້ນຮູບໄດ້ງ່າຍ. ຜະລິດຕະພັນແກ້ວນີ້ ມີການນໍາໃຊ້ຢ່າງກວ້າງຂວາງໃນປັດຈຸບັນ ເຊັ່ນ: ແຜ່ນແວ່ນ ໃຊ້ຕົບແຕ່ງໃນອາຄານ ແລະ ເຄື່ອງໃຊ້ຕ່າງໆ. ການຜະລິດແຜ່ນແວ່ນອາດເຮັດ ດ້ວຍການດຶງ ແລະ ຮີດນໍ້າແກ້ວຕາມ ຄວາມເໝາະສົມຕໍ່ການຂຶ້ນຮູບຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງໄປຕາມໜ້າ ພຽງ ແລ້ວໃຫ້ແຜ່ນແວ່ນຜ່ານໄປຍັງເຕົາປັບສະພາບເນື້ອແກ້ວເພື່ອໃຫ້ເຢັນຕົວລົງຢ່າງຊໍາ ແລະ ຜ່ານໄປຍັງເຄື່ອງຂັດ ແລ້ວຈະໄດ້ແກ້ວທີ່ກຽງດີ, ມີຄວາມສະໝໍ່າສະເໝີທົ່ວແຜ່ນ ເຊິ່ງຄຸນະພາບ ຂອງແຜ່ນແກ້ວຂຶ້ນກັບຂະບວນການທີ່ເຮັດເປັນແຜ່ນ. ແຜ່ນແວ່ນທີ່ໄດ້ມີການແປຮູບ ເພື່ອໃຊ້ ປະໂຫຍດຕ່າງໆເຊັ່ນ: ແວ່ນແຍງ, ແວ່ນສະທ້ອນແສງ, ແວ່ນນິລະໄພ, ແວ່ນສະນວນ, ແວ່ນ ເສີມລວດ ແລະ ແວ່ນກັນລູກປືນ.

#### **ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ**

1. ອຸດສາຫະກໍາແກ້ວມີຄວາມສໍາຄັນຕໍ່ການພັດທະນາປະເທດຄືແນວໃດ?
2. ນັກຮຽນຮູ້ຈັກແກ້ວຊະນິດໃດແດ່?
3. ແກ້ວນໍາໄປແປຮູບເປັນຫຍັງໄດ້ແດ່?
4. ຈິ່ງຍົກຕົວຢ່າງການຜະລິດແກ້ວບາງຊະນິດ ແລະ ໃຊ້ປະໂຫຍດຫຍັງແດ່?

## ບົດທີ 32 ອຸດສາຫະກຳຍ້ອມຜ້າ

ອຸດສາຫະກຳຍ້ອມຜ້າ ເປັນອຸດສາຫະກຳຂັ້ນກາງໃນອຸດສາຫະກຳຕ່ຳແຜ່ນ, ເປັນຂັ້ນຕອນຂອງການປ່ຽນວັດຖຸໃນຮູບແບບເປັນເສັ້ນດ້າຍ ຫຼື ຜ້າດິບ ເປັນວັດຖຸທີ່ສາມາດນຳເອົາໄປຜະລິດ ຫຼື ຈຳໜ່າຍໃຫ້ແກ່ບໍລິສັດຕໍ່ໄປໄດ້. ຂະບວນການຜະລິດທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນອຸດສາຫະກຳຍ້ອມຜ້ານັ້ນຕ້ອງໃຊ້ວັດຖຸດິບທີ່ເປັນທາດເຄມີ ບໍ່ວ່າຈະເປັນສີຍ້ອມ, ອາຊິດ, ດັງ ແລະ ທາດປັບປຸງຄຸນນະພາບຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ທາດຕົກແຕ່ງ, ທາດຟອກຂາວເປັນຕົ້ນ ແລະ ສິ່ງທີ່ຂາດບໍ່ໄດ້ກໍຄືນ້ຳທີ່ໃຊ້ເຂົ້າຂະບວນການຟອກ, ຍ້ອມທີ່ຕ້ອງໃຊ້ປະລິມານຫຼາຍ ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຜ້າ ຫຼື ເສັ້ນດ້າຍທີ່ມີສີສັນງາມ, ທົນຕໍ່ສະພາບແວດລ້ອມຕະຫຼອດຮອດຄວາມພໍໃຈ, ຄວາມຮູ້ສຶກຂອງຜູ້ຊົມໃຊ້.

ການຍ້ອມສີຜ້າມີ 2 ວິທີຄື: ການຍ້ອມສີທຳມະຊາດ ແລະ ສີສັງເຄາະ

### 1. ການຍ້ອມສີທຳມະຊາດ

ສີທຳມະຊາດຄືສີທີ່ໄດ້ຈາກວັດຖຸດິບທີ່ມາຈາກພືດ, ສັດ ແລະ ແຮ່ທາດຕ່າງໆ ເຊິ່ງເກີດຂຶ້ນຈາກຂະບວນການຕາມທຳມະຊາດ ແຫຼ່ງວັດຖຸດິບຂອງສີທຳມະຊາດສາມາດຫາໄດ້ຈາກຕົ້ນໄມ້ ແລະ ຈາກບາງສ່ວນຂອງສັດຫຼາຍຊະນິດ ສາມາດໃຫ້ສີສັນຕາມຄວາມຕ້ອງການ ແລະ ດ້ວຍຂະບວນການຜະລິດທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ເຮັດໃຫ້ຜະລິດຕະພັນທີ່ໄດ້ມີຄວາມງາມ ແລະ ສີສັນທີ່ຫຼາກຫຼາຍ. ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມການຍ້ອມສີທຳມະຊາດນັ້ນບໍ່ເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ສຸຂະພາບຂອງຜູ້ຜະລິດ ແລະ ຜູ້ບໍລິໂພກ ແລະ ບໍ່ເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ສິ່ງແວດລ້ອມ ວັດຖຸດິບກໍສາມາດຫາໄດ້ງ່າຍ ໂດຍບໍ່ໄດ້ໃຊ້ສີເຄມີທີ່ນຳເຂົ້າຈາກຈາກຕ່າງປະເທດ ການຍ້ອມສີທຳມະຊາດສາມາດຮຽນຮູ້ໄດ້ດ້ວຍຕົນເອງ, ສາມາດຖ່າຍທອດໃຫ້ແກ່ຄົນຮຸນຫຼັງ ເປັນພູມປັນຍາຂອງທ້ອງຖິ່ນ ເຮັດໃຫ້ເຫັນຄຸນຄ່າຊັບພະຍາກອນທຳມະຊາດ ເຮັດໃຫ້ເກີດຄວາມຫວັງແຫນທຳມະຊາດ ຮຽນຮູ້ທີ່ຈະອານຸລັກ ແລະ ປູກທົດແທນເພື່ອການຜະລິດແບບຍືນຍົງ.

#### 1.2 ຂັ້ນຕອນການຍ້ອມສີທຳມະຊາດ

ການຍ້ອມໄໝດ້ວຍຄັງ ກ່ອນອື່ນເຮົາຕ້ອງບົດຄັງໃຫ້ເປັນຝຸ່ນລະອຽດດີ ນຳເອົາຝຸ່ນຄັງທີ່ບົດໄປແຊ່ນ້ຳປະມານ 3 ວັນແລ້ວຕ່ອງເອົາແຕ່ນ້ຳ, ກຽມນ້ຳໝາກຂາມປຽກເຕີມລົງໄປໃນນ້ຳສີເຕີມນ້ຳໝາກຂີ້ຫູດ ຊົມເບິ່ງໃຫ້ມີລົດສົ້ມຫວານແລ້ວຈຶ່ງນຳຜ້າ ຫຼື ໄໝລົງຍ້ອມ ຕົ້ມໃຫ້ຟົດຈົນສີຕິດສະໝໍ່າສະເໝີຈະໄດ້ຜ້າ ຫຼື ໄໝທີ່ຍ້ອມແລ້ວເປັນສີແດງ.



ຮູບ 32.1 ການຍ້ອມໄໝດ້ວຍຄັງ

1) ການຍ້ອມຜ້າຝ້າຍດ້ວຍຄາມ

- ແຊ່ໃບ ແລະ ເປືອກຄາມໃນນ້ຳ ໝັກໄວ້ 2-3 ວັນ ພ້ອມທັງຄົນເລື້ອຍໆ ເພື່ອໃຫ້ໃບທີ່ເປື້ອຍອອກສີຫຼາຍຂຶ້ນ
- ແຍກເອົາໃບທີ່ເປື້ອຍໄປແຊ່ອີກ 3 ວັນ ແລ້ວບີບໃບ ແລະ ກິ່ງງ່າທີ່ເນົ່າເປື້ອຍເພື່ອເອົານ້ຳ
- ເຕັມບູນຂາວ 1 ສ່ວນຕໍ່ນ້ຳສີ 5 ສ່ວນ ປະໄວ້ 2 ວັນ ປະໄວ້ໃຫ້ຕົກພຶກ
- ລົ້ນນ້ຳບູນໃສ່ອອກໃຫ້ເຫຼືອແຕ່ເນື້ອຄາມ
- ປະລິມສຸດຄາມດ້ວຍນ້ຳດັ່ງທີ່ກຽມໄວ້ຈາກການທີ່ເຮົານຳເອົາເປືອກໝາກຂາມ ຫຼື ກາບກ້ວຍແຫ້ງ ຫຼື ເປືອກໝາກຮຸ່ງແຫ້ງມາເຜົາເພື່ອເອົາຖ່ານ ແລະ ຂີ້ເຖົ້າ ຈາກນັ້ນນຳເອົາຖ່ານ ຫຼື ຂີ້ເຖົ້າປະມານ 2-3 Kg ລົງໃນຖັງນ້ຳທີ່ເຈາະເປັນຮູນ້ອຍໆ ປະມານ 5-6 ຮູແລ້ວວາງໄວ້ເທິງພາຊະນະບັນຈຸທີ່ສາມາດເກັບນ້ຳໄດ້ ຈາກນັ້ນໃຫ້ຕື່ມນ້ຳປະມານ 2 ລິດ ນ້ຳຈະໄຫຼ່ຊຶມອອກຮູລົງໃນພາຊະນະທີ່ຮອງຮັບໄວ້ ນ້ຳທີ່ໄດ້ນີ້ເອີ້ນວ່າ **ນ້ຳດັງ**
- ເອົາເສັ້ນຝ້າຍໄປແຊ່ນ້ຳໃຫ້ປຽກແລ້ວປັ້ນນ້ຳອອກໃຫ້ໝໍໝາດໆ
- ນຳເອົາເສັ້ນຝ້າຍລົງຍ້ອມໃນພາຊະນະບັນຈຸນ້ຳຄາມປະມານ 15 ນາທີ ໂດຍໃຊ້ມືຄົນໃຫ້ນ້ຳຄາມກິນເນື້ອຝ້າຍ
- ນຳເອົາເສັ້ນຝ້າຍໄປຕາກໃຫ້ແຫ້ງໂດຍບໍ່ຕ້ອງລ້າງ
- ນຳເອົາເສັ້ນຝ້າຍລົງຍ້ອມໃນພາຊະນະບັນຈຸນ້ຳຄາມອີກຈົນກວ່າຈະໄດ້ສີຕາມຕ້ອງການ. ການຍ້ອມຊ້ຳແຕ່ລະຄັ້ງຄວນຫ່າງກັນ 12 ຊົ່ວໂມງ.



ຮູບ 32.2 ການຍ້ອມຜ້າຝ້າຍດ້ວຍຄາມ

## 2. ການຍ້ອມສີສັງເຄາະ ຫຼື ສີເຄມີ

ເປັນສີທີ່ມະນຸດເຮົາສັງເຄາະຂຶ້ນຈາກທາດເຄມີ ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຄຸນລັກສະນະທີ່ຕ້ອງການ ດັ່ງນັ້ນ, ສີສັງເຄາະຈຶ່ງເປັນສີທີ່ມີຄຸນລັກສະນະເໝາະສົມສໍາລັບການໃຊ້ຍ້ອມເສັ້ນໃຍແຕ່ລະປະເພດ ແລະ ມີຄຸນປະໂຫຍດຕ່າງກັນໄປຕາມແຕ່ລະຊະນິດ ຢ່າງໃດກໍຕາມຊາວບ້ານສ່ວນຫຼາຍນິຍົມໃຊ້ກັນໃຊ້ສີສໍາເລັດຮູບເຂົ້າໃນການຍ້ອມຜ້າ

**2.1 ການກະກຽມຜ້າກ່ອນຍ້ອມສີ:** ຜ້າຝ້າຍກ່ອນຍ້ອມຄວນກໍາຈັດຄວາມສົກກະປົກອອກຈາກເສັ້ນໃຍຜ້າຈະດູດຕິດສີດີ ເຮັດໃຫ້ສີຍ້ອມງາມດີໜ້າໃຊ້ຫຍິ່ງຂຶ້ນ. ການທຳຄວາມສະອາດຜ້າອາດຈະນຳຜ້າຕົ້ມກັບແຟບ ອາດເຕີມໂຊດາໄຟ 1-2g/L ຕົ້ມທຳຄວາມສະອາດ 20-30 ນາທີແລ້ວນຳເອົາຜ້າຂຶ້ນມາຊັກໃຫ້ສະອາດ.

ການໃຊ້ສີຍ້ອມສີ ແລະ ເຄມີໃນການຍ້ອມ: ນໍ້າໜັກຜ້າຝ້າຍ 1 ກິໂລກຣາມ ໃຊ້ນໍ້າ 20 ລິດ

ສີຍ້ອມຜ້າ	ໃຊ້ສີຈຳນວນ	ໃຊ້ສີຈຳນວນ / ຊ່ອງ	ໃຊ້ເກືອຍ້ອມຜ້າ	ໃຊ້ເຄມີກັນດ່າງ	ອຸນຫະພູມການຍ້ອມ	ເວລາການຍ້ອມ	ນໍ້າຢາກັນສີຕົກ
ສີເຂັ້ມ	60-100 g	7	200-300	20 cc	90°C	45 ນາທີ	200 cc
ສີກາງ	30-50	4	100-200	20 cc	90°C	45 ນາທີ	100 cc
ສີອ່ອນ	10-20	1		60 cc	90°C	45 ນາທີ	40-60cc

## 2.2 ຂັ້ນຕອນການຍ້ອມສີສັງເຄາະ:

- 1) ລະລາຍສີຕາມຈຳນວນທີ່ໃຊ້ດ້ວຍນ້ຳຮ້ອນໃຫ້ລະລາຍດີ ເທໃສ່ຖັງ ຫຼື ພາຊະນະທີ່ກຽມໄວ້ ຕື່ມນ້ຳຢາກັນດ່າງລົງໄປ ແລ້ວຄົນໃຫ້ລະລາຍດີ ຈາກນັ້ນນຳເອົາຜ້າຝ້າຍລົງຍ້ອມ (ຜ້າຝ້າຍຄວມຈຸ່ມນ້ຳໃຫ້ປຽກກ່ອນ).
- 2) ເພີ່ມຄວາມຮ້ອນໃນນ້ຳຍ້ອມສູງຂຶ້ນ ແຕ່ຕ້ອງໝັ່ນປັ້ນຜ້າທີ່ຍ້ອມກັບໄປກັບມາ ໃຊ້ເວລາປະມານ 20 ນາທີ ຈາກນັ້ນຍົກຜ້າຂຶ້ນແລ້ວຕື່ມເກືອຍ້ອມຜ້າຕາມຈຳນວນທີ່ໃຊ້ (ຄວນລະລາຍເກືອກ່ອນ) ຍ້ອມຜ້າຕໍ່ໃນອຸນຫະພູມນ້ຳຮ້ອນແຮງ ໃຊ້ເວລາອີກປະມານ 30 ນາທີແລ້ວນຳເອົາຜ້າຂຶ້ນມາຊັກນ້ຳສະອາດ.

## 2.3 ການຕົກແຕ່ງຜ້າຫຼັງການຍ້ອມດ້ວຍນ້ຳຢາກັນສີຕົກ Fixing

ນຳເອົາຜ້າທີ່ຍ້ອມມາຊັກລ້າງໃຫ້ອະອາດ ປະສົມນ້ຳຢາກັນສີກັບນ້ຳທີ່ສະອາດຕາມອັດຕາສ່ວນ ນຳເອົາຜ້າສີທີ່ກຽມໄວ້ລົງໃນທາດລະລາຍດັ່ງກ່າວ ໃຊ້ເວລາແຊ່ປະມານ 10-20 ນາທີ ຈາກນັ້ນກໍນຳເອົາຜ້າທີ່ແຊ່ໄວ້ອອກມາປັ້ນນ້ຳໃຫ້ອອກໝົດແລ້ວນຳຜ້າຂຶ້ນຕາກໂດຍບໍ່ຕ້ອງລ້າງນ້ຳອີກ.

ການຕົກແຕ່ງຂັ້ນຕອນນີ້ຊ່ວຍໃຫ້ຜ້າທີ່ຍ້ອມສີແລ້ວທົນຕໍ່ການຊັກໃນນ້ຳໄດ້ລະດັບດີ ເປັນການສ້າງຄຸນຄ່າຂອງຜະລິດຕະພັນຜ້າຍ້ອມ.

## ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ການຍ້ອມສີທຳມະຊາດ ແລະ ສີສັງເຄາະແຕກຕ່າງກັນຄືແນວໃດ?
2. ຜົນດີຂອງການຍ້ອມສີທຳມະຊາດມີຄືແນວໃດ?
3. ຈົ່ງຍົກຕົວຢ່າງການຍ້ອມສີທຳມະຊາດທີ່ນັກຮຽນເຄີຍເຫັນໃນທ້ອງຖິ່ນມາ



## ບົດທີ 33 ນໍ້າຫອມ

### 1. ສ່ວນປະກອບຂອງນໍ້າຫອມ

ນໍ້າຫອມແມ່ນສິ່ງສົມບົນຊະນິດໜຶ່ງທີ່ໄດ້ຈາກການລະລາຍທາດປະສົມທີ່ມີກິ່ນຫອມ ມີຢູ່ໃນທຳມະຊາດ ແລະ ສັງເກດຂຶ້ນມາດ້ວຍຕົວລະລາຍທີ່ລະເບີຍອາຍງ່າຍເຊັ່ນ: ເຫຼົ້າເອຕາໂນລ (ເອຕາໂນລ). ທາດປະສົມທີ່ມີກິ່ນຫອມກໍເປັນທາດທີ່ລະເບີຍອາຍງ່າຍດັ່ງນັ້ນຈຶ່ງຕ້ອງຕື່ມທາດກັນລະເບີຍເພື່ອຮັກສາຄວາມຫອມໄວ້ໃຫ້ດົນນານ.

ນໍ້າຫອມໂດຍທົ່ວໄປແລ້ວປະກອບດ້ວຍ ເອຕາໂນນ 80% – 90% ແລະ ທາດຫອມ 10%-20% ເຊິ່ງທາດຫອມທີ່ລະເບີຍໄວນັ້ນຈະໃຊ້ປັບປັກກິ່ນຂອງເອຕາໂນລໂດຍຈະໃຫ້ກິ່ນອ່ອນ. ກິ່ນຫອມທີ່ເປັນສ່ວນສຳຄັນຈະເປັນທາດທີ່ລະເບີຍອາຍຍາກກ່ວາ.

### 2. ແຫຼ່ງທີ່ມາຂອງທາດຫອມ

ທາດຫອມຈາກທຳມະຊາດ ຈະສະກັດອອກຈາກສ່ວນຕ່າງໆຂອງພືດດ້ວຍ 3 ວິທີຄື:

2.1 ການກັ່ນດ້ວຍອາຍນໍ້າຈະເຮັດໃຫ້ໄດ້ທາດແຫຼວເປັນສອງຊັ້ນທີ່ບໍ່ລະລາຍເຂົ້າກັນ: ນໍ້າມັນຫອມ ແລະ ນໍ້າທີ່ມີກິ່ນຫອມ.

2.2 ການສະກັດດ້ວຍທາດພາລະລາຍອົງຄະທາດເຊັ່ນ: ເຮັກຊານ, ເອແຕ, ໂຕລູແອນ ຈະໄດ້ນໍ້າຫອມປົນກັບຕົວລະລາຍ. ໃນເມື່ອເຮັດໃຫ້ທາດພາລະລາຍລະເບີຍອາຍອອກແລ້ວກໍຈະໄດ້ນໍ້າມັນຫອມຈາກນັ້ນນຳໄປລະລາຍໃນເຫຼົ້າເອຕາໂນລແລ້ວນຳໄປຕອງແລ້ວຈະໄດ້ທາດລະລາຍນໍ້າຫອມ.

2.3 ການບີບເບືອກໝາກໄມ້ສົດ.

### 3. ການສະກັດນໍ້າມັນຫອມ

ທາດຫອມສ່ວນໃຫຍ່ແລ້ວແມ່ນທາດອົງຄະທາດທີ່ລະລາຍໃນນໍ້າໄດ້ໜ້ອຍ, ແຕ່ລະລາຍໄດ້ດີໃນທາດອົງຄະທາດເຊັ່ນ: ທາດອານການ, ເອແຕ, ອາເຊຕອນ ແລະ ເຫຼົ້າເອຕາໂນລ. ວິທີການສະກັດທັງສອງແບບທຳອິດແມ່ນອີງໃສ່ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຄວາມສາມາດລະລາຍຕົວ ແລະ ບໍ່ລະລາຍຕົວຂອງທາດພາລະລາຍ.

ພາກສ່ວນຫອມຂອງພືດຈະເອົາດອງ ຫຼື ເອົາມາສະກັດດ້ວຍນໍ້າຮ້ອນ ຫຼື ດ້ວຍຕົວລະລາຍອົງຄະທາດເພື່ອເຮັດໃຫ້ທາດປະສົມອົງຄະທາດຖືກປົດປ່ອຍອອກຈາກຈຸລັງພືດ ທີ່ບັນຈຸມັນໄວ້ ຈາກນັ້ນ, ລື່ນເອົາສິ່ງສົມບົນທີ່ໄດ້ແລ້ວນຳໄປຕອງ ຫຼື ກັ່ນເອົາ.

ກິດຈະກຳ: ການສະກັດນໍ້າຫອມ ດ້ວຍອາຍນໍ້າ. ຈາກເບືອກໝາກນາວ, ເບືອກໝາກຂີ້ຫູດ, ຫຼື ເບືອກໝາກກຸ້ງ.

1) ການກະກຽມ: ລ້າງໝາກກຸ້ງ ຫຼື ໝາກນາວໃຫ້ສະອາດ, ປອກເບືອກມັນອອກ ໂດຍບໍ່ຕ້ອງໃຫ້ມີເສັ້ນໄຍຂາວຢູ່ເບືອກດ້ານໃນ ແລ້ວຊອຍເບືອກດັ່ງກ່າວໃຫ້ແລບໆ. ໃສ່ໃນ ຈອກທີ່ບັນຈຸນໍ້າອຸ່ນປະມານ 150 mL ແຊ່ໄວ້ປະມານ 5 ນາທີ ແລ້ວເອົາມາຕຳໃຫ້ມຸ່ນໂດຍໃຊ້ ຄີກ ຫຼື ບົດກໍໄດ້. ຫຼັງຈາກນັ້ນກໍເອົາເບືອກທີ່ບົດແລ້ວໃສ່ແກ້ວກັນ.

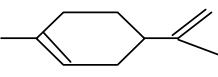

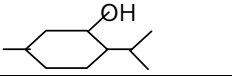
2) ການກັ່ນດ້ວຍອາຍນໍ້າ

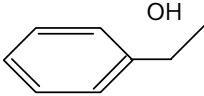
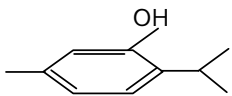
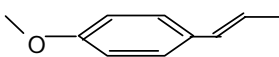
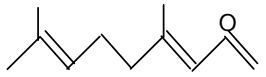
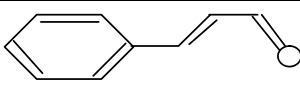
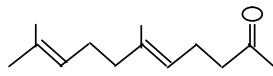
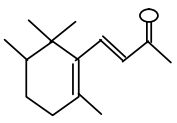
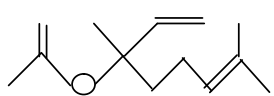
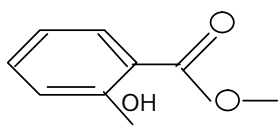
ປ່ອຍນໍ້າໃຫ້ໄຫຼຜ່ານທໍ່ເຢັນ, ຫຼັງຈາກນັ້ນໃຊ້ອ່າງນໍ້າຮ້ອນເພື່ອເຮັດໃຫ້ສິ່ງສົມບົນໃນແກ້ວ ປຸ້ງນັ້ນຟົດ ໂດຍໃຊ້ອຸນຫະພູມຂອງອາຍຕໍ່າກ່ວາ  $100^{\circ}\text{C}$  ຈາກນັ້ນເຮົາກໍຈະເຫັນທາດແຫຼວທີ່ມີ ກິ່ນຫອມໄຫຼອອກມາ. ທາດແຫຼວດັ່ງກ່າວນັ້ນຈະແຍກເປັນສອງຊັ້ນ. ໃຫ້ເກັບເອົາພຽງແຕ່ 30mL ເທົ່ານັ້ນກໍພໍ.

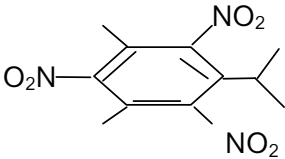
3) ສູດໂຄງສ້າງ ແລະ ຊື່ຂອງທາດຫອມທີ່ສຳຄັນຈຳນວນໜຶ່ງ

4) ການແຍກທາດແຫຼວທີ່ເປັນສອງຊັ້ນ

ຖອກທາດແຫຼວທີ່ແລ້ວນັ້ນໃສ່ຈວຍແຍກ, ຕົ້ມທາດລະລາຍນາຕຣີອອມກູ່ຣິວອີ່ມຕົວ 20 mL ລົງໃສ່ລວມໃນຈວຍແຍກ. ການທີ່ມີອີອົງນາຕຣີອອມ ( $\text{Na}^{+}$ ) ແລະ ອີອົງກູ່ຣິວ ( $\text{Cl}^{-}$ ) ຈະເຮັດ ໃຫ້ຄວາມສາມາດລະລາຍຕົວຂອງອົງຄະທາດໃນນໍ້າຢຶ່ງໜ້ອຍລົງຕື່ມ. ໃນເມື່ອທາດແຫຼວແຍກ ອອກຈາກກັນເປັນຊັ້ນດີແລ້ວ, ເປີດຝາກັອກຂອງຈວຍແຍກເພື່ອປ່ອຍຊັ້ນນໍ້າທາງລຸ່ມ ອອກ ແລ້ວເກັບເອົາຊັ້ນອົງຄະທາດທີ່ຢູ່ທາງເທິງນັ້ນໄວ້ໃນພາຊະນະ (ຫຼອດທົດລອງ) ຮັກສານໍ້າ ຫອມນີ້ໄວ້ໂດຍອັດຝາໃຫ້ແໜ້ນ

ກຸ່ມທາດ	ສູດໂຄງສ້າງ	ຊື່	ແຫຼ່ງທີ່ມາ
ອານແກນ		ລີໂມແນນ (Limonene)	ເບືອກໝາກກຸ້ງ, ໝາກນາວ, ໝາກພຸກ, ໝາກ ຂີ້ຫູດ.
ອານໂກນ		ລີນາໂລນ (Linalol)	ດອກກຸຫຼາບ.
ອານໂກນ		ມັງໂຕນ (Menthol)	ຫອມລາບ

ອານໂກນ		ອານໂກນແບັງຊີລິກ(Alcool benzylique)	
ເຟໂນນ		ຕີໂມນ(Thymol)	
ເອແຕອີກຊິດ		ອານໂຕນ (Anethol)	
ອານເດຣີດ		ຊີຕຣານ ( Citral )	
ອານເດຣີດ		ອາລເດຣີດຊີນາມີ (Aldehydecinnamique)	
ເຊຕອນ		ເຊຣານິນອາເຊຕອນ(Geranylacetone)	
ເຊຕອນ		ອີຣອນ ( Irone )	
ແອສແຕ		ລິນາລິນອາເຊຕາດ (Acetatedelinalyle)	
ແອສແຕ		ເມຕິລຊາລິຊີລາດ. (Salicylatedemethyle)	

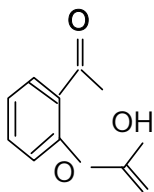
ທາດປະສົມທີ່ ມີນິເຕີ(ອຊິດ)		ມຸສຊີໂລນ. (Muscxlol)	
------------------------------	---	-------------------------	--

## ຄໍາຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ຈົ່ງຂຽນເປັນສູດໂມເລກູນຂອງທາດຫມູ່ທີ່ມີຊື່ດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້:

- ລີໂມແນນ, ລີນາໂລນ, ອາເນໂຕນ, ຊີຕຣານ.

2. ສູດໂຄງສ້າງຂອງທາດອາສປິຣິນແມ່ນ:



ສູດໂມເລກູນຂອງທາດດັ່ງກ່າວທີ່ຖືກຕ້ອງຄື:

ກ.  $C_9H_{10}O_3$

ຂ.  $C_{10}H_{10}O_3$

ຄ.  $C_{11}H_9O_3$

ງ.  $C_{12}H_{10}O_3$

## ບົດທີ 34 ອຸດສາຫະກຳຝຸ່ນວິທະຍາສາດ

### 1. ຄວາມໝາຍຂອງປຸ່ຍເຄມີ

ປຸ່ຍ ໝາຍເຖິງທາດເຄມີທີ່ໃຊ້ລົງໃນດິນເພື່ອໃຫ້ທາດອາຫານແກ່ພືດ ໂດຍສະເພາະແມ່ນ ທາດ ນີໂຕຣແຊນ, ຟົສຟໍຣັດ ແລະ ກາລີ ທີ່ພືດຍັງຂາດຢູ່ໃຫ້ພຽງພໍ, ຊ່ວຍໃຫ້ພືດຈະເລີນເຕີບໂຕງອກງາມດີ ແລະ ໃຫ້ຜົນຜະລິດສູງຂຶ້ນ.

### 2. ປະເພດຂອງປຸ່ຍ

ໂດຍທົ່ວໄປປຸ່ຍແບ່ງອອກເປັນ 2 ປະເພດຄື: ປຸ່ຍອົງຄະທາດ (ຊີວະພາບ) ແລະ ປຸ່ຍເຄມີ ຫຼື ປຸ່ຍວິທະຍາສາດ (ອະນິງຄະທາດ).

**2.1 ປຸ່ຍອົງຄະທາດ:** ເປັນປຸ່ຍທຳມະຊາດທີ່ໄດ້ຈາກການເໝົາເປື້ອນຜຸພັງຂອງຊາກສິ່ງທີ່ມີຊີວິດໄດ້ແກ່: ປຸ່ຍຄອກ, ປຸ່ຍໝັກ, ປຸ່ຍພືດສົດ, ປຸ່ຍ ຊີວະພາບ ແລະ ວັດສະດຸທີ່ເຫຼືອໄ້ຈາກໂຮງງານອຸດສາຫະກຳບາງຊະນິດ. ປຸ່ຍຊະນິດ ນີ້ເມື່ອໃສ່ໃນດິນ ຊາກສິ່ງມີຊີວິດເຫຼົ່ານັ້ນຈະຄ່ອຍໆສະລາຍຕົວ ແລະ ປ່ອຍທາດອາຫານອອກມາໃຫ້ພືດ, ຊ່ວຍໃຫ້ດິນສາມາດດູດຊັບນ້ຳ ແລະ ຝຸ່ນໄດ້ດີຂຶ້ນ ແຕ່ຂໍ້ເສຍຄືມີທາດອາຫານພືດໜ້ອຍ ທັງມີປະລິມານ ແລະ ອັດຕາສ່ວນບໍ່ແນ່ນອນ ຕ້ອງໃຊ້ປະລິມານຫຼາຍຈຶ່ງຈະພຽງພໍກັບຄວາມຕ້ອງການຂອງພືດ.

ຕາຕະລາງ: ສະແດງປະລິມານທາດ N, P, K ໂດຍປະລິມານໃນປຸ່ຍອົງຄະທາດບາງຊະນິດ.

ວັດສະດຸ	%N	%P	% K
ຂີ້ງົວ	0,4	0,1	0,4
ຂີ້ຄວາຍ	0,6	0,1	0,7
ຂີ້ມ້າ	0,6	0,1	0,5
ຂີ້ໝູ	0,4	0,1	0,5
ຂີ້ເປັດ-ໄກ່	1,0	0,4	0,6
ຂີ້ກະຕ່າຍ	2,4	0,5	0,05
ຂີ້ເຈຍ	10,0	13,0	2,0
ພິກສິງສິກກະປົກ (ອາດມີຊາກພືດເຈືອປົນ)	1,0	1,0	1,0
ຂີ້ເປັດ-ໄກ່	8,0	0,0	0,0
ຂີ້ເຖົ້າໄມ້	0,0	0,5	10,0

**2.2 ບຸ່ຍເຄມີ ຫຼື ບຸ່ຍວິທະຍາສາດ:** ເປັນບຸ່ຍທີ່ໄດ້ຈາກການຜະລິດ ຫຼື ສັງເຄາະຈາກແຮ່ທາດຕ່າງໆ ຫຼື ໄດ້ຈາກໂຮງງານອຸດສາຫະກຳບາງຊະນິດ ເຊິ່ງຈະມີທາດອາຫານເປັນຫຼັກທີ່ຈຳເປັນຕໍ່ການຈະເລີນເຕີບໂຕຂອງພືດ ໄດ້ແກ່: ທາດນິໂຕຣແຊນ, ຟົສຟໍ, ກາລີ ແລະ ສາມາດປົດປ່ອຍໃຫ້ແກ່ພືດໄດ້ງ່າຍ ແລະ ໄວຂຶ້ນ ຈຶ່ງໃຊ້ປັບປຸງທາດອາຫານໃນດິນໃຫ້ພຽງພໍ ແລະ ເໝາະສົມກັບຄວາມຕ້ອງການຂອງພືດທີ່ປູກ.

ຕາຕະລາງ: ສະແດງປະລິມານທາດ N, P, K ໃນບຸ່ຍເຄມີ.

ທາດເຄມີ	%N	%P	%K
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20,5	0	0
NaNO <sub>3</sub>	15,0	0	0
NH <sub>2</sub> CONH <sub>2</sub>	46,0	0	0
(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	11,0	48,0	0
Mg(NH <sub>4</sub> )PO <sub>4</sub>	7,0	40,0	6,0
Superphosphate			
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>			
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	0	48,0
KNO <sub>3</sub>	0	0	46,0

ບຸ່ຍເຄມີມີ 2 ປະເພດຄື:

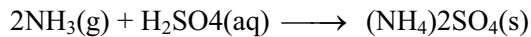
1) ບຸ່ຍດຽວ ຫຼື ແມ່ບຸ່ຍ: ແມ່ນທາດທີ່ປະກອບເປັນທາດອາຫານຂອງພືດ ຢູ່ໜຶ່ງ ຫຼື ສອງທາດເປັນສ່ວນປະກອບ ແລະ ມີປະລິມານທາດອາຫານຂອງພືດຄົງທີ່ເຊັ່ນ: ບຸ່ຍຢູເຣຍ ແລະ ບຸ່ຍ ອາໂມນຊຸນຟັດ ມີ ນິໂຕຣແຊນເທົ່າກັບ 46,0% ແລະ 20,5% ຕາມລຳດັບ ບຸ່ຍກາລີນິຕຣາດ ມີກາລີ ຄິດເປັນປະລິມານຂອງ K<sub>2</sub>O 46% ແລະ ນິໂຕຣແຊນ 13,0% ໂດຍມວນສານ.

2) ບຸ່ຍປະສົມ: ເປັນບຸ່ຍໄດ້ຈາກການນຳເອົາບຸ່ຍດຽວແຕ່ລະຊະນິດມາປະສົມກັນ ເພື່ອໃຫ້ບຸ່ຍປະສົມທີ່ໄດ້ມີສັດສ່ວນຂອງທາດອາຫານ N, P ແລະ K ຕາມຕ້ອງການ ເຊັ່ນ: ບຸ່ຍສູດ 18 : 18 : 18 ປະກອບດ້ວຍ N, P ແລະ K ຢ່າງລະ 18 ສ່ວນ ແລະ ມີທາດເຕີມແຕ່ງ 46 ສ່ວນໃຫ້ຄົບ 100 ສ່ວນ. ນອກຈາກນີ້, ບຸ່ຍວິທະຍາສາດບາງຊະນິດອາດຈະມີທາດອາຫານຂອງພືດທີ່ມີຄວາມສຳຄັນລຳ ດັບສຳຮອງ ເຊິ່ງພືດຕ້ອງການໃນປະລິມານນ້ອຍໄດ້ແກ່: ທາດການຊີອອມ, ມາດ, ແມກນີຊີອອມ, ເຫຼັກ, ສັງກະສີ, ມັງການ ແລະ ທອງແດງປະສົມຢູ່

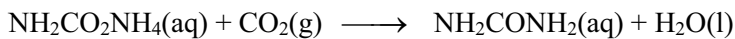
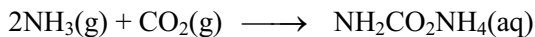
ນໍາ. ການຜະລິດປຸງວິທະຍາສາດສໍາຄັນຄື: ປຸງນິໂຕຣແຊນ, ປຸງຟົສຟໍ, ປຸງກາລີອອມ ແລະ ປຸງ ປະ ສົມ ເຊິ່ງສຶກສາລາຍລະອຽດໄດ້ດັ່ງນີ້:

ປຸງນິໂຕຣແຊນ: ເປັນປຸງເຄມີທີ່ໃຫ້ທາດນິໂຕຣແຊນໃນຮູບຂອງທາດປະກອບຊະນິດຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ອາໂມນຊຸນຟັດ, ການຊີນິຕຣັດ, ອາໂມນນິຕຣັດ ແລະ ຢູເລຍ.

ປຸງອາໂມນຊຸນຟັດ: ໄດ້ຈາກປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງຊາກ  $\text{NH}_3$  ກັບ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ດັ່ງນີ້:

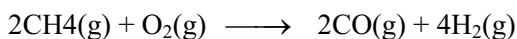


ສ່ວນປຸງຢູເລຍໄດ້ມາຈາກປະຕິກິລິຍາລະຫວ່າງກາສ  $\text{NH}_3$  ກັບກາສ  $\text{CO}_2$  ໂດຍໃຊ້ອຸນຫະພູມປະມານ  $180-210^\circ\text{C}$  ແລະ ຄວາມດັນ  $140-250$  ບັນຍາກາດຈະໄດ້ອາໂມນກາກໂບນັດ ( $\text{NH}_2\text{CO}_2\text{NH}_4$ ) ເກີດຂຶ້ນຕໍ່ຈາກນັ້ນ ອາໂມນກາກໂບນັດ ຈະສະລາຍຕົວໄດ້ຢູ່ເລຍ ( $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ ) ກັບນໍ້າດັ່ງປະສົມກັນ.

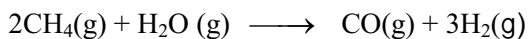


ການຜະລິດປຸງທັງສອງຊະນິດດັ່ງກ່າວຈະໃຊ້ກາສ  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ແລະ ກາສ  $\text{CO}_2$  ເປັນວັດຖຸດິບທີ່ສໍາຄັນ.

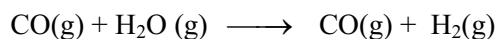
ວັດຖຸດິບທີ່ກຽມກາສອາໂມນິອັກຄື: ນິໂຕຣແຊນ ແລະ ຮີໂດຣແຊນ. ນິໂຕຣແຊນ ກຽມໄດ້ຈາກອາກາດ (ມີກາສນິໂຕຣແຊນຢູ່  $78\%$  ແລະ ກາສອີກຊີແຊນ  $21\%$ ) ໂດຍເລີ່ມຈາກການນໍາເອົາອາກາດມາເພີ່ມຄວາມດັນ ແລະ ຫຼຸດອຸນຫະພູມ ຈົນອາກາດກາຍເປັນທາດແຫຼວ ແລ້ວຈຶ່ງເພີ່ມອຸນຫະພູມຂອງອາກາດ ຈົນເຖິງຈົດຟົດຂອງກາສ ເຊິ່ງກາສນິໂຕຣແຊນມີຈຸດຟົດ  $-195^\circ\text{C}$  ສ່ວນກາສອີກຊີແຊນມີຈຸດຟົດ  $-183^\circ\text{C}$ . ເມື່ອແຍກກາສນິໂຕຣແຊນອອກຈາກອາກາດແລ້ວ ນໍາກາສສ່ວນທີ່ເຫຼືອເຊິ່ງມີກາສອີກຊີແຊນເປັນສ່ວນໃຫຍ່ໄປປະຕິກິລິຍາກັບກາສເມຕານທີ່ໄດ້ຈາກກາສທໍາມະຊາດໂດຍໃຊ້  $\text{Ni}$  ເປັນຕົວເລ່ງປະຕິ ກິລິຍາ ຈະໄດ້ກາສກາກບອນ ແລະ ກາສຮີໂດຣແຊນ ດັ່ງສົມຜົນຕໍ່ໄປນີ້:



ນອກຈາກນີ້, ຍັງໃຊ້ອາຍນໍ້າ ປະຕິກິລິຍາໂດຍກົງກັບກາສເມຕານ



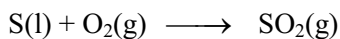
ເມື່ອແຍກກາສ  $\text{H}_2$  ອອກຈາກກາສ  $\text{CO}$  ໄປປະຕິກິລິຍາຕໍ່ກັບອາຍນໍ້າໄດ້ອີກ



ກາສທີ່ເກີດຂຶ້ນທັງໝົດຈະຖືກສົ່ງຜ່ານເຂົ້າໄປໃນຖັງທີ່ມີນ້ຳພົ້ນລົງມາ, ກາສ  $H_2$  ບໍ່ລະລາຍນ້ຳ ຈະຜ່ານອອກທາງສ່ວນເທິງຂອງຖັງເຊິ່ງເກັບໄວ້ໃຊ້ຕໍ່ໄປ; ສ່ວນກາສ  $CO_2$  ຈະລະລາຍນ້ຳເກີດເປັນອາຊິດ  $H_2CO_3$  ແລະ ໄຫຼອອກໄປພ້ອມກັບນ້ຳ ເຊິ່ງສາມາດນຳໄປແຍກກາສ  $CO_2$  ອອກໄດ້ໂດຍເພີ່ມອຸນຫະພູມ ແລະ ລຸດຄວາມດັນ.

ນ້ຳກາສ  $N_2$  ແລະ  $H_2$  ທີ່ຜະລິດໄດ້ມາປະຕິກິລິຍາກັນໂດຍຄວບຄຸມຄວາມດັນໃຫ້ຢູ່ລະຫວ່າງ  $150-350$  ບັນຍາກາດອຸນຫະພູມມີປະມານ  $300 - 500^\circ C$  ໂດຍໃຊ້  $FeO$  ເປັນຕົວເລັ່ງ.  $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$

ເມື່ອນ້ຳກາສ  $NH_3$  ທີ່ຜະລິດໄດ້ມາປະຕິກິລິຍາກັບກາສ  $CO_2$  ທີ່ກຽມໄວ້ແລ້ວຈະໄດ້ປຸ່ຍຢູ່ເລຍເກີດຂຶ້ນ. ສ່ວນການກຽມ  $H_2SO_4$  ຈະໃຊ້ມາດເປັນທາດຕັ້ງຕົ້ນໂດຍເຮັດໃຫ້ຫຼອມແຫຼວແລ້ວເກີດປະຕິກິລິຍາກັບກາສ  $O_2$  ທີ່ກຽມໄດ້ຈາກອາກາດ ຈະເກີດກາສ  $SO_2$  ດັ່ງສົມຜົນ:



ນ້ຳກາສ  $SO_2$  ທີ່ເກີດຂຶ້ນໄປປະຕິກິລິຍາກັບກາສ  $O_2$  ທີ່ອຸນຫະພູມປະມານ  $330^\circ C$  ໂດຍໃຊ້ວານາດຽມ (V) ອີກຊິດ ຫຼື ໂລຫະປຼາຕິນເປັນທາດເລັ່ງປະຕິກິລິຍາ ຈະໄດ້ກາສ  $SO_3$  ດັ່ງສົມຜົນ:  $2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$

ຜ່ານກາສ  $SO_3$  ລົງໃນທາດລະລາຍອາຊິດ  $H_2SO_4$  ເຂັ້ມຂຸ້ນຈະໄດ້ທາດລະລາຍໂອລຽມ ( $H_2S_2O_7$ ) ດັ່ງສົມຜົນ:  $SO_3(g) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow H_2S_2O_7(aq)$

ເມື່ອນ້ຳທາດລະລາຍນ້ຳ ຈະໄດ້ອາຊິດ  $H_2SO_4$  ເຂັ້ມຂຸ້ນຕາມຕ້ອງການ ຕໍ່ຈາກນັ້ນ ນ້ຳເອົາກາສ  $NH_3$  ປະຕິກິລິຍາກັບ  $H_2SO_4$  ຈະໄດ້ປຸ່ຍອາໂມນຊຸນຟັດ.

ເພາະເຫດໃດຈຶ່ງບໍ່ກຽມ  $H_2SO_4$  ໂດຍວິທີໃຫ້ກາສ  $SO_3$  ມາປະຕິກິລິຍາກັບນ້ຳໂດຍກົງ?. ປຸ່ຍນີໂຕຣແຊນທຸກຊະນິດຈະໃຫ້ທາດອາຫານຫຼັກ ຄື ທາດນີໂຕຣແຊນເຊິ່ງຊ່ວຍໃຫ້ພືດຈະເລີນ ເຕີບໂຕໄດ້ດີ, ມີລຳຕົ້ນ ແລະ ໃບແຂງແຮງ ສາມາດສ້າງໂປຣຕິນໄດ້ຢ່າງພຽງພໍ.

### ຄຳຖາມ ແລະ ບົດເຝິກຫັດ

1. ຈຶ່ງໃຫ້ຄວາມໝາຍຂອງປຸ່ຍເຄມີ?
2. ປຸ່ຍມີຈັກປະເພດ ແຕ່ລະປະເພດມີຂໍ້ດີ ແລະ ຂໍ້ເສຍຄືແນວໃດ?
3. ປຸ່ຍເຄມີມີຈັກປະເພດຄືປະເພດໃດແດ່ ຈຶ່ງເວົ້າໂດຍຫຍໍ້?



## ເອກະສານອ້າງອີງ

1. ຫ້າງສຶຽນສາລະການຮຽນຮູ້ພື້ນຖານ ແລະ ເພີ່ມເຕີມ, ເຄມີເຫຼັ້ມ 4 ກຸ່ມສາລະການຮຽນຮູ້ວິທະຍາສາດ, ຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາ ປີທີ 5, ພິມປີ 2544 (ປະເທດໄທ).
2. ຄູ່ມືຄູສາລະການຮຽນຮູ້ພື້ນຖານ ແລະ ເພີ່ມເຕີມ, ເຄມີເຫຼັ້ມ 4 ກຸ່ມສາລະການຮຽນຮູ້ວິທະຍາສາດ, ຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາ ປີທີ 5, ພິມປີ 2544 (ປະເທດໄທ).
3. ແບບຮຽນເຄມີສາດ ຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາ ປີທີ 5, ພິມປີ 2003 (ປະເທດລາວ).
4. ແບບຮຽນເຄມີສາດ ຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາ ປີທີ 6 (ສະບັບຊົ່ວຄາວ), ພິມປີ 2012 (ປະເທດລາວ).
5. ແບບຮຽນ ແລະ ຄູ່ມືຄູເຄມີສາດ ຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາ ປີທີ 7, ພິມປີ 2011 (ປະເທດລາວ).
6. ຄູ່ມືກຽມສອບ ລາຍວິຊາເພີ່ມເຕີມ ເຫຼັ້ມ 1, ເຄມີ ມ. 4-6, ສຳຫຼັບນັກຮຽນທີ່ເນັ້ນວິທະຍາສາດ, ພິມປີ 2551 (ປະເທດໄທ).
7. ຫ້າງສຶຽນລາຍວິຊາເພີ່ມເຕີມ, ເຄມີເຫຼັ້ມ 2 ກຸ່ມສາລະການ ຮຽນຮູ້ວິທະຍາສາດ ຊັ້ນມັດທະຍົມສຶກສາ ປີທີ 4-6, ພິມປີ 2551 (ປະເທດໄທ).
8. ເຄມີ ມ. 4-5-6, Entrance A-NET ລະບົບ Admissions, ພິມປີ 2551 (ປະເທດໄທ).
9. ເຄມີ ມ. 4-5-6 ຊ່ວງຊັ້ນປີທີ 4, ພິມປີ 2544 (ປະເທດໄທ).
10. ເຄມີອົງຄະທາດ ເຫຼັ້ມ 2, ພິມປີ 1999 (ປະເທດຫວຽດນາມ).