



# BLACK HOLE

## ຂຸມດຳ

THE  
M  
A  
Z

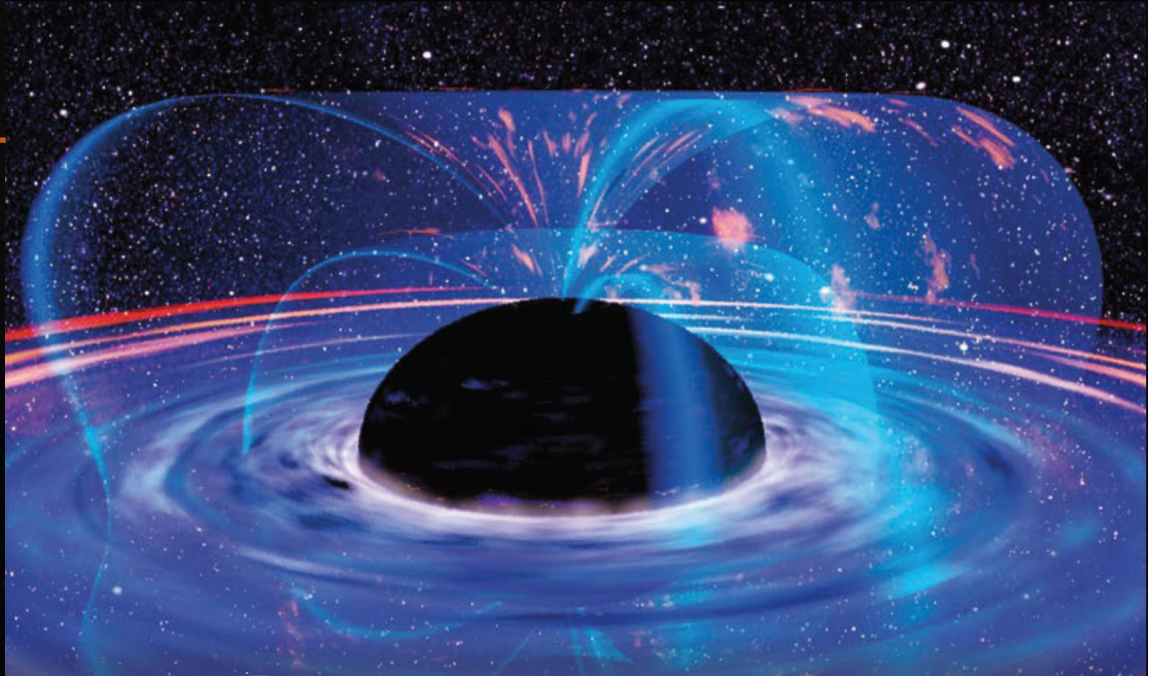
ຜູ້ຂຽນ: ທ່ານ ມະຕິພົນ ດົງມະຕິທ່າ ▾

ຜູ້ແປ: ທ່ານ ສຸລິຈິນ ທະວິລິງ

[www.NARIT.or.th](http://www.NARIT.or.th)

# ອະທິບາຍສັບ

- **ບິກແບງ (Big Bang)** ທິດສະດີກຳເນີດເອກະພົບທີ່ສັນນິຖານວ່າເອກະພົບເກີດຈາກການລະເບີດຄັ້ງຍິ່ງໃຫຍ່ ເມື່ອ 13,800 ລ້ານປີ ເຊິ່ງເລີ່ມມາຈາກຈຸດພຽງຈຸດໜຶ່ງ ແລະ ຂະຫຍາຍໃຫຍ່ຂຶ້ນເປັນເອກະພົບທີ່ພວກເຮົາອາໄສຢູ່.
- **ຂຸມດຳ ຫຼື ຫຸມດຳ (Black Hole)** ວັດຖຸທີ່ມີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງສູງຫຼາຍ ຈົນຄວາມໄວຫຼຸດພົ້ນຫຼາຍກວ່າຄວາມໄວແສງ.
- **ແຮງດັນດີເຈນເນີເຣຊີ (Degeneracy Pressure)** ເປັນແຮງດັນທີ່ເກີດຈາກການທີ່ອະນຸພາກຕໍ່ຕ້ານການຖືກບີບອັດໃຫ້ເຂົ້າມາຢູ່ໃນສະຖານະພາບທາງຄວັນຕາດຽວກັນ, ເກີດຂຶ້ນເມື່ອວັດຖຸຖືກບີບອັດດ້ວຍແຮງດັນມະຫາສານຫຼືໃກ້ກັນຫຼາຍ ເຊັ່ນ : ພາຍໃນດາວແຄະຂາວ (ດາວແຈ້ຂາວ).
- **ຄວາມໄວຫຼຸດພົ້ນ (Escape Velocity)** ຄວາມໄວຕໍ່າສຸດທີ່ຈະເຮັດໃຫ້ວັດຖຸສາມາດຫຼຸດອອກຈາກອິດທິພົນຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງວັດຖຸໄດ້.
- **ຂອບຟ້າເຫດການ (Event Horizon)** ບໍລິເວນອ້ອມຮອບວັດຖຸທີ່ມີຄວາມໄວຫຼຸດພົ້ນເທົ່າກັບຄວາມໄວແສງເທົ່າກັບວ່າບໍ່ມີວັດຖຸໃດສາມາດອອກມາຈາກພາຍໃນຂອບຟ້າເຫດການໄດ້ ມັກຈະໃຊ້ເປັນນິຍາມໃນການອະທິບາຍຂອບເຂດຂອງຂຸມດຳ
- **ທິດສະດີສຳພັນທະພາບທົ່ວໄປ (General Relativity)** ທິດສະດີຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງໂອສໂຕໄດ້ອະທິບາຍວ່າຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງທີ່ເກີດຈາກມວນສານ, ເຮັດໃຫ້ເວລາອາວະກາດເກີດການປົດອອກໃນສີ່ມິຕິ ແລະການປົດຂອງເວລາອາວະກາດເຮັດໃຫ້ທິດທາງຂອງມວນສານເຄື່ອນທີ່ອອກໄປ.
- **ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງ (Gravity)** ຄວາມແຮງດຶງດູດລະຫວ່າງມວນສານຂອງວັດຖຸສອງອັນ.
- **ດາວນິວຕຣອນ (Neutron Star)** ຖ້າແຜນກາງຂອງດາວເຮິກມີຂະໜາດຫຼາຍພໍ ເມື່ອເຜົາຜານເຊື້ອເພີງໝົດໄປແລ້ວ ແມ່ນແຕ່ອີເລັກຕຣອນກໍຍັງສາມາດຖືກດູດເຂົ້າໄປລວມກັບນິວເຄຼຍໄດ້ເກີດເປັນດາວທີ່ປະກອບໄປດ້ວຍນິວຕຣອນເປັນສ່ວນຫຼາຍ, ເປັນວັດຖຸທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນຫຼາຍທີ່ສຸດໃນເອກະພົບທີ່ສາມາດສັງເກດໄດ້ມີຂະໜາດເທົ່າກັບເມືອງນ້ອຍໆໜຶ່ງເມືອງ.
- **ນິວເຄຼຍຟິວຊັນ (Nuclear Fusion)** ພະລັງງານທີ່ເກີດຈາກການລວມຕົວຂອງທາດນ້ຳໜັກເປົາສອງທາດໃຫ້ທາດມີຂະໜາດໃຫຍ່ຂຶ້ນ ແລະ ປົດປ່ອຍພະລັງງານອັນມະຫາສານອອກມາເປັນພະລັງງານທີ່ເກີດຂຶ້ນພາຍໃນດາວເຮິກ ເຮັດໃຫ້ດາວສ່ອງແສງ ແລະ ສາມາດຕ້ານຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງເອົາໄວ້ໄດ້.
- **Primordial Black Hole** ຂຸມດຳຂະໜາດນ້ອຍທີ່ສັນນິຖານວ່າອາດຈະເກີດຂຶ້ນແລະຫຼົງເຫຼືອຈາກບິກແບງທີ່ກຳເນີດມາເປັນເອກະພົບ.
- **ຊິງກຸລາຣີຕີ (Singularity) ຫຼື ພາວະເອກະຖານ** ເປັນແນວຄິດທາງທິດສະດີທີ່ມວນສານທັງໝົດຂອງວັດຖຸຖືກລວມໄວ້ທີ່ຈຸດດຽວກັນ, ບໍ່ມີຂະໜາດ ແລະ ປະລິມານ ແຕ່ເປັນຈຸດໜຶ່ງຈຸດຕາມນິຍາມທາງຄະນິດສາດ. ເຮົາເຊື່ອວ່າມວນສານຂອງວັດຖຸພາຍໃນຂອບຟ້າເຫດການ ອາດຈະຖືກລວມກັນໄວ້ໃນຊິງກຸລາຣີຕີ ເຊັ່ນ ດຽວກັບມວນສານທັງໝົດທີ່ກຳເນີດມາເປັນເອກະພົບຫຼັງເກີດບິກແບງ.
- **ເວລາອາວະກາດ (Spacetime)** ຕາມທິດສະດີສຳພັນທະພາບທົ່ວໄປ ມີຕິຂອງທິດທາງ ແລະ ເວລາເປັນສ່ວນໜຶ່ງຂອງມິຕິທັງສີ່ທີ່ລວມກັນເອີ້ນວ່າ : ເວລາອາວະກາດເປັນມິຕິທີ່ວັດຖຸໃນເອກະພົບອາໄສຢູ່.
- **ຄວາມໄວແສງ (Speed of light)** ຄວາມໄວທີ່ແສງໃຊ້ໃນການເດີນທາງຜ່ານສູນອາກາດມີຄວາມໄວ  $2,99 \times 10^8$  ແມັດຕໍ່ວິນາທີ.
- **ຄວາມແຮງໄຫຕັລ (Tidal Force)** ຄວາມແຮງທີ່ເກີດຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງວັດຖຸໃນສ່ວນທີ່ຢູ່ໃກ້ມວນສານ, ແຕກຕ່າງຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງໃນສ່ວນທີ່ຢູ່ໄກຈາກມວນສານ ຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ເກີດຄວາມແຮງໄຫຕັລລືດອອກໃນສອງທິດທາງ, ຮູ້ຈັກກັນອີກຊື່ໜຶ່ງໃນນາມຂອງຄວາມແຮງເຮັດໃຫ້ນ້ຳຂຶ້ນນ້ຳລົງ.
- **ດາວແຈ້ຂາວ (ດາວແຄະຂາວ) (White Dwarf)** ເມື່ອດາວເຮິກຂະໜາດບໍ່ເກີນ 10 ເທົ່າຂອງດວງອາທິດເຜົາຜານຈົນເຊື້ອເພີງໝົດ, ມວນສານພາຍໃນແຜນຈະບໍ່ສາມາດເກີດປະຕິກິລິຍາຟິວຊັນໄດ້ ຈຶ່ງຖືກບີບອັດລົງຈົນມີຂະໜາດປະມານເທົ່າກັບໂລກ ແຕ່ມີມວນສານບໍ່ເກີນ 1,4 ເທົ່າຂອງມວນສານດວງອາທິດ ຄົງໂຕເອົາໄວ້ດ້ວຍແຮງດັນດີເຈນເນີເຣຊີ (Degeneracy Pressure) ເປັນດາວແຄະຂາວ.
- **ລັງສີເຮັກ (X-ray)** ລັງສີພະລັງງານສູງປະເພດດຽວກັນກັບທີ່ໃຊ້ໃນການວິໄຈທາງການແພດ ໃນທຳມະຊາດເກີດຂຶ້ນຈາກວັດຖຸທີ່ພະລັງງານສູງຫຼາຍເຊັ່ນ ອະນຸພາກໄຟຟ້າບັນຈຸທີ່ກຳລັງໝຸນອ້ອມເຂົ້າສູ່ຫຸມດຳ.



▶ **ຂຸມດຳ**

# Black Hole

ຂຸມດຳແມ່ນຫຍັງ? ເນື່ອງຈາກບໍ່ມີມະນຸດຄົນໃດເຄີຍເຫັນຂຸມດຳ ຈຶ່ງເປັນການຍາກທີ່ຈະອະທິບາຍ ເຖິງຮູບຮ່າງຂອງຂຸມດຳ ແຕ່ໂດຍນິຍາມແລ້ວຂຸມດຳກໍຄືວັດຖຸທີ່ມີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຫຼາຍຈົນບໍ່ມີ ວັດຖຸອັນໃດສາມາດຫຼຸດອອກມາຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງຂຸມດຳໄດ້ແມ່ນແຕ່ແສງເອງ, ນີ້ຈຶ່ງ ເປັນທີ່ມາຂອງຄຳວ່າ **"ຂຸມດຳ"**.

ເນື່ອງຈາກນິຍາມຂອງຂຸມດຳເປັນພຽງນິຍາມທາງຟີຊິກສາດແລະຄະນິດສາດ, ເຮົາອາດບໍ່ສາມາດ ອະທິບາຍໄດ້ວ່າພາຍໃນຂຸມດຳຄວນຈະມີຫນ້າຕາ ຫຼື ຮູບຮ່າງເປັນແບບໃດ. ຂຸມດຳເອງບໍ່ແມ່ນວັດຖຸທີ່ ຈັບຕ້ອງໄດ້ ເຮົາຈຶ່ງບໍ່ສາມາດບອກໄດ້ຊັດເຈນວ່າຂຸມດຳເລີ່ມຕົ້ນ ຫຼື ສິ້ນສຸດຢູ່ຈຸດໃດ ແຕ່ເຮົາສາມາດ ນິຍາມຂອບເຂດຂອງຂຸມດຳໄດ້ ເອີ້ນວ່າ: **"ຂອບຟ້າເຫດການ (Event Horizon)"** ເຊິ່ງກໍຄືບໍລິ ເວນທີ່ຄວາມໄວຫຼຸດພົ້ນເທົ່າກັບຄວາມໄວຂອງແສງພໍດີ.

ໃນການອະທິບາຍເຖິງຂຸມດຳ ສາມາດອະທິບາຍໄດ້ໃນຫຼາຍລະດັບຕັ້ງແຕ່ລະດັບງ່າຍໄປຈົນເຖິງ ລະດັບທີ່ຊັບຊ້ອນຫຼາຍ, ໂດຍເຮົາສາມາດເລີ່ມຕົ້ນໄດ້ຈາກການອະທິບາຍເລື່ອງຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມ ຖ່ວງ.



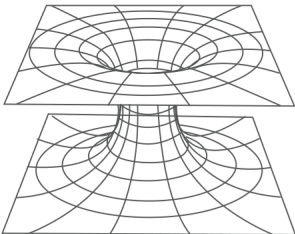


▶ **ຮູບທີ່ 1 :** ນັກບິນອາວະກາດກຳລັງໂຄຈອນ ແລະ ຕົກລົງພາຍໃຕ້ອິດທິພົນຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງໂລກໃນໜັງເລື່ອງ Gravity (ພາບຈາກໜັງເລື່ອງ Gravity ໂດຍ Warner Brothers Studio)

▶ **ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງ**

ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງເປັນຄວາມແຮງທີ່ເຮົາທຸກຄົນຮູ້ຈັກກັນເປັນຢ່າງດີເປັນກົດເກນທຳມະຊາດທີ່ວ່າ ວັດຖຸລ້ວນແຕ່ຕົກຈາກບ່ອນສູງລົງສູ່ບ່ອນຕໍ່າ ແຕ່ ເຊີ ໄອແຊັກ ນິວຕັນ (Sir Isaac Newton) ເປັນມະນຸດຄົນທຳອິດທີ່ສັງເກດໝາກແອັບເປັນທີ່ຫຼິ້ນຈາກຕົ້ນໄມ້ ແລະ ຮັບຮູ້ໄດ້ວ່າມັນເປັນຄວາມແຮງດຽວກັນກັບທີ່ເຮັດໃຫ້ດວງຈັນໂຄຈອນຢູ່ຮອບໂລກໄດ້.

ເຖິງແມ່ນວ່າເຮົາຈະບໍ່ສາມາດຮັບຮູ້ໄດ້ຢ່າງຊັດເຈນວ່າ ກົນໄກອັນໃດທີ່ເຮັດໃຫ້ເກີດຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກ ແຕ່ເຮົາສາມາດອະທິບາຍຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກໄດ້ຢ່າງຊັດເຈນ. ໄອແຊັກ ນິວຕັນໄດ້ຕັ້ງທິດສະດີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງວ່າ ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງເປັນຄວາມແຮງລະຫວ່າງມວນສານຂອງວັດຖຸສອງອັນ ເຊິ່ງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຈະເປັນອັດຕາສ່ວນພົວພັນກົງກັບມວນສານຂອງທັງສອງວັດຖຸແລະອັດຕາສ່ວນພົວພັນປົ້ນກັບໄລຍະທາງຂຶ້ນກຳລັງສອງ ດັ່ງທີ່ອະທິບາຍໄດ້ດ້ວຍສົມຜົນຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງນິວຕັນ:



$$F = \frac{GM_1M_2}{R^2}$$

- F** = ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງ
- G** = ສຳປະສິດຖ່ວງໜັກມີຄ່າເທົ່າກັບ  $6,67384 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$
- M<sub>1</sub>; M<sub>2</sub>** = ມວນສານທັງສອງ
- R** = ໄລຍະຫ່າງລະຫວ່າງມວນສານທັງສອງ





## ຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນ



ຖ້າເຮົາຈັບກ້ອນຫີນຂຶ້ນມາໜຶ່ງກ້ອນ ແລະ ໂຍນມັນຂຶ້ນຟ້າ, ຫີນກ້ອນນັ້ນກໍ່ຈະເຄື່ອນທີ່ຊ້າລົງ ເລື້ອຍໆ ດ້ວຍຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຈົນມັນຢຸດນຶ່ງ ແລະ ຕົກລົງມາອີກຄັ້ງຫຼັງຈາກເວລາຜ່ານໄປໄລຍະໜຶ່ງ. ຖ້າເຮົາໂຍນຫີນກ້ອນນັ້ນດ້ວຍຄວາມໄວທີ່ສູງຂຶ້ນຫີນກ້ອນນັ້ນກໍ່ຈະໃຊ້ເວລາດົນຫຼາຍຂຶ້ນກ່ອນຈະຕົກລົງມາ, ຖ້າເຮົາສາມາດໂຍນຫີນນັ້ນດ້ວຍຄວາມໄວທີ່ສູງກວ່າຄ່າໃດໜຶ່ງ ເຮົາຈະເຫັນວ່າຫີນກ້ອນນັ້ນຈະໃຊ້ເວລາຍາວນານທີ່ສຸດກວ່າຈະຕົກລົງມາ ຖ້າເຮົາໂຍນຫີນທີ່ຄວາມໄວສູງກວ່າຄວາມໄວຄ່ານັ້ນ ເຮົາຈະເຫັນວ່າຫີນຈະບໍ່ມີມິຕິກລົງມາອີກເລີຍ ເຮົາເອີ້ນຄວາມໄວຕໍ່າທີ່ສຸດທີ່ຫີນຈະບໍ່ຕົກລົງມານີ້ວ່າ: ຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນ (Escape Velocity).

ໃນພື້ນໂລກເຮົາຈະເຫັນວ່າ ຖ້າເຮົາຕ້ອງການທີ່ຈະແກວ່ງວັດຖຸໃຫ້ຫຼຸດອອກໄປຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງໂລກ ເຮົາຈະຕ້ອງແກວ່ງວັດຖຸດ້ວຍຄວາມໄວບໍ່ຕໍ່າກວ່າ 11,2 ກມ/ວິນາທີ (ໃນຄວາມເປັນຈິງແລ້ວ ຈະຫຼຸດທີ່ຂຶ້ນຈາກພື້ນໂລກບໍ່ຈໍາເປັນຕ້ອງມີຄວາມໄວສູງຂະໜາດນັ້ນ ເພາະວ່າເຮົາສາມາດຄ່ອຍໆໃຊ້ເຊື້ອເພີງຂັບເຄື່ອນຈະຫຼຸດຂຶ້ນໄປຊ້າໆກໍ່ໄດ້ຕໍ່ຮູບທີ 2).



**ຮູບທີ 2 :** ການປ່ອຍກະສວຍອາວະກາດໂຄລໍເບຍ (Columbia space shuttle) ໃນການປ່ອຍຈະຫຼຸດໃຫ້ຫຼຸດພື້ນຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງໂລກ ເນື່ອງຈາກຈະຫຼຸດມີເຊື້ອເພີງແລະມີແຮງຂັບເຄື່ອນປຸ່ສະເໝີຈຶ່ງບໍ່ຈໍາເປັນຕ້ອງອອກໂຕຈາກພື້ນໂລກດ້ວຍຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນ (ພາບໂດຍອົງການ NASA)

ເນື່ອງຈາກຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນເປັນຜົນມາຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງ, ຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນອອກຈາກດາວດວງໜຶ່ງຈະຂຶ້ນຢູ່ກັບມວນສານຂອງດາວດວງນັ້ນ ແລະ ເປັນອັດຕາສ່ວນພົວພັນບິນກັບຂະໜາດຂອງວັດຖຸນັ້ນ ໝາຍຄວາມວ່າວັດຖຸທີ່ມີມວນສານຫຼາຍແລະຂະໜາດນ້ອຍຈະມີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງ



## ○ Escape Velocity

ແລະ ຕ້ອງໃຊ້ຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນທີ່ສູງທີ່ສຸດຈຶ່ງຈະຫຼຸດອອກມາຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງນັ້ນໄດ້, ສໍາລັບດວງອາທິດຂອງເຮົາມີຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນຈາກພື້ນຜິວເທົ່າກັບ 617 ກມ/ວິນາທີ, ໃນຂະນະທີ່ດາວແຄະຂາວຈະມີຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນສູງເຖິງ 1.000 ກມ/ວິນາທີ ແລະ ດາວນິວຕຣອນທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນທີ່ສຸດ ຈະມີຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນເຖິງລະດັບ 100.000 ກມຕໍ່ວິນາທີ.

ນັກບິນອາວະກາດທີ່ໂຄຈອນຢູ່ອ້ອມຮອບດາວເຄາະດວງໃດໜຶ່ງ ຈະໄດ້ຮັບຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງທີ່ໜ້ອຍ ແລະ ຈະຕ້ອງໃຊ້ຄວາມໄວພຽງໜ້ອຍດຽວທີ່ຈະຫຼຸດພື້ນໄປຈາກອິດທິພົນຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງດາວເຄາະດວງນີ້, ແຕ່ເມື່ອນັກບິນອາວະກາດຫຼຸດເພດານບິນລົງມາຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງກໍຈະສູງຂຶ້ນ ແລະ ນັກບິນອາວະກາດຈະຕ້ອງໃຊ້ຄວາມໄວສູງກວ່າເກົ່າທີ່ຈະຫຼຸດອອກມາຈາກອິດທິພົນຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງດາວເຄາະດວງນີ້ໄດ້ ໂດຍນັກບິນອາວະກາດຈະພົບຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງແລະຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນຫຼາຍທີ່ສຸດທີ່ບໍລິເວນພື້ນຜິວຂອງດາວນັ້ນພໍດີ, ເນື່ອງຈາກເປັນບໍລິເວນທີ່ໃກ້ທີ່ສຸດທີ່ນັກບິນອາວະກາດຈະສາມາດເຂົ້າໄກ້ດາວເຄາະດວງນີ້ໄດ້ ຍົກເວັ້ນແຕ່ວ່າເຂົາຈະສາມາດຍຸບດາວເຄາະໝົດທັງດວງໃຫ້ໜ້ອຍກວ່ານີ້ໄດ້.




**ຮູບທີ່ 3 :** ນັກບິນອາວະກາດໃນສະຖານີອາວະກາດນານາຊາດ (ISS) ຢູ່ໃນສະພາບຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງໜ້ອຍ (microgravity) ນັກບິນອາວະກາດທີ່ຢູ່ໃນສະຖານີອາວະກາດນອກໂລກນັ້ນ, ຍັງຢູ່ພາຍໃຕ້ອິດທິພົນຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງໂລກ ແລະ ບໍ່ໄດ້ຢູ່ໃນສະພາບບໍ່ມີນ້ຳໜັກຢ່າງແທ້ຈິງວັດຖຸພາຍໃນສະຖານີອາວະກາດຈະຄ່ອຍໆຕົກລົງສູ່ທິດທາງຂອງພື້ນໂລກຢ່າງຊ້າໆ ເຮົາເອີ້ນວ່າສະພາບຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງໜ້ອຍ(microgravity)

ຢ່າງໃດກໍຕາມ ໃນຕອນທ້າຍຊີວິດຂອງດາວທີ່ມີມວນສານຫຼາຍໆບາງດວງ ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງອັນມະຫາສານຂອງດາວເຮົານັ້ນ ອາດພຽງພໍທີ່ຈະເຮັດໃຫ້ພື້ນຜິວຂອງດາວດວງນີ້ຍຸບຕົວລົງຢ່າງໄວວາ, ຖ້ານັກບິນອາວະກາດສາມາດບິນຕາມພື້ນຜິວທີ່ກໍາລັງຍຸບຕົວລົງຢ່າງໄວວານີ້ ລາວກໍສາມາດສໍາເລັດກັບຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງທີ່ສູງຂຶ້ນເລື້ອຍໆຈົນໃນທີ່ສຸດ ລາວຈະໄປເຖິງບໍລິເວນໜຶ່ງທີ່ລາວຈະຕ້ອງໃຊ້ຄວາມໄວຫຼາຍກວ່າຄວາມໄວຂອງແສງຈຶ່ງຈະສາມາດຫຼຸດພື້ນອອກຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງອັນມະຫາສານນີ້ໄດ້, ເຮົາເອີ້ນເຂດແດນນີ້ວ່າ: "ຂອບຟ້າເຫດການ (Event Horizon)".



## ຂອບຟ້າເຫດການ

# Event Horizon

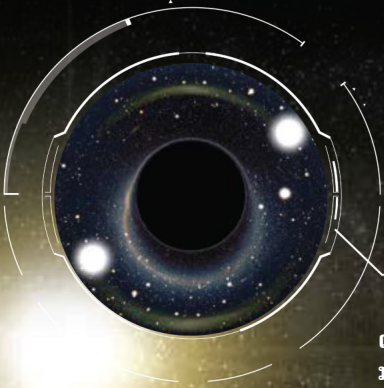


ຂອບຟ້າເຫດການບໍ່ໄດ້ເປັນສະຖານທີ່ພິເສດ, ບໍ່ໄດ້ເປັນເສັ້ນຂອບຟ້າທີ່ເຮົາຈະສາມາດສັງເກດເຫັນໄດ້ເຊັ່ນດຽວກັບເສັ້ນຂອບຟ້າຂອງໂລກ, ຂອບຟ້າເຫດການນີ້ບໍ່ໄດ້ມີຮູບຮ່າງ, ລັກສະນະ ຫຼື ສີທີ່ແຕກຕ່າງອອກໄປຈາກບໍລິເວນອື່ນໆອ້ອມຮອບຊຸມດຳ ແລະ ຊຸມດຳກໍບໍ່ໄດ້ມີຂອບເຂດທີ່ ຊັດເຈນ ທີ່ເຮົາສາມາດສັງເກດໄດ້ແລະຖ້າຜູ້ສັງເກດຄົນໜຶ່ງກຳລັງເຄື່ອນທີ່ຜ່ານຂອບຟ້າເຫດ ການ ລາວຈະບໍ່ຮູ້ສຶກວ່າຕົວເອງໄດ້ຜ່ານເຂດນັ້ນມາແລ້ວ ຫຼື ບໍ່?

ຂອບຟ້າເຫດການເປັນພຽງບໍລິເວນທີ່ເຮົານິຍາມກັນວ່າ ເປັນຂອບເຂດບໍລິເວນທີ່ຄວາມໄວ ຫຼຸດພົ້ນຫຼາຍກວ່າຄວາມໄວແສງ, ເຖິງວ່າເຮົາຈະສາມາດຄຳນວນໄລຍະຂອງຂອບຟ້າເຫດການໄດ້ ຢ່າງຊັດເຈນ ແຕ່ບໍລິເວນນີ້ບໍ່ໄດ້ມີຄວາມພິເສດແຕ່ຢ່າງໃດ ເມື່ອທຽບກັບບໍລິເວນຂ້າງຄຽງ, ແນວ ໃດກໍຕາມບໍລິເວນທີ່ຄວາມໄວຫຼຸດພົ້ນເກີນຂອບເຂດຂອງຄວາມໄວແສງມີຄວາມສຳຄັນຢ່າງຍິ່ງ ເນື່ອງຈາກຄວາມເຂົ້າໃຈໃນເອກະພົບປັດຈຸບັນຂອງມະນຸດເຫັນວ່າ ບໍ່ມີວັດຖຸໃດທີ່ສາມາດເດີນ ທາງໄດ້ໄວກວ່າຄວາມໄວແສງໄດ້, ຖ້າຫາກບໍ່ມີວັດຖຸໃດທີ່ເຄື່ອນທີ່ໄດ້ໄວກວ່າແສງໄດ້ກໍໝາຍ ຄວາມວ່າວັດຖຸທີ່ຫຼຸດເຂົ້າໄປພາຍໃນຂອບຟ້າເຫດການແລ້ວ ຈະບໍ່ສາມາດຫຼຸດພົ້ນອອກມາຈາກ ທົ່ງຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກມາສຸ່ພາຍນອກໄດ້ ແມ່ນແຕ່ແສງເອງກໍຕາມ. ການທີ່ແສງບໍ່ສາມາດຫຼຸດ ອອກມາຈາກວັດຖຸນັ້ນໄດ້ ນັ້ນໝາຍຄວາມວ່າວັດຖຸນັ້ນຈະບໍ່ສາມາດສ່ອງແສງອອກມາໄດ້ແລະ ມີສະພາບມືດດຳສະໝິດ, ເຮົາຈຶ່ງມັກຈະໃຊ້ນິຍາມຂອງຂອບຟ້າເຫດການນີ້ໃນການນິຍາມຂອບ ເຂດຂອງວັດຖຸທີ່ເຮົາຮູ້ຈັກກັນໃນນາມຊື່ຂອງ"ຊຸມດຳ".



Event Horizon

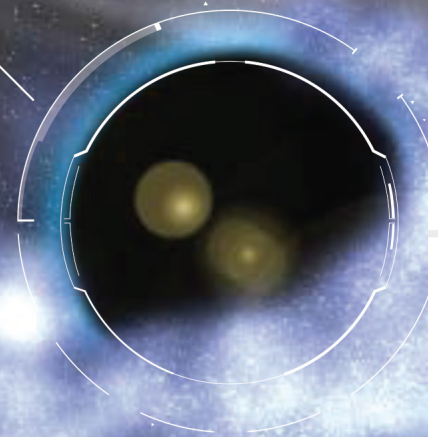


## ຊຸມດຳ (Black Hole)

ໂດຍທາງທົດສະດີແລ້ວ ວັດຖຸໃດທີ່ຕາມທີ່ມີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຫຼາຍກໍ່ສາມາດມີຄວາມໄວຫຼຸດພົ້ນຫຼາຍກວ່າຄວາມໄວແສງ ມີຂອບຟ້າເຫດການເປັນຂອງຕົວເອງໄດ້ ແລະ ນັ້ນກໍ່ຈະກາຍເປັນ"ຊຸມດຳ" ເຊິ່ງຈາກທຳມະຊາດຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງແລ້ວ ເຮົາສາມາດເພີ່ມຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງໄດ້ໂດຍການເພີ່ມມວນສານ ຫຼື ຫຼຸດຂະໜາດຂອງວັດຖຸ.

## ຊຸມດຳໃນທຳມະຊາດ

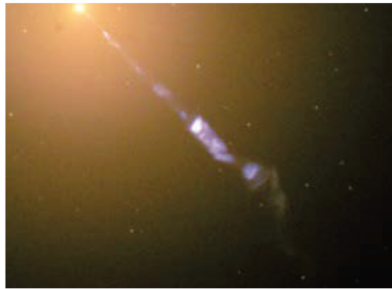
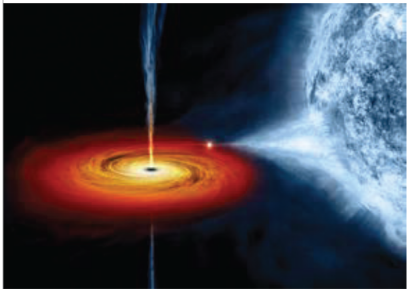
ໃນທຳມະຊາດ ເຮົາສາມາດພົບຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງທີ່ສູງພໍທີ່ຈະກາຍເປັນຊຸມດຳໄດ້ ໃນຕອນສຸດທ້າຍຂອງດາວເຮັກທີ່ມີມວນສານມະຫາສານພຽງເທົ່ານັ້ນ. ໃນຊ່ວງເລີ່ມຕົ້ນອາຍຸຂອງດາວເຮັກ ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງດາວຈະບົບອັດໃຫ້ທາດມູນໃນແຖນກາງຂອງດາວ ລວມຕົວກັນເກີດເປັນການລະເບີດນິວເຄຼຍຟິວຊັນ ເຊິ່ງຄອຍຖ້າຕ້ານຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງອັນມະຫາສານເອົາໄວ້, ແນວໃດກໍ່ຕາມ ເມື່ອເຊື້ອເຟຶງນິວເຄຼຍຄ່ອຍໆໝົດໄປ ມວນສານຂອງແຖນດາວເຮັກຂະໜາດໃຫຍ່ເຫຼົ່ານີ້ ກໍ່ຈະຍຸບຕົວລົງຢາງໄວວາ ແລະ ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຈະເພີ່ມຂຶ້ນຈົນເກີດຂອບຟ້າເຫດການ ແລະ ກາຍເປັນຊຸມດຳໄປໃນທີ່ສຸດ ເນື່ອງຈາກເຮົາບໍ່ສາມາດເຫັນແສງ ຫຼື ໄດ້ຮັບຂໍ້ມູນອັນໃດຈາກພາຍໃນຂອບຟ້າເຫດການໄດ້, ເຮົາຈຶ່ງບໍ່ສາມາດສັງເກດເຫັນການມີຢູ່ຂອງຊຸມດຳໄດ້ໂດຍກົງ.





▶ **ໃນປັດຈຸບັນເຮົາໄດ້ພົບຫຼັກຖານຫຼາຍຢ່າງທີ່ຢືນຢັນການມີຢູ່ຂອງຂຸມດໍາ**

- 01 **ຈານເພີ່ມພູນມວນສານ (Accretion Disk)** ເຮົາສາມາດພົບເຫັນລັງສີເອັກທີ່ປ່ອຍອອກມາຈາກທາດມູນ ໃນຂະນະທີ່ກໍາລັງຄ່ອຍໆໝູນອ້ອມແລະຕົກລົງສູ່ວັດຖຸທີ່ມີຂະໜາດນ້ອຍ ແຕ່ມີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງສູງສອດຄ່ອງກັບລັກສະນະຂອງຂຸມດໍາ (ຮູບທີ 4).
- 02 **Cygnus X-1** ເປັນລະບົບດາວຄູ່ໃນກຸ່ມດາວຫົງ ໂດຍນັກດາລາສາດໄດ້ກວດພົບແຫຼ່ງການກໍາເນີດລັງສີເອັກທີ່ແຕກຕ່າງຈາກປົກກະຕິແລະບໍ່ສອດຄ່ອງກັບວັດຖຸອື່ນໃດໃນບໍລິເວນນັ້ນ, ຈາກການຄຳນວນພົບວ່າວັດຖຸນີ້ຈະຕ້ອງມີຂະໜາດນ້ອຍຫຼາຍເຮັດໃຫ້ກາຍເປັນວັດຖຸທໍາອິດທີ່ສັ້ນນິຖານກັນວ່າ ອາດຈະເປັນຂຸມດໍາທີ່ກໍາລັງກິນກິນມວນສານທີ່ອອກມາຈາກດາວເຮັກທີ່ໂຄຈອນຢູ່ອ້ອມຮອບ. ປັດຈຸບັນນັກວິທະຍາສາດເຊື່ອວ່າ Cygnus X-1 ເປັນຂຸມດໍາທີ່ມີມວນສານ 15 ເທົ່າຂອງດວງອາທິດ ແລະ ມີລັດສະໝີເສັ້ນຂອບຟ້າເຫດການປະມານ 44 ກິໂລແມັດ.



➤ **ຮູບທີ 4 :** ພາບຈໍາລອງຈານເພີ່ມພູນມວນສານໃນລະບົບດາວ Cygnus X-1 ເມື່ອມວນສານໝູນເຂົ້າສູ່ຂຸມດໍາໄມ່ເມນດໍາມູມບາງສ່ວນຖືກດຶກດຶດສົ່ງອອກໄປຕາມແຖນການໝູນ, ປົດປ່ອຍພະລັງງານອອກມາເປັນລັງສີເອັກ (ຮູບແຕ້ມໂດຍອົງການອາວະກາດ NASA)

**ຮູບທີ 5 :** ພາບຈາກກ້ອງໂທລະທັດອາວະກາດຮິບເບິລສະແດງອາຍພື້ນຂອງສານທາດທີ່ຖືກດຶກດຶດສົ່ງອອກມາຈາກຂຸມດໍາຂະໜາດຍັກ ພາຍໃນແຖ່ນຂອງ Active Galaxy

- 03 **ແຖ່ນດາລາຈັກ (Galactic Nuclei)** ໃນປັດຈຸບັນນີ້ນັກດາລາສາດເຊື່ອແລ້ວວ່າ ໃນແຖ່ນກາງຂອງດາລາຈັກທຸກດາລາຈັກຈະມີຂຸມດໍາຂະໜາດໃຫຍ່ (Supermassive Black Hole) ຢູ່. ໂດຍໃນກາແລັກຊີທາງຊ້າງເຜືອກເອງ ນັກດາລາສາດໄດ້ສຶກສາການເຄື່ອນທີ່ຂອງດາວເຮັກອ້ອມຮອບບໍລິເວນທີ່ເອີ້ນວ່າ "Sagittarius A\*" ແລະ ພົບວ່າດາວເຮັກອ້ອມຮອບສູນກາງຂອງກາແລັກຊີທາງຊ້າງເຜືອກໄດ້ມີການເຄື່ອນທີ່ອ້ອມຮອບວັດຖຸຢ່າງໜຶ່ງເຊິ່ງມີມວນສານເຖິງ 4,3 ລ້ານເທົ່າຂອງມວນສານດວງອາທິດ ແຕ່ມີຂະໜາດພຽງແຕ່ 0,002 ປີແສງວັດຖຸທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນຫຼາຍແບບນີ້ ຈະເປັນສິ່ງອິ່ນໃດໄປບໍ່ໄດ້ນອກຈາກຂຸມດໍາ (ຮູບທີ 5).

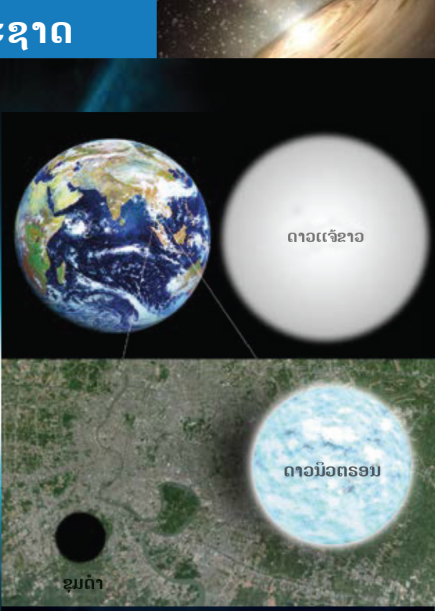


## ▶ ການກຳເນີດຂຸມດຳໃນທຳມະຊາດ

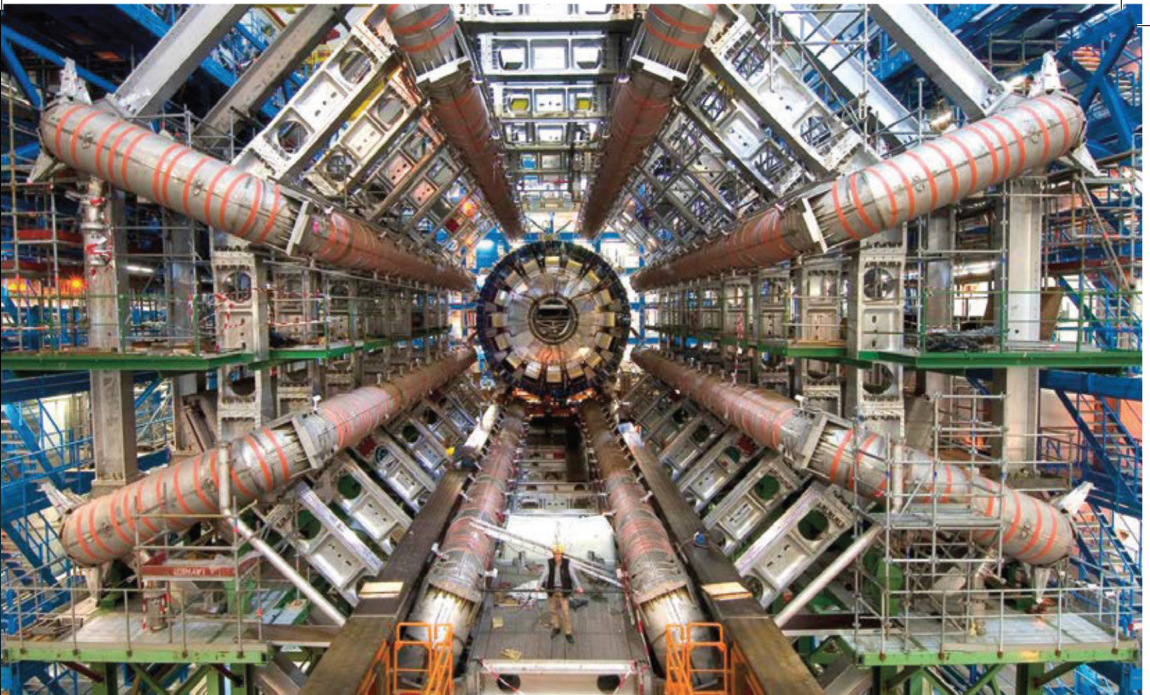
ເຮົາເຫັນວ່າຍັງດາວເຮົາມີມວນສານຫຼາຍເທົ່າໃດ ຕອນທ້າຍຊີວິດຂອງມັນກໍ່ຈະຈົບລົງ ໂດຍກາຍເປັນວັດຖຸທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນຫຼາຍເທົ່ານັ້ນ. ໂດຍດາວເຮົາທີ່ມີມວນສານບໍ່ເກີນ 10 ເທົ່າຂອງມວນສານດວງອາທິດ ຈະກາຍເປັນດາວແຈ້ຂາວ (White dwarf) ເຊິ່ງມີມວນສານພໍດີກັບມວນສານດວງອາທິດ ແຕ່ຂະໜາດໃກ້ຄຽງກັບໂລກ (ຮູບທີ 6), ເຊິ່ງເກີດຈາກການທີ່ມວນສານທັງໝົດໃນດາວຖືກບີບອັດລວມກັນ ຈົນຄົງຕົວຢູ່ໄດ້ດ້ວຍແຮງດັນດີເຈີເນີເຣຊີ (degeneracy pressure), ຖ້າປຽບທຽບແລ້ວ ຖ້າດາວແຈ້ຂາວຂະໜາດກັບໄມ້ຂີດໄຟກັບໜຶ່ງ ຈະມີມວນສານປະມານ 250 ໂຕນ.

ດາວເຮົາທີ່ມີມວນສານຫຼາຍກວ່າ 10 ເທົ່າຂອງມວນສານດວງອາທິດ ຈະສາມາດຍຸບໂຕລົງຕໍ່ໄປຈົນຮອດລະດັບອີເລັກຕຣອນກໍ່ຍັງຖືກບີບອັດເຂົ້າໄປລວມຕົວກັບໂປຣຕອນໃນນິວຄລຽສ ກາຍເປັນວັດຖຸທີ່ປະກອບໄປດ້ວຍນິວຕຣອນເປັນສ່ວນຫຼາຍ, ຊຶ່ງໂຕໄດ້ດ້ວຍຄວາມແຮງດີເຈີເນີເຣຊີລະຫວ່າງອະນຸພາກນິວຕຣອນ ເອີ້ນວ່າ "ດາວນິວຕຣອນ (neutron star)". ໂດຍດາວນິວຕຣອນທົ່ວໄປ ຈະມີມວນສານປະມານ 1,4 ເຖິງ 3,2 ເທົ່າຂອງມວນສານດວງອາທິດ ແຕ່ມີລັດສະໝີພຽງປະມານ 10 ກິໂລແມັດ (ພາບທີ 6), ປຽບເໝືອນກັບໄມ້ຂີດໄຟທີ່ເຕັມໄປດ້ວຍທາດມູນຈາກດາວນິວຕຣອນ ຈະມີມວນສານປະມານ 5 ພັນລ້ານໂຕນ ນັບເປັນວັດຖຸທີ່ໜາແໜ້ນທີ່ສຸດໃນເອກະພົບທີ່ເຮົາຮູ້ຈັກໃນປັດຈຸບັນ.

ແຕ່ຖ້າດາວເຮົາທີ່ມີມວນສານຕັ້ງແຕ່ 20 ເທົ່າຂອງມວນສານດວງອາທິດເປັນຕົ້ນໄປ ເກີດການລະເບີດແລ້ວນັ້ນ ຈະບໍ່ມີຄວາມແຮງອັນໃດອີກໃນດາວເຮົາທີ່ຈະຕ້ານການຍຸບຕົວຂອງມວນສານພາຍໃຕ້ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງໄດ້, ເມື່ອແຖກຖາງຂອງດາວຍຸບຕົວລົງຢ່າງໄວວາ ແລະ ຖ້າແຖກຖາງທີ່ເຫຼືອຢູ່ມີມວນສານຫຼາຍກວ່າ 4-5 ເທົ່າຂອງມວນສານດວງອາທິດ ແມ່ນແຕ່ນິວຕຣອນກໍ່ຈະບໍ່ສາມາດຕ້ານຄວາມແຮງບີບອັດອັນມະຫາສານຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງໄດ້ ຈົນບໍ່ມີຄວາມແຮງໃດອີກໃນເອກະພົບທີ່ຈະຕ້ານທານການຍຸບຕົວລົງໄປໄດ້, ຈຶ່ງເກີດເປັນວັດຖຸທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງອັນມະຫາສານທີ່ແມ່ນແຕ່ແສງກໍ່ບໍ່ສາມາດຫຼີກໜີອອກມາໄດ້ ກາຍມາເປັນຂຸມດຳ. ໂດຍຖ້າເຮົາສາມາດບີບອັດມວນສານຂອງດວງອາທິດໃຫ້ກາຍເປັນຂຸມດຳໄດ້ ຂຸມດຳນີ້ຈະມີລັດສະໝີພຽງປະມານ 3 ກິໂລແມັດ (ຮູບທີ 6).



ພາບທີ 6 : ສະແດງຂະໜາດຂອງດາວແຈ້ຂາວເມື່ອທຽບກັບໂລກ (ເທິງ) ແລະ ຂະໜາດຂອງດາວນິວຕຣອນ ແລະ ຂຸມດຳຂະໜາດມວນສານເທົ່າດວງອາທິດເມື່ອທຽບກັບແມ່ນ້ຳເຈົ້າພະຍາບໍລິເວນກຸງເທບມະຫານະຄອນ (ລຸ່ມ)



➤ **ຮູບທີ 7 :** ມິໄດທັງເຄື່ອງກວດວັດ ATLAS ອາດຈະພົບການເກີດຂຶ້ນຂອງຂຸມດຳຂະໜາດນ້ອຍທີ່ເກີດຈາກການຕໍ່ກັນຂອງອະນຸພາກໃນ Large Hadron Collider (LHC)ທີ່ CERN, ປະເທດສະວິດເຊີແລນ

## ▶ ການເກີດຂຸມດຳ ດ້ວຍວິທີອື່ນໆ

ເນື່ອງຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂຶ້ນຢູ່ກັບມວນສານແລະໄລຍະທາງຂຸມດຳຈຶ່ງບໍ່ຈຳເປັນຕ້ອງເປັນວັດຖຸທີ່ມີມວນສານຫຼາຍສະເໝີໄປ ແຕ່ຈຳເປັນຕ້ອງບົບອັດໃຫ້ມີຄວາມໜາແໜ້ນຫຼາຍພໍເທົ່ານັ້ນກໍຈະສາມາດເປັນຂຸມດຳໄດ້, ດ້ວຍເຫດຜົນນີ້ ຖ້າເຮົາສາມາດນຳອະນຸພາກທີ່ມີຄວາມໄວສູງສອງອະນຸພາກມາຕໍ່ປະທະກັນ ແລະ ປ່ຽນພະລັງງານການຕໍ່ກັນທັງໝົດໄປເປັນມວນສານທີ່ຖືກບົບອັດຢູ່ໃນບ່ອນທີ່ມີຂະໜາດນ້ອຍກວ່າອາຕອມລ້ານລ້ານລ້ານເທົ່າ ເຮົາກໍສາມາດສ້າງຂຸມດຳຂຶ້ນມາໄດ້. ແນວໃດກໍຕາມໃນປັດຈຸບັນເຮົາຍັງບໍ່ມີເຕັກໂນໂລຊີທີ່ສາມາດຈະບົບອັດພະລັງງານມະຫາສານແບບນັ້ນລົງໄປໃນພື້ນທີ່ຂະໜາດນ້ອຍເທົ່ານັ້ນໄດ້ ແລະ ຂຸມດຳປະເພດນີ້ຈະມີຂະໜາດນ້ອຍເກີນກວ່າທີ່ຈະສາມາດດູດມວນສານຫຍັງເຂົ້າໄປໄດ້ (ເນື່ອງຈາກມີຂະໜາດນ້ອຍກວ່າອາຕອມແລະຈະສະຫຼາຍຕົວລົງຢ່າງໄວວາກ່ອນທີ່ຈະສາມາດສ້າງອັນຕະລາຍອັນໃດຕໍ່ໂລກຂອງເຮົາໄດ້.

ນອກຈາກນີ້ນັກຟີຊິກດາລາສາດ"Stephen Hawking"ຍັງມີການສັນນິຖານເຖິງຂຸມດຳຂະໜາດນ້ອຍ(ນ້ອຍກວ່າຂຸມດຳທີ່ເກີດໄດ້ຈາກການຍຸບຕົວຂອງດາວເຮິກ) ທີ່ອາດຈະເກີດຂຶ້ນຈາກບິກແບ່ງໃນຕອນກຳເນີດເອກະພົບ(Primordial Black Holes), ແນວໃດກໍຕາມນັກດາລາສາດຍັງບໍ່ພົບຫຼັກຖານຂອງຂຸມດຳດັ່ງກ່າວແລະຍັງເປັນສິ່ງທີ່ຕ້ອງສຶກສາຕໍ່ໄປ.



Primordial  
BlackHoles



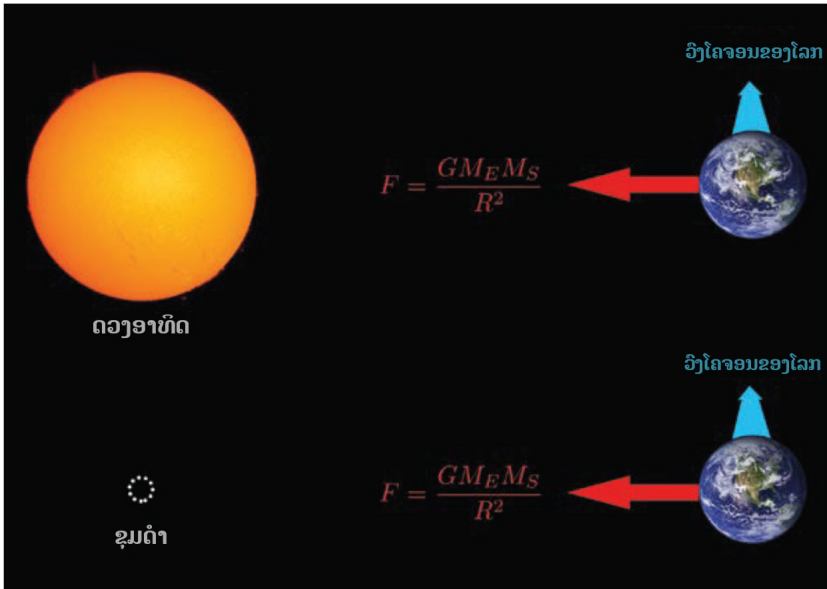


## ຊຸມດຳມັກດູດ

ໃນນິຍາມວິທະຍາສາດທົ່ວໄປ ເມື່ອເວົ້າເຖິງຊຸມດຳເຮົາມັກຈະຄິດເຖິງພາບຂອງຍານອາວະກາດ ຫຼື ດາວເຄາະຂະໜາດໃຫຍ່ທີ່ກຳລັງຖືກຊຸມດຳດູດ ແລະ ກິນກິນລົງໄປສູ່ຄວາມມົດມົດ, ເປັນວັດຖຸອັນຕະລາຍ ທີ່ຈະທຳລາຍລ້າງທຸກຢ່າງທີ່ຢູ່ອ້ອມຮອບ. ແນວໃດກໍ່ຕາມໃນຄວາມເປັນຈິງແລ້ວຊຸມດຳບໍ່ໄດ້ມີອັນຕະລາຍ ແບບນັ້ນເລີຍ.

ເພື່ອຈະພິຈາລະນາວ່າ ບໍລິເວນອ້ອມຮອບຊຸມດຳຈະເປັນແນວໃດ ໃຫ້ລອງສົມມຸດວ່າຖ້າເຮົາສາມາດ ບິບອັດດວງອາທິດຂອງເຮົາຈົນມີຄວາມໜາແໜ້ນຫຼາຍພໍຈົນກາຍເປັນຊຸມດຳທີ່ມີມວນສານເທົ່າກັບມວນ ສານດວງອາທິດ, ຢູ່ທີ່ສູນກາງຂອງລະບົບສຸລິຍະຈະເກີດຫຍັງຂຶ້ນກັບວົງໂຄຈອນຂອງໂລກຂອງເຮົາ, ໂລກ ເຮົາຈະຖືກດູດກິນເຂົ້າໄປ ຫຼື ບໍ່?

ເຮົາອາດຈະຄິດວ່າ ໃນເມື່ອບໍ່ມີຫຍັງຫຼຸດລອດອອກມາຈາກຊຸມດຳອັນມີພະລັງມະຫາສານໄດ້ ແລະ ໃນເມື່ອຊຸມດຳມີແຮງດຶງດູດອັນຊຶ່ງພະລັງຂະໜາດນັ້ນ, ໂລກຂອງເຮົາກໍ່ຈະຄ່ອຍໆຖືກດູດເຂົ້າໄປດ້ວຍຄວາມ ແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງຊຸມດຳທີ່ສູນກາງຂອງລະບົບສຸລິຍະ.



**ຮູບທີ 8 :** ຖ້າເຮົາສາມາດບິບອັດດວງອາທິດຂອງເຮົາໃຫ້ກາຍເປັນຊຸມດຳ ເຮົາຈະເຫັນວ່າຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງດວງ ອາທິດທີ່ມີຕໍ່ໜ່ວຍໂລກຈະບໍ່ມີການປ່ຽນແປງແຕ່ຢ່າງໃດ ເນື່ອງຈາກທັງມວນສານຂອງດວງອາທິດ ແລະ ໄລຍະຫ່າງຈາກ ໂລກຍັງເທົ່າເກົ່າ ດັ່ງນັ້ນວົງໂຄຈອນຂອງໂລກຈະບໍ່ມີການປ່ຽນແປງໄປ ແລະ ໂລກກໍ່ຈະບໍ່ຖືກດູດເຂົ້າໄປໃນຊຸມດຳດວງອາທິດ



ແຕ່ຖ້າເຮົາພິຈາລະນາດຶງແລ້ວເຮົາຈະພົບວ່າຄວາມຈິງບໍ່ສາມາດເປັນແນວນັ້ນໄດ້ ເນື່ອງຈາກຄວາມແຮງທີ່ດຶງດູດໂລກຂອງເຮົາ ໃຫ້ໂຄຈອນໄປອ້ອມຮອບດວງອາທິດກໍ່ ຄືຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງ. ຖ້າເຮົາແທນທີ່ດວງອາທິດດ້ວຍຊຸມດຳທີ່ມີຄວາມໜາແໜ້ນສູງ ແຕ່ຍັງມີມວນສານເທົ່າເກົ່າທີ່ໄລຍະທາງເທົ່າເກົ່າກໍ່ຈະມີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງເທົ່າເກົ່າ(ຮູບທີ 8). ນັ້ນໝາຍຄວາມວ່າຖ້າດວງອາທິດຂອງເຮົາຍຸບຕົວລົງເປັນຊຸມດຳໃນເວລານີ້ ສິ່ງດຽວທີ່ຈະເກີດຂຶ້ນກັບໂລກຂອງເຮົາກໍ່ຄືທ້ອງຟ້າໃນເວລາກາງເວັນທີ່ມືດລົງ, ແຕ່ໂລກກໍ່ຍັງໂຄຈອນຕໍ່ໄປ ແລະ ທຸກຢ່າງເທິງໂລກກໍ່ຍັງດຳເນີນຕໍ່ໄປພາຍໃຕ້ຄວາມມືດມືດທີ່ປາສະຈາກແສງອາທິດ ບໍ່ໄດ້ມີຫາຍະນະ, ແຜ່ນດິນໄຫວແລະອື່ນໆ ບໍ່ສິ່ງຜິດຖືງປະກົດການນ້ຳຂຶ້ນນ້ຳລົງທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນປັດຈຸບັນ.

ແນວໃດກໍ່ຕາມ ສິ່ງທີ່ແຕກຕ່າງຈາກດວງອາທິດດວງເກົ່າຈະເລີ່ມເກີດຂຶ້ນເມື່ອເຮົາເຂົ້າໄປໃກ້ຊຸມດຳຫຼາຍກວ່ານີ້ ເນື່ອງຈາກກ່ອນໜ້ານີ້ເຮົາບໍ່ສາມາດເຂົ້າໃກ້ສູນກາງຂອງດວງອາທິດໄດ້ເນື່ອງຈາກພື້ນຜິວແລະກົາສຮ້ອນຂອງດວງອາທິດໄດ້ຫ້ຫຸ້ມເອົາໄວ້ (ຖ້າເຮົາສາມາດດຳລົງໄປໃນພູສາມາດພື້ນຜິວໄດ້ ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງກໍ່ຈະຫຼຸດລົງຄືເກົ່າເນື່ອງຈາກຄວາມແຮງດຶງດູດມາຈາກມວນສານບາງສ່ວນດ້ານເທິງຈະຄອຍຖ້າດຶງເຮົາອອກມາຈາກສູນກາງ), ແຕ່ເມື່ອມວນສານທັງໝົດໄດ້ຍຸບລວມກັນໄປທີ່ຈຸດສູນກາງເຮັດໃຫ້ເຮົາສາມາດເຂົ້າໄປໃກ້ສູນກາງມວນສານແລະເຂົ້າໄປສູ່ບໍລິເວນທີ່ມີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງເພີ່ມຂຶ້ນແບບທີ່ເຮົາບໍ່ເຄີຍເຂົ້າໄປເຖິງມາກ່ອນ.

ຢູ່ຈຸດທີ່ລັດສະໝີ 3 ກມ ຈາກສູນກາງຊຸມດຳ ເຊິ່ງເຄີຍເປັນດວງອາທິດມາກ່ອນຈະເປັນບໍລິເວນຂອງຂອບຟ້າເຫດການ ແລະ ວັດຖຸອັນໃດທີ່ເດີນທາງເຂົ້າມາໃກ້ຊຸມດຳຫຼາຍກວ່າບໍລິເວນນີ້ຈະບໍ່ສາມາດຫຼຸດພື້ນອອກໄປຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງຊຸມດຳນີ້ໄດ້. ສ່ວນພາຍໃນຂອບຟ້າເຫດການນັ້ນ ປັດຈຸບັນນີ້ເຮົາບໍ່ມີທິດສະດີໃດທີ່ສາມາດອະທິບາຍສິ່ງທີ່ເກີດຂຶ້ນພາຍໃນນີ້ໄດ້ ແຕ່ທິດສະດີບອກເຮົາໄວ້ວ່າ ເຮົາບໍ່ມີທາງທີ່ຈະຮູ້ເຖິງສິ່ງທີ່ເກີດຂຶ້ນພາຍໃນໄດ້ເນື່ອງຈາກບໍ່ມີທາດມູນ ຫຼື ຂໍ້ມູນໃດທີ່ສາມາດເດີນທາງໄດ້ໄວເກີນຄວາມໄວຫຼຸດພື້ນທີ່ຫຼາຍກວ່າຄວາມໄວແສງໄດ້.

ດ້ວຍຄວາມແຮງໃນເອກະພົບທັງໝົດທີ່ເຮົາຮູ້ຈັກແມ່ນບໍ່ມີຄວາມແຮງໃດທີ່ສາມາດຕ້ານຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກອັນມະຫາສານພາຍໃນຊຸມດຳໄດ້, ເຮົາຈຶ່ງສັນນິຖານວ່າສານທາດທັງໝົດພາຍໃນຊຸມດຳ ອາດຈະຖືກບິບອັດລວມເຂົ້າຢູ່ໃນຈຸດພຽງຈຸດດຽວ ເຊິ່ງເອີ້ນຈຸດນີ້ວ່າ"ຊິງກຸລາຣິຕີ (Singularity)" ເຊິ່ງໂດຍນິຍາມແລ້ວ ເປັນຈຸດທີ່ມວນສານທັງໝົດຂອງຊຸມດຳຖືກບິບໃຫ້ຢູ່ໃນຈຸດພຽງໜຶ່ງຈຸດທີ່ມີຂະໜາດຄວາມກວ້າງ,ຍາວແລະສູງເປັນສູນ.

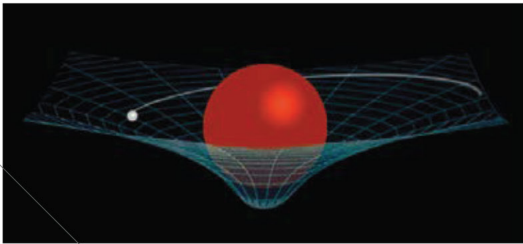




## ທິດສະດີສໍາພັນທະພາບທົ່ວໄປແລະຂຸມດໍາ

ໃນພື້ນທີ່ບໍລິເວນອ້ອມຮອບຂຸມດໍາ ເປັນບໍລິເວນທີ່ມີທັງຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກສູງແລະເປັນບໍລິເວນທີ່ຄວາມຮູ້ຄວາມເຂົ້າໃຈໃນກົນລະສາດໃນຊີວິດປະຈຳວັນຂອງມະນຸດບໍ່ສາມາດນໍາມາອະທິບາຍໄດ້ອີກຕໍ່ໄປ, ເຮົາຈຶ່ງຈໍາເປັນຕ້ອງໃຊ້ທິດສະດີທີ່ສາມາດອະທິບາຍສິ່ງທີ່ເກີດຂຶ້ນກັບທາດມູນໃນສະພາວະທີ່ມີທັງຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກສູງ ເຊິ່ງທິດສະດີນີ້ກໍ່ຄືທິດສະດີສໍາພັນທະພາບທົ່ວໄປທີ່ ອັລເບິດ ໄອສະຕາຍ (Albert Einstein) ຄິດຄົ້ນເອົາໄວ້ໃນປີ ຄ.ສ 1916.

ໃນທິດສະດີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງນິວຕັນໄດ້ເວົ້າວ່າ ວັດຖຸທີ່ມີມວນສານຈະມີຄວາມແຮງດຶງດູດລະຫວ່າງກັນ ແລະ ກັນ, ແຕ່ທິດສະດີຂອງນິວຕັນບໍ່ສາມາດອະທິບາຍໄດ້ວ່າຄວາມແຮງນີ້ມາຈາກໃສ ແລະ ວັດຖຸທີ່ຢູ່ຫ່າງໄກກັນຫຼາຍເຊັ່ນ: ໂລກ ແລະ ດວງອາທິດ. ໂລກຮັບຮູ້ໄດ້ແນວໃດວ່າມີມວນສານດວງອາທິດຂະໜາດໃຫຍ່ຢູ່ໃນທິດທາງນັ້ນ? ແລະຕາມທິດສະດີຂອງນິວຕັນ ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງນີ້ເປັນແຮງທີ່ເກີດຂຶ້ນຢ່າງກະທັນຫັນ ຖ້າເກີດຫຍັງຂຶ້ນກັບມວນສານຂອງດວງອາທິດ, ມວນສານຂອງໂລກ ແລະ ທຸກດາລາຈັກໃນເອກະພົບກໍ່ຄວນຈະຮູ້ເຖິງການປ່ຽນແປງຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງໄດ້ຢ່າງທັນກັນ ເຊິ່ງເທົ່າກັບວ່າຂໍ້ມູນກ່ຽວກັບຕໍາແໜ່ງຂອງມວນສານຈະຕ້ອງສາມາດຖ່າຍທອດໄປທົ່ວເອກະພົບໄດ້ ໃນເວລາທີ່ໄວກວ່າຄວາມໄວແສງ ທ້າຍທີ່ສຸດທິດສະດີຂອງນິວຕັນບໍ່ສາມາດອະທິບາຍໄດ້ວ່າ ເປັນຫຍັງວິງໂຄຈອນຂອງດາວພຸດຈຶ່ງມີການປິ່ນອ່ວຍໄປມາຫຼາຍກວ່າທີ່ສັນນິຖານໄດ້ດ້ວຍທິດສະດີຂອງນິວຕັນ.



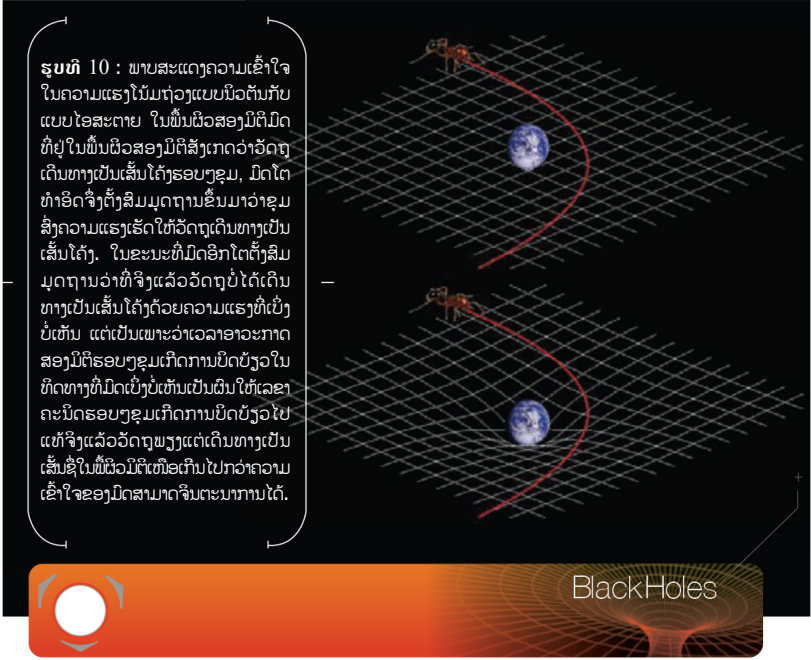
ຮູບທີ 9 : ສະແດງການຕົກລົງຂອງວັດຖຸພາຍໃຕ້ອິດທິພົນຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງໃນແນວຄິດແບບທິດສະດີສໍາພັນທະພາບຂອງໄອສະຕາຍ

ອັລເບິດ ໄອສະຕາຍ ຈຶ່ງໄດ້ສະເໜີວ່າ ທີ່ຈິງແລ້ວຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງເກີດຈາກການທີ່ມວນສານບິດເວລາອາວະກາດ (spacetime) ແລະ ການທີ່ວັດຖຸເຄື່ອນທີ່ເປັນເສັ້ນໂຄ້ງໄປຮອບໆມວນສານນັ້ນ ແຕ່ທີ່ຈິງແລ້ວເປັນຍ້ອນວັດຖຸພະຍາຍາມທີ່ຈະເຄື່ອນທີ່ໃນແນວເສັ້ນຊື່ໃນມິຕິທັງສີ່ຂອງເວລາອາວະກາດ, ທິດສະດີນີ້ເປັນເລື່ອງທີ່ບໍ່ຄຸ້ນເຄີຍສໍາລັບມະນຸດເພາະວ່າມະນຸດຖືກໍາເນີດຂຶ້ນມາໃນໂລກສາມມິຕິ ເຮົາຮູ້ຈັກທິດທາງຊ້າຍ-ຂວາ, ໜ້າ-ຫຼັງ ແລະ ເທິງ-ລຸ່ມ ມິຕິທີສີ່ຈຶ່ງເປັນສິ່ງທີ່ບໍ່ສາມາດຈິນຕະນາການໄດ້ດ້ວຍສາມັນສໍານຶກຂອງມະນຸດ. ໃນການອະທິບາຍທິດສະດີກ່ຽວກັບເວລາອາວະກາດໃນແບບທີ່ສາມາດຈິນຕະນາການໄດ້ ເຮົາຈຶ່ງຈໍາເປັນທີ່ຈະຕ້ອງໃຊ້ການທົດລອງທາງຄວາມຄິດ (thought experiment) ເພື່ອຊ່ວຍປະກອບການອະທິບາຍ.



ສົມມຸດວ່າມິດໂຕໜຶ່ງທີ່ໃຊ້ຊີວິດຢູ່ເທິງແຜ່ນເຈ້ຍແຜ່ນໜຶ່ງ, ມິດໂຕນີ້ຮູ້ຈັກທິດທາງແຕ່ໜ້າ-ຫຼັງແລະຊ້າຍ-ຂວາ ຖ້າເຮົາພະຍາຍາມຈະອະທິບາຍໃຫ້ມິດໂຕນີ້ເຂົ້າໃຈວ່າ ໃນເອກະພົບຍັງມີທິດທາງເທິງ-ລຸ່ມຢູ່ອີກ ເຊິ່ງຕັ້ງສາກກັບທັງດ້ານໜ້າ-ຫຼັງແລະຊ້າຍ-ຂວາໄປພ້ອມໆກັນ ມິດໂຕນີ້ກໍ່ຈະບໍ່ເຂົ້າໃຈ ແລະ ຖຽງວ່າມັນມີທິດທາງຢູ່ພຽງແຕ່ສອງມິຕິເທົ່ານັ້ນມິຕິທີ່ສາມມັນຈະເປັນໄປໄດ້ແນວໃດ?

ເມື່ອມິດໂຕນັ້ນຍ່າງຜ່ານແຜ່ນເຈ້ຍເຂົ້າມາໃນບໍລິເວນໜຶ່ງທີ່ເປັນຂຸມໃນສາມມິຕິ (ຮູບທີ 10) ເນື່ອງຈາກມິດໂຕນີ້ບໍ່ສາມາດສັງເກດເຫັນຮູບຮ່າງຂອງຂຸມນີ້ໄດ້ ແຕ່ເຫັນໄດ້ແຕ່ພື້ນທີ່ເຈ້ຍແປງທີ່ຢູ່ທາງໜ້າ ມິດໂຕນີ້ບໍ່ຮັບຮູ້ເຖິງການມີຢູ່ຂອງຂຸມ, ແຕ່ມິດໂຕນີ້ສັງເກດໄດ້ວ່າເມື່ອຍ່າງເຂົ້າໄປໃກ້ໆບໍລິເວນໜຶ່ງ ມິດໂຕນີ້ຈະຍ່າງເປັນເສັ້ນໂຄ້ງໄປຮອບໆທິດທາງໜຶ່ງມິດໂຕນີ້ຈຶ່ງເລີ່ມເອີ້ນທິດທາງນັ້ນວ່າ "ຂຸມ" ແລະ ຕັ້ງກົດເກນຂຶ້ນມາວ່າຂຸມຈະສົ່ງຄວາມແຮງກະທົບເຮັດໃຫ້ທິດທາງຂອງວັດຖຸຕ້ອງລ້ຽວຕາມ ຈົນເປັນກົດເກນທີ່ມິດທຸກໂຕນຳມາໃຊ້ຄຳນວນ ແລະ ກໍ່ໄດ້ຮັບຜົນທີ່ໜ້າເຊື່ອຖືໄດ້ຕະຫຼອດມາ. ຕໍ່ມາພາຍຫຼັງມິດອີກໂຕໜຶ່ງອອກມາຕັ້ງຂໍ້ສົງໄສວ່າແລ້ວເຮົາຮູ້ໄດ້ແນວໃດວ່າບໍລິເວນໃດມີຂຸມ? ແຮງທີ່ເກີດຈາກຂຸມມາຈາກໃສ? ແລ້ວຖ້າຂຸມເສຍໄປແຮງນີ້ຈະເສຍໄປນຳຫັນທິຫຼືບໍ່? ມິດໂຕນີ້ຈຶ່ງຕັ້ງທິດສະດີຂຶ້ນມາເພື່ອອະທິບາຍວ່າທີ່ຈິງແລ້ວຂຸມມັນບໍ່ໄດ້ສ້າງຄວາມແຮງຫຍັງເລີຍພຽງແຕ່ວ່າຂຸມເຮັດໃຫ້ແຜ່ນເຈ້ຍທີ່ມິດທຸກໂຕອາໄສຢູ່ບົດບັງລ້ຽວໄປໃນທິດທາງລົງລຸ່ມທີ່ມິດທຸກໂຕບໍ່ສາມາດເຫັນໄດ້ ແລະ ມິດທຸກໂຕກໍ່ພຽງແຕ່ເຄື່ອນທີ່ໄປເປັນເສັ້ນຊື່ເທິງແຜ່ນເຈ້ຍທີ່ບົດບັງວນີ້ ຈຶ່ງເບິ່ງເປັນເສັ້ນໂຄ້ງໃນສອງມິຕິທີ່ມິດເຫຼົ່ານັ້ນອາໄສຢູ່ເທົ່ານັ້ນເອງ.



BlackHoles

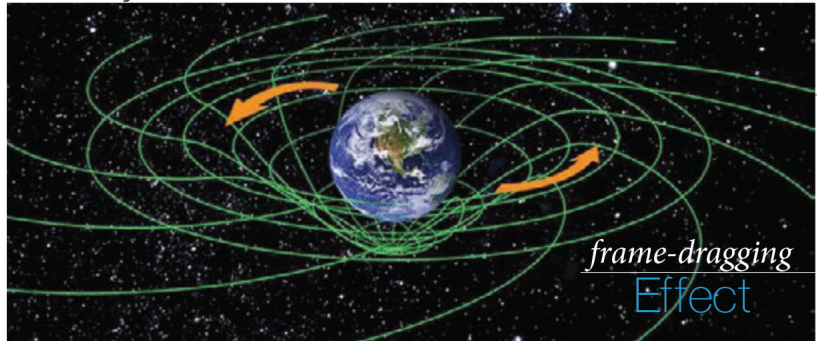


ນິທານເລື່ອງມິດສອງມິຕິນີ້ ເປັນສິ່ງດຽວທີ່ເກີດຂຶ້ນກັບມະນຸດສາມມິຕິແບບພວກເຮົາ, ອັລເບິດ ໄອສະຕາຍ ໄດ້ອະທິບາຍຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກວ່າ: ເກີດຈາກການບິດບ້ວງຂອງເວລາອາວະກາດ (ເຊິ່ງ ທຽບໄດ້ກັບແຜ່ນເຈ້ຍຂອງມິດ) ວັດຖຸເບິ່ງຄືຈະເຄື່ອນທີ່ເປັນເສັ້ນໂຄ້ງຕາມຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງ ໂລກ, ປຽບດັ່ງມິດຄວາມແຮງທີ່ເບິ່ງບໍ່ເຫັນມາກະທົບໃສ່ພຽງເພາະວ່າວັດຖຸກຳລັງພະຍາຍາມຈະເດີນທາງ ເປັນເສັ້ນຊື່ໃນເວລາອາວະກາດສີ່ມິຕິ ແຕ່ເນື່ອງຈາກເຮົາບໍ່ສາມາດສັງເກດ ຫຼື ຈົນຕະນາການເຖິງມິຕິທີ່ສູງ ໄດ້ (ເຊັ່ນດຽວກັບມິດສອງມິຕິບໍ່ສາມາດຈົນຕະນາການເຖິງມິຕິທີ່ສາມໄດ້) ເຮົາຈຶ່ງພຽງແຕ່ສັງເກດວ່າວັດ ຖຸເຄື່ອນທີ່ເປັນເສັ້ນໂຄ້ງໃນສາມມິຕິທີ່ເຮົາອາໄສຢູ່.

ແຕ່ທິດສະດີສຳພັນທະພາບບໍ່ໄດ້ເປັນພຽງແຕ່ເປັນນິທານ ຫຼື ທິດສະດີລອຍໆເພາະທິດສະດີວິທະຍາ ສາດທີ່ດີຈະຕ້ອງສາມາດສ້າງຄຳທຳນາຍທີ່ສາມາດພິສູດໄດ້ ແລະ ໄອສະຕາຍໄດ້ສະເໜີຄຳທຳນາຍເອົາໄວ້ ສາມປະການທີ່ທິດສະດີເດີມຂອງນິວຕັນບໍ່ມີທາງຈະສາມາດອະທິບາຍໄດ້ໄວ້ດັ່ງນີ້:

- ▣ ການບິດຂອງວົງໂຄຈອນດາວພຸດ ເນື່ອງຈາກທິດສະດີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງນິວຕັນທຳນາຍ ເອົາໄວ້ພຽງວ່າດາວເຄາະຄວນຈະໂຄຈອນເປັນວົງຮີ (Ellipse) ອ້ອມດວງອາທິດແຕ່ບໍ່ສາມາດອະທິບາຍ ໄດ້ວ່າວົງຮີນັ້ນຈະມີການປິ່ນແກວງໄປມາໄດ້ແນວໃດ.
- ▣ ການສິນລະວິນຂອງແສງອ້ອມຮອບດວງອາທິດ ເນື່ອງຈາກແສງບໍ່ມີມວນສານ ຈຶ່ງບໍ່ຄວນຈະໄດ້ ຮັບອິດທິພົນຈາກຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງ ແຕ່ຖ້າຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງເກີດຈາກການບິດຂອງເວລາອາວະ ກາດ ແສງກໍຈະໄດ້ຮັບຜົນກະທົບ ແລະ ສິນລະວິນໃນລັກສະນະດຽວກັນ.
- ▣ ການເລື່ອນໄປທາງສີແດງຂອງແສງ ໄອສະຕາຍ ທຳນາຍເອົາໄວ້ວ່າ ຖ້າຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງສາມາດ ບິດເວລາອາວະກາດ ແສງທີ່ຫຼຸດອອກມາຈາກການອາວະກາດທີ່ບິດນັ້ນກໍ່ຄວນທີ່ຈະມີການຍືດອອກ ໄປໃນທາງແສງສີແດງເຊັ່ນດຽວກັນ ເຊິ່ງທິດສະດີຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງຂອງນິວຕັນບໍ່ສາມາດອະທິບາຍ ໄດ້.

ເຊິ່ງທຸກສາມຂໍ້ທີ່ໄອສະຕາຍທຳນາຍເອົາໄວ້ກໍ່ໄດ້ຮັບການຢັ້ງຢືນດ້ວຍການສັງເກດເປັນທີ່ຮຽບຮ້ອຍ, ນອກຈາກນີ້ການທົດລອງສະໄໝໃໝ່ຍັງໄດ້ພົບຫຼັກຖານອີກຫຼາຍຢ່າງທີ່ຢັ້ງຢືນເຖິງທິດສະດີສຳພັນທະພາບ ທົ່ວໄປຂອງໄອສະຕາຍ ເຊັ່ນ: ການສິນລະວິນຂອງແສງຈົນເກີດເລນຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງ (Gravitational lens) ອ້ອມຮອບກຸ່ມດາລາຈັກ. ຍານອາວະກາດ Gravity Probe B ທີ່ຢັ້ງຢືນຜົນຂອງການເກີດ frame-dragging effect ແລະ ອື່ນໆ ຈົນເຖິງທຸກມື້ນີ້ທິດສະດີສຳພັນທະພາບທົ່ວໄປກາຍເປັນທິດສະ ດີຂອງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງທີ່ໄດ້ຮັບການຍອມຮັບກັນຢ່າງກວ້າງຂວາງໃນກຸ່ມນັກວິທະຍາສາດ ແລະ ຍັງ ບໍ່ມີການທົດສອບໃດທີ່ບິ່ງບອກເຖິງຄວາມຜິດບ່ຽງໄປຈາກທຳມະຊາດທີ່ທຳນາຍເອົາໄວ້ໃນທິດສະດີສຳ ພັນທະພາບຢ່າງມີເນື້ອໃນທີ່ສຳຄັນ.







▶ **ການຢຶດອອກຂອງເວລາ ແລະ ການທົດສັ້ນຂອງຄວາມຍາວ**

ຜົນທີ່ຕາມມາຢ່າງໜຶ່ງຂອງການບິດຂອງການອາວະກາດກໍ່ຄື ເມື່ອມີຕິເວລາອາວະກາດເກີດການບິດຂຶ້ນເຮັດໃຫ້ຄວາມຍາວໃນຍານອາວະກາດລຳໜຶ່ງສາມາດທົດສັ້ນລົງ ແລະ ເວລາດົນນານຂຶ້ນ, ເຊິ່ງປະກົດການຢຶດອອກຂອງເວລາ ແລະ ທົດສັ້ນຂອງຄວາມຍາວນີ້ໄດ້ຮັບການຢັ້ງຢືນ ແລະ ທົດສອບຢ່າງຖີ່ຖ້ວນທັງໃນທິດສະດີສຳພັນທະພາບພິເສດ ແລະ ສຳພັນທະພາບທົ່ວໄປ. ເຫດທີ່ຂະໜາດ ແລະ ເວລາຂອງວັດຖຸສາມາດປ່ຽນແປງໄດ້ ອາດຈະຂັດກັບສາມັນສຳນຶກໃນຊີວິດປະຈຳວັນ ເນື່ອງຈາກໃນຊີວິດປະຈຳວັນເຮົາບໍ່ເຄີຍໄດ້ພົບກັບສະພາບຄວາມໄວເຂົ້າໃກ້ແສງ ຫຼື ສະພາວະຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງສູງບໍລິເວນອ້ອມຮອບດາວນິວຕຣອນຫຼືຂຸມດຳແລະປາກົດການຢຶດອອກຂອງເວລາ ແລະ ທົດສັ້ນຂອງຄວາມຍາວໃນສະພາບແວດລ້ອມໃນຊີວິດປະຈຳວັນນັ້ນເກີດຂຶ້ນນ້ອຍກວ່າທີ່ປະສາດສຳພັດຂອງມະນຸດຈະຮັບຮູ້ໄດ້.

**ຮູບທີ 11 :** ຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງອັນມະຫາສານຂອງກາແລັກຊີ LRG 3-757 ເຮັດໃຫ້ເກີດເລນຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງບິດຖ່ຽເຮັດໃຫ້ແສງຈາກກາແລັກຊີ ເບື້ອງຫຼັງໄດ້ໄປໃນຮູບຂອງວົງແຫວນໄອສະຕາຍ (Einstein Ring) (ພາບຈາກກ້ອງໄທລະທັດອາວະກາດ)



ຢ່າງໃດກໍ່ຕາມການທົດລອງນັບຫຼາຍຄັ້ງທີ່ຜ່ານມາໄດ້ຢັ້ງຢືນວ່າປະກົດການຢຶດອອກຂອງເວລານັ້ນມີຈິງ. ໃນເດືອນຕຸລາ ຄ.ສ 1971 Joseph C. Hafele & Richard E. Keating ໄດ້ນຳໂມງອາຕອມບິນຮອບໂລກໄປກັບເຮືອບິນໂດຍສານທັງທາງທິດຕາເວັນອອກ ແລະ ທິດຕາເວັນຕົກ ແລະທຽບໂມງກັບໂມງອີກໜ່ວຍທີ່ປະຈຳຢູ່ທີ່ທີ່ເບິ່ງດາວກອງທັບເຮືອສະຫະລັດ ແລະ ພົບວ່າໂມງທັງສາມໄດ້ແລ່ນກາຍເວລາກັນໄປ ຕາມທີ່ທຳນາຍເອົາໄວ້ຕາມທິດສະດີສຳພັນທະພາບພິເສດ ແລະ ທິດສະດີສຳພັນທະພາບທົ່ວໄປ (ຮູບທີ 12) ນອກຈາກນີ້ການສ້າງອະນຸພາກມິວອອນ(Muon) ໃນຫ້ອງທົດລອງເຫັນວ່າອະນຸພາກນີ້ມີຄືເຊິ່ງຊີວິດພຽງແຕ່ 2,22 ໄມໂຄຣວິນາທີ ແຕ່ການພົບອະນຸພາກມິວອອນທີ່ມາ



**ຮູບພາບ 12 :** Joseph C. Hafele ແລະ Richard E. Keating ກັບໂມງອາຕອມເທິງເຮືອບິນໂດຍສານໃນການທົດລອງ ເພື່ອຢັ້ງຢືນການຢຶດອອກຂອງເວລາຕາມທິດສະດີສຳພັນທະພາບຂອງໄອສະຕາຍ



ຈາກລັງສີຄອສມິກ ຍັງຢືນວ່າເຖິງແມ່ນວ່າອະນຸພາກນີ້ຈະໃຊ້ເວລາຍາວນານກວ່ານັ້ນໃນການເຄື່ອນທີ່ຜ່ານ ຊັ້ນບັນຍາກາດຂອງໂລກ ແຕ່ເວລາທີ່ຜ່ານໄປໃນໂຕອະນຸພາກເອງນັ້ນຜ່ານໄປພຽງໜຶ່ງໃນຫ້າ ແລະ ໃນປີ ຄ.ສ 2010 ໄດ້ມີການກວດພົບການຍຶດອອກຂອງເວລາທີ່ເກີດຈາກການປ່ຽນແປງທີ່ໂນ້ມຖ່ວງຂອງໂລກ ທີ່ຄວາມສູງຕ່າງກັນໜຶ່ງແມັດ, ເຊິ່ງແທ້ຈິງແລ້ວ ຖ້າຫາກວ່າໂມງຢູ່ເທິງລະບົບດາວທຽມ GPS ທີ່ເຮົາໃຊ້ ລະບຸຕໍາແໜ່ງບໍ່ໄດ້ມີການຕໍ່ເວລາທີ່ເກີດຈາກການຍຶດອອກໃນທິດສະດີສໍາພັນທະພາບພິເສດ ແລະ ສໍາພັນ ທະພາບທົ່ວໄປ ເຮົາຈະພົບວ່າໂມງຢູ່ເທິງດາວທຽມ GPS ເຫຼົ່ານີ້ຈະຄ່ອຍໆຄາດເຄື່ອນອອກໄປເລື້ອຍໆ ດ້ວຍເຫດຜົນທີ່ບໍ່ສາມາດອະທິບາຍໄດ້ ແລະ ເມື່ອເວລາຜ່ານໄປ ຕໍາແໜ່ງທີ່ຄໍານວນໄດ້ເທິງ GPS ກໍ່ຈະ ຜິດພາດຂຶ້ນເລື້ອຍໆ ດັ່ງນັ້ນເຮົາອາດສາມາດເວົ້າໄດ້ວ່າການທີ່ດາວທຽມ GPS ຍັງໃຊ້ງານໄດ້ຢ່າງແມ້ນຢ່າ ນັ້ນ, ເທົ່າກັບວ່າໂມງຢູ່ເທິງດາວທຽມ GPS ທຸກດວງທີ່ກໍາລັງໂຄຈອນຢູ່ເໜືອພື້ນໂລກກໍາລັງເຮັດການທົດ ສອບ ແລະ ຍັງຢືນຜົນຂອງທິດສະດີສໍາພັນທະພາບຢູ່ ແລະ ຍັງປະຕິບັດຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງນັ້ນເອງ.



ຮູບທີ່ 13 : ພາບຈໍາລອງອິດທິພົນຂອງການສິນລະວິນຂອງແສງອ້ອມຮອບຂຸມດໍາສັງເກດຂຸມດໍາຂະໜາດ ມວນສານ 10 ເທົ່າມວນສານດວງອາທິດດ້ວຍໄລຍະຫ່າງ 600 ກມໂດຍມີທາງຊ້າງເຜືອກເປັນສາກຫຼັງ (ພາບໂດຍ UteKraus, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik)

**ຕົກລົງສູ່ຂຸມດໍາ**

ຈະເກີດຫຍັງຂຶ້ນກັບນັກບິນອາວະກາດທີ່ກໍາລັງຕົກລົງສູ່ຂຸມດໍາ? ທິດສະດີສໍາພັນທະພາບທົ່ວໄປທໍາ ນາຍເອົາໄວ້ວ່າ: ເມື່ອຄວາມເຂັ້ມຂອງທັງຄວາມແຮງໂນ້ມຖ່ວງເພີ່ມຂຶ້ນເລື້ອຍໆ ຈະເກີດການຫົດສັ້ນລົງ ຂອງຄວາມຍາວໃນທິດທາງເຂົ້າສູ່ສູນກາງຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກ ແລະ ເວລາຈະຍຶດອອກໄປເລື້ອຍໆ ເມື່ອ ທັງຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກສູງຂຶ້ນ ແນວໃດກໍ່ຕາມການຫົດສັ້ນຂອງຄວາມຍາວ ແລະ ຍຶດອອກຂອງເວລາ ນີ້ ເປັນສິ່ງທີ່ສາມາດສັງເກດໄດ້ໂດຍສັງເກດພາຍນອກພຽງເທົ່ານັ້ນ, ສໍາລັບຜູ້ສັງເກດທີ່ຢູ່ໃນຍານອາວະ ກາດທີ່ກໍາລັງຕົກລົງສູ່ຂຸມດໍາຈະບໍ່ສັງເກດເຫັນຄວາມຜິດປົກກະຕິອັນໃດໃນຍານອາວະກາດ ເນື່ອງຈາກ ຄວາມຍາວ ແລະ ເວລາຂອງຜູ້ສັງເກດໃນຍານກໍ່ຫົດສັ້ນ ແລະ ຍຶດອອກໄປພ້ອມໆກັບຍານທີ່ລາວນັ່ງໄປ ດ້ວຍນັ້ນ ທັງໄມ້ບັນທັດ ແລະ ໂມງຂອງນັກບິນອາວະກາດທີ່ຢູ່ໃນຍານອາວະກາດກໍ່ຫົດສັ້ນແລະຍຶດອອກ



ໄປພ້ອມໆກັນກັບທຸກສິ່ງທຸກຢ່າງໃນຍານລຳນັ້ນ. ຖ້ານັກບິນອາວະກາດຈະວັດແທກຄວາມຍາວຂອງຍານລາວຈະບໍ່ເຫັນຄວາມຍາວຂອງຍານປ່ຽນໄປແຕ່ຢ່າງໃດ ເນື່ອງຈາກທັງໂຕຍານແລະໄມ້ບັນທັດກໍ່ໄດ້ຫົດສັ້ນລົງໄປໃນອັດຕາທີ່ເທົ່າກັນເຊັ່ນດຽວກັບເວລາ ຖ້ານັກບິນອາວະກາດສັງເກດເຂົ້ມໂມງລາວກໍ່ຈະບໍ່ຮູ້ສຶກຜິດປົກກະຕິ ເນື່ອງຈາກທັງໂມງແລະອັດຕາການເກີດປະຕິກິລິຍາໃນສະໜອງຂອງລາວກໍ່ໄດ້ຍຶດອອກໄປໃນເວລາເທົ່າໆກັນ.

ແຕ່ສຳລັບຜູ້ສັງເກດທີ່ຢູ່ພາຍນອກຊຸມດຳນີ້ເຂົາຈະສັງເກດເຫັນຍານອາວະກາດລຳທີ່ກຳລັງຕົກລົງສູ່ຊຸມດຳຄ່ອຍໆແປລົງເລື້ອຍໆ ແລະ ທຸກຢ່າງທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນຍານ ລວມທັງໂມງພາຍໃນຍານກໍ່ຈະຊຳລົງເລື້ອຍໆ ແລະ ເມື່ອຍານອາວະກາດເຂົ້າໃກ້ຊຸມດຳຫຼາຍຂຶ້ນຄວາມແຮງຖ່ວງໜັກອັນມະຫາສານກໍ່ຈະເຮັດໃຫ້ຄວາມຍາວຄັນຂອງແສງທີ່ສ່ອງອອກມາຍຶດອອກ ເຮັດໃຫ້ພາບຍານອາວະກາດທີ່ເຫັນຄ່ອຍໆມືດແລະເບິ່ງມີແດງຂຶ້ນເລື້ອຍໆ ແລະ ເມື່ອຍານອາວະກາດລຳນັ້ນເຂົ້າໃກ້ຂອບຟ້າເຫດການ, ຄວາມຍາວຂອງຍານຈະຫົດສັ້ນລົງຈົນເຂົ້າໃກ້ສູນກາງ ຜູ້ສັງເກດພາຍນອກຈະເຫັນຍານອາວະກາດລຳນັ້ນກາຍເປັນແຜ່ນ ແລະ ເວລາຍຶດອອກເປັນອະລົງໄຂຈົນຄືກັບຢຸດນິ້ງ, ເປັນແຜ່ນບາງມືດ ແລະ ເບິ່ງອອກສີແດງໆຄ້າຍຄືກັບໃຊ້ເວລາຊົ່ວນິ້ງລັ້ນດອນໃນການຕົກລົງສູ່ພາຍໃນຊຸມດຳຕິດຢູ່ຂອບຟ້າເຫດການຈົນກວ່າຈະສິ້ນສຸດຂອງການເວລາ.



**ຮູບທີ່ 14 :** ຜູ້ສັງເກດຈາກພາຍນອກຈະເຫັນໂມງທີ່ຕົກລົງສູ່ຊຸມດຳ ແລະຊຳລົງເລື້ອຍໆເມື່ອເຂົ້າໃກ້ຂອບຟ້າເຫດການແລະ ຜູ້ສັງເກດຈະສັງເກດເຫັນວ່າໂມງມີສີແດງຫຼາຍຂຶ້ນ ແລະ ແລ່ນຊຳລົງຈົນຢຸດນິ້ງ ຢູ່ທີ່ຂອບຟ້າເຫດການ ແລະ ບໍ່ເຄີຍຂ້າມພື້ນໄປ (ພາບຈາກ [hubblesite.org](http://hubblesite.org))

ແຕ່ສຳລັບນັກບິນອາວະກາດທີ່ກຳລັງຕົກລົງສູ່ຊຸມດຳ ລາວຈະສັງເກດເຫັນເຫດການທຸກຢ່າງໃນເອກະພົບພາຍໃນຊຸມດຳ ດຳເນີນໄປດ້ວຍຄວາມໄວທີ່ໄວຂຶ້ນເລື້ອຍໆ (ເນື່ອງຈາກເວລາຂອງລາວແລ່ນຊຳລົງ) ແຕ່ລາວຈະບໍ່ຮູ້ເລີຍວ່າ ເສັ້ນຂອບຟ້າເຫດການ ຫຼື ຂອບເຂດຂອງຊຸມດຳຢູ່ບ່ອນໃດ ເນື່ອງຈາກບໍລິເວນເສັ້ນຂອບຟ້າເຫດການບໍ່ໄດ້ມີຄວາມພິເສດຫຍັງສຳລັບນັກບິນອາວະກາດທີ່ກຳລັງຕົກໄປໃນຊຸມດຳ, ສິ່ງທຳອິດທີ່ລາວຈະຮູ້ສຶກກໍ່ຄືຄວາມແຮງໄທດັລ (Tidal Force) ທີ່ແຮງຫຼາຍຂຶ້ນເລື້ອຍໆ ເນື່ອງຈາກປາຍຕີນຂອງນັກບິນອາວະກາດຖືກດຶງດ້ວຍຄວາມແຮງໄມ້ມຸ່ງຖ່ວງທີ່ຫຼາຍກວ່າໂຕຂອງລາວ ໂຕນັກບິນອາວະກາດຈຶ່ງຖືກຍຶດອອກຄ້າຍຄືເສັ້ນສະປາເກັດຕີ (ຈຶ່ງເອີ້ນປາກົດການນີ້ວ່າ ປາກົດການ Spaghettification), ຍານ ແລະ ນັກບິນອາວະກາດທ້ອງໄປ ຈຶ່ງອາດຈະທຳລາຍໄປຕັ້ງແຕ່ຍັງບໍ່ໄດ້ເຂົ້າໄປໃກ້ຊຸມດຳດ້ວຍຊ້ຳໄປ.



ແຕ່ຖ້າສົມມຸດວ່າເຮົາສາມາດສ້າງຍານອາວະກາດທີ່ແຂງແຮງພໍ ແລະ ນັກບິນອາວະກາດສາມາດລອດຊີວິດຈາກແຮງໄທດ໌ລອນມະຫາສານນີ້ໄດ້ (ຫຼືຖ້າລາວຕົກລົງໃນຂຸມດຳທີ່ມີມວນສານຫຼາຍໆຈົນແຮງໄທດ໌ລ່ຽມຈົນເກີນໄປໃນບໍລິເວນຂອບຟ້າເຫດການ) ສິ່ງທີ່ລາວສັງເກດຄື ລາວຈະຕົກລົງໄປຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງ ແລະ ບໍ່ມີຄວາມປ່ຽນແປງຫຍັງ ນັກບິນອາວະກາດກໍ່ບໍ່ສາມາດຮັບຮູ້ໄດ້ວ່າລາວໄດ້ຜ່ານຂອບຟ້າເຫດການໄປ ຫຼື ຍັງ, ຈົນກວ່າລາວຈະເອົາເຄື່ອງມືອອກມາ ເພື່ອວັດແທກໄລຍະທາງເຖິງສູນກາງຂອງຂຸມດຳຈຶ່ງໄດ້ຮູ້ວ່າລາວເຂົ້າມາຢູ່ໃນບໍລິເວນຂຸມດຳເປັນທີ່ຮຽບຮ້ອຍແລ້ວ.



**ຮູບທີ 15 :** ນັກບິນອາວະກາດທີ່ກຳລັງຕົກລົງສູ່ຂຸມດຳຈະບໍ່ສາມາດເຫັນຄວາມຜິດປົກກະຕິຂອງໂມງຂອງລາວ ແຕ່ລາວຈະພົບກັບແຮງໄທດ໌ລອນມະຫາສານທີ່ພະຍາຍາມຈະຈັກຂາຂອງລາວອອກເປັນຕ່ອນໆຕົກລົງສູ່ຂຸມດຳ (ພາບຈາກ [hubblesite.org](http://hubblesite.org))

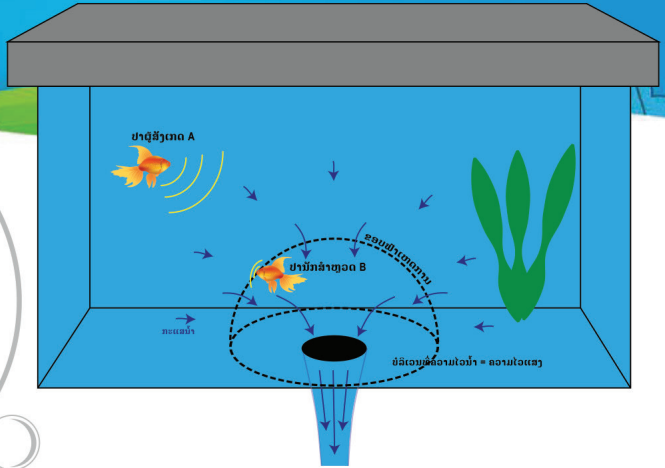
ນັກບິນອາວະກາດຈະພະຍາຍາມສົ່ງສັນຍານອອກມາ ເພື່ອລາຍງານຜູ້ສັງເກດພາຍນອກຂຸມດຳວ່າລາວໄດ້ເຂົ້າມາໃນຂຸມດຳເປັນທີ່ຮຽບຮ້ອຍແລ້ວ ແນວໃດກໍ່ຕາມສັນຍານນັ້ນບໍ່ມີຜູ້ຮັບລອດອອກໄປຈາກຂຸມດຳໄດ້ ແລະ ໃນຂະນະທີ່ລາວເຂົ້າໄປຢູ່ໃນຂຸມດຳ, ຜູ້ສັງເກດພາຍນອກລວມເຖິງເອກະພົບກໍ່ໄດ້ມອດດັບໄປແລ້ວ. ອາດຈະເປັນເລື່ອງແປກປະຫຼາດສຳລັບຜູ້ສັງເກດພາຍນອກນັ້ນ ທີ່ເຫັນນັກບິນອາວະກາດບໍ່ເຄີຍຜ່ານຂອບຟ້າເຫດການອອກໄປໄດ້ ແລະ ຕິດຢູ່ເໜືອຂອບຟ້າເຫດການໄປຊົ່ວນິລັນດອນ, ແຕ່ສຳລັບນັກບິນອາວະກາດແລ້ວນັ້ນ ລາວໃຊ້ເວລາພຽງແຕ່ບໍ່ເທົ່າໃດນາທີໃນການຕົກລົງຜ່ານຂອບຟ້າເຫດການ. ຍ້ອນຫຍັງເຫດການທີ່ນັກບິນອາວະກາດຜ່ານຂອບຟ້າເຫດການ ເຖິງບໍ່ສາມາດເກີດຂຶ້ນໄດ້ສຳລັບຜູ້ສັງເກດພາຍນອກຮັບຮູ້ໄດ້ ແຕ່ເກີດຂຶ້ນໄດ້ສຳລັບຜູ້ສັງເກດພາຍໃນ? ເຮົາອາດສາມາດອະທິບາຍເພີ່ມເຕີມໄດ້ດ້ວຍນິທານອີກເລື່ອງໜຶ່ງ.

 **Spaghettification**

## ນິທານເລື່ອງ

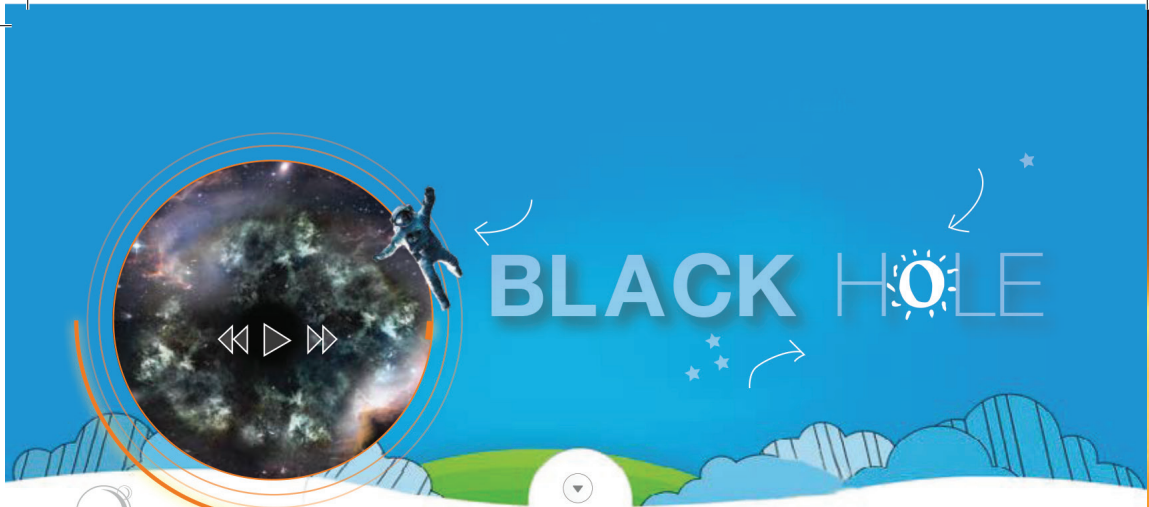
# ປາຄຳທີ່ຕົກລົງສູ່ຂຸມດຳ

**ຮູບທີ 16 :** ພາບສະແດງການປຽບທຽບຂອບຟ້າເຫດການກັບຕູ້ປາ ສົມມຸດເມື່ອເປີດໃຫ້ນ້ຳໄຫຼອອກຈາກຕູ້ປາໃນລັກສະນະຄວາມໄວນ້ຳສູງຂຶ້ນເລື້ອຍໆ ບໍລິເວນໃກ້ຮູລະບາຍນ້ຳໃນບໍລິເວນທີ່ຄວາມໄວນ້ຳເທົ່າກັບຄວາມໄວຄືນສຽງໃນນ້ຳຈະປຽບທຽບໄດ້ຄືຂອບຟ້າເຫດການໃນຂຸມດຳ ເນື່ອງຈາກສຽງທີ່ປານັກສຳຫຼວດ ສົ່ງອອກມາຈາກພາຍໃນຂອບຟ້າເຫດການຈະບໍ່ມີສິ່ງໄປເຖິງປາຜູ້ສັງເກດໄດ້



ສົມມຸດວ່າປາຄຳສອງໂຕຢູ່ໃນຕູ້ປາດຽວກັນ ຄືປາຜູ້ສັງເກດ A ແລະ ປານັກສຳຫຼວດ B ປາສອງໂຕນີ້ຕາຍອດ ແລະ ສາມາດສື່ສານ ແລະ ຮັບຮູ້ກັນໄດ້ດ້ວຍການສົ່ງສຽງຫາກັນພຽງເທົ່ານັ້ນ ເມື່ອປາໂຕໜຶ່ງສົ່ງສຽງປາອີກໂຕໜຶ່ງກໍ່ຈະຮັບຮູ້ ແລະ ຮູ້ເຖິງຕຳແໜ່ງຂອງປາອີກໂຕນັ້ນໄດ້ ຕໍ່ມາຮູລະບາຍນ້ຳທີ່ກັ້ນຕູ້ປາໄດ້ຖືກເປີດອອກ ເຮັດໃຫ້ນ້ຳເກີດການໄຫຼອອກໄປໃນລັກສະນະທີ່ຄວາມໄວຂອງນ້ຳສູງຂຶ້ນເລື້ອຍໆ ເມື່ອເຂົ້າໃກ້ຮູລະບາຍນ້ຳ (ພາບທີ 16), ປານັກສຳຫຼວດ B ຄ່ອຍໆລອຍເຂົ້າໄປສຳຫຼວດບໍລິເວນໃກ້ຮູລະບາຍນ້ຳ ໃນຂະນະທີ່ປາຜູ້ສັງເກດ A ສັງເກດເບິ່ງຢູ່ຫ່າງໆ ປານັກສຳຫຼວດສົ່ງສຽງລາຍງານສະພາບແລະ ບອກຕຳແໜ່ງເປັນໄລຍະ ໃນຂະນະທີ່ຍັງຫ່າງຈາກຮູລະບາຍນ້ຳຄວາມໄວຂອງນ້ຳຍັງມີບໍ່ຫຼາຍ ເຮັດໃຫ້ປາສອງໂຕສາມາດສື່ສານກັນ ແລະ ໄດ້ຮັບສັນຍານຕາມປົກກະຕິ ເມື່ອປານັກສຳຫຼວດ B ເຂົ້າໃກ້ຮູລະບາຍນ້ຳຫຼາຍຂຶ້ນ ຄວາມໄວຂອງນ້ຳເລີ່ມໄວຂຶ້ນເລື້ອຍໆ ສຽງສັນຍານທີ່ປານັກສຳຫຼວດ B ສົ່ງອອກມາເລີ່ມຫ່າງກັນຫຼາຍຂຶ້ນ ເຮັດໃຫ້ປາຜູ້ສັງເກດ A ສັງເກດວ່າເວລາຂອງປານັກສຳຫຼວດ B ເລີ່ມຊ້າລົງ ປານັກສຳຫຼວດ B ເຄື່ອນທີ່ໄປເລື້ອຍໆ ຈົນເຖິງໄລຍະໜຶ່ງເຊິ່ງຄວາມໄວຂອງນ້ຳໄຫຼເທົ່າກັບຄວາມໄວທີ່ສຽງເຄື່ອນທີ່ຜ່ານກະແສນ້ຳ ເນື່ອງຈາກປານັກສຳຫຼວດ B ລອຍໄປພ້ອມກັບກະແສນ້ຳນັ້ນມັນຈຶ່ງບໍ່ສາມາດສັງເກດເຫັນຄວາມປ່ຽນແປງອັນໃດ ນ້ຳບໍລິເວນອ້ອມຮອບກໍ່ຍັງຄືເກົ່າ ແລະ ປານັກສຳຫຼວດ B ກໍ່ຍັງຕ້ອງສົ່ງສັນຍານຈາກໂມງຢູ່ເປັນໄລຍະໆ.





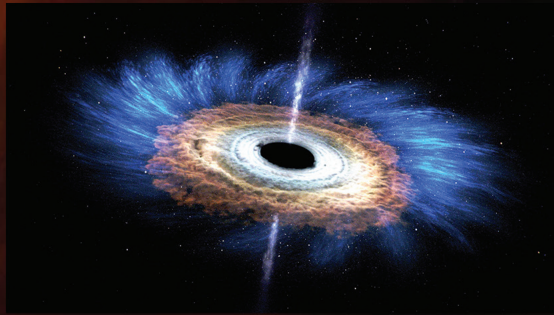
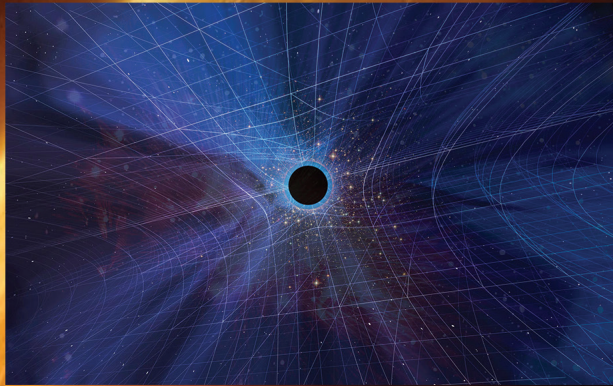
ແຕ່ສໍາລັບປາພາຍນອກນັ້ນ ເມື່ອຄວາມໄວຂອງກະແສນໍ້າໄວເທົ່າກັບຄວາມໄວທີ່ສຽງສັນຍານຂອງປານັກສໍາຫຼວດ B ທີ່ສົ່ງອອກມາ ສັນຍານນັ້ນຈຶ່ງເດີນທາງຊໍາລົງເລື້ອຍໆ ເມື່ອຄວາມໄວຂອງນໍ້າເຂົ້າໃກ້ຄວາມໄວສຽງ ປາຜູ້ສັງເກດ A ຈຶ່ງສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ ປານັກສໍາຫຼວດ B ຕິດຢູ່ບໍລິເວນທີ່ຄວາມໄວນໍ້າໄຫຼເທົ່າກັບຄວາມໄວສຽງ (ເນື່ອງຈາກສັນຍານທີ່ສົ່ງອອກມາຄືກັບວ່າຈະຕິດຢູ່ໃນບໍລິເວນນັ້ນ) ປາຜູ້ສັງເກດ A ເອີ້ນບໍລິເວນນີ້ວ່າ "ຂອບຟ້າເຫດການ" ເນື່ອງຈາກເຫດການສຸດທ້າຍທີ່ສັງເກດເຫັນກໍ່ຄືປານັກສໍາຫຼວດ B ຕິດຢູ່ທີ່ຂອບຟ້າເຫດການ.

ແຕ່ສໍາລັບປານັກສໍາຫຼວດ B ແລ້ວນັ້ນມັນຍັງສົ່ງສັນຍານຕໍ່ໄປ ແລະ ສະພາບນໍ້າອ້ອມຮອບກໍ່ຍັງຄົງເຕີມ ຈົນກວ່າປານັກສໍາຫຼວດ B ໄດ້ຕົກລົງໄປໃນຮູລະບາຍນໍ້າ ສ່ວນຄໍາຖາມທີ່ວ່າເກີດຫຍັງຂຶ້ນ ເມື່ອປານັກສໍາຫຼວດ B ເດີນທາງໄປເຖິງຮູລະບາຍນໍ້າ? ປາຜູ້ສັງເກດ A ບໍ່ມີມື້ທີ່ຈະສາມາດຕອບໄດ້ ເນື່ອງຈາກບໍ່ມີທາງໃດເລີຍທີ່ຂ່າວສານຈາກປານັກສໍາຫຼວດ B ຈະສາມາດເດີນທາງໄປເຖິງມັນໄດ້ກໍ່ອາດຈະມີແຕ່ປານັກສໍາຫຼວດ B ເທົ່ານັ້ນທີ່ຈະຮູ້ວ່າເກີດຫຍັງຂຶ້ນຕໍ່ຈາກນັ້ນໄປ.

ນິທານເລື່ອງນີ້ ສາມາດຊ່ວຍອະທິບາຍເຖິງສິ່ງທີ່ເກີດຂຶ້ນໃນຂະນະທີ່ນັກບິນອາວະກາດຫຼຸດຜ່ານຂອບຟ້າເຫດການຂອງຂຸມດໍາ ກໍ່ຄືຜູ້ສັງເກດພາຍນອກຈະສັງເກດເຫັນແສງສຸດທ້າຍທີ່ນັກບິນອາວະກາດສົ່ງອອກມາ ຂະນະທີ່ຕິດຢູ່ເໜືອຂອບຟ້າເຫດການ ແລະ ແສງສຸດທ້າຍນັ້ນກໍ່ຄ່ອຍໆປ່ອຍອອກມາໄປຈົນສິ້ນສຸດຂອງການເວລາຊໍາລົງຫຼືມືດ ແລະ ແຕງລົງໄປເລື້ອຍໆ ແຕ່ວ່າແນວໃດກໍ່ຕາມ ຜູ້ສັງເກດພາຍນອກກໍ່ຈະບໍ່ມີມື້ທີ່ສັງເກດເຫັນເຫດການທີ່ນັກບິນອາວະກາດເດີນທາງໄປເຖິງຂອບຟ້າເຫດການ ແຕ່ນິທານເລື່ອງປາກັບຕໍ່ປານັກເປັນພຽງແຕ່ນິທານ, ສິ່ງທີ່ແຕກຕ່າງກັນກັບຄວາມເປັນຈິງກໍ່ຄື ໃນຄວາມເປັນຈິງແລ້ວໂມງທີ່ຜູ້ສັງເກດພາຍນອກ ແລະ ບໍລິເວນໃກ້ຂຸມດໍາ ແມ່ນແລ່ນດ້ວຍຄວາມໄວທີ່ຕ່າງກັນ ຕາມທີ່ຍັງຢືນແລ້ວດ້ວຍການທົດສອບທາງວິທະຍາສາດນານາປະການຕ່າງກັນ ບິນທານຕໍ່ປາທີ່ເວລາຂອງປາທັງສອງກໍ່ຍັງເດີນທາງໄປດ້ວຍຄວາມໄວດຽວກັນ.

ໝາຍຄວາມວ່າສໍາລັບນັກບິນອາວະກາດທີ່ກໍາລັງຕົກໄປໃນຂຸມດໍາ ສໍາລັບລາວແລ້ວໄດ້ສັງເກດເຫັນເຫດການຂອງເອກະພົບພາຍນອກນັບໝື່ນລ້ານປີ ດາວເຮິກ, ຊີວິດ ແລະ ອາລິຍະທໍາຕ່າງໆດາວຈໍານວນຫຼາຍໄປຈົນເຖິງກາແລັກຊີ ແລະ ກຸ່ມກາແລັກຊີ ໄດ້ຖືກໍາເນີດເກີດຂຶ້ນແລ້ວກໍ່ສູນສິ້ນຕັບໄປໃນເວລາພຽງບໍ່ເທົ່າໃດວິນາທີ່ທໍາລາວກໍາລັງຕົກລົງໄປໃນຂຸມດໍາ.





**ຄະນະຮັບຜິດຊອບຝ່າຍລາວ :**

**ທ່ານ ນາງ ແກ້ວໄພວັນ ດວງສະຫວັນ**  
**ທ່ານ ສິມສັກ ອາລຸນສະຫວັດ**

**ທ່ານ ມິຊາ ພິມມິ**

**ຄະນະຮັບຜິດຊອບຝ່າຍໄທ :**

**ທ່ານ ດຣ ສະຣິນ ໂປຊຍະຈິນດາ**  
**ທ່ານ ວິຊານ ອິນສິຣິ**

**ຜູ້ຂຽນແລະອອກແບບ :**

**ທ່ານ ມະຕິພິນ ດັງມະຕິທຳ**

**ຜູ້ແປແລະພິມດິດ :**

**ທ່ານ ສຸລິຈິນ ທະວິວົງ**

**ທ່ານ ພານຸພິງ ສິດທິວົງ**

**ຜູ້ກວດແກ້ຄຳສັບ :**

**ທ່ານ ອາຈານ ໄພທູນ ທະວິໄຊ**

ຫົວໜ້າຫ້ອງການສະພາວິທະຍາສາດແຫ່ງຊາດລາວ (ຫສວຊ)  
 ຫົວໜ້າພະແນກຂໍ້ມູນຂ່າວສານແລະຖ່າຍທອດການຄົ້ນຄວ້າ,  
 ຫ້ອງການສະພາວິທະຍາສາດແຫ່ງຊາດລາວ (ຫສວຊ)  
 ຮອງຫົວໜ້າພະແນກຂໍ້ມູນຂ່າວສານແລະຖ່າຍທອດການຄົ້ນຄວ້າ,  
 ຫ້ອງການສະພາວິທະຍາສາດແຫ່ງຊາດລາວ (ຫສວຊ)

ຜູ້ອຳນວຍການສະຖາບັນວິໄຈດາລາສາດແຫ່ງຊາດໄທ (NARIT)  
 ຜູ້ອຳນວຍການກຸ່ມງານວິເທດສຳພັນ (NARIT)

ວິຊາການສະຖາບັນວິໄຈດາລາສາດແຫ່ງຊາດໄທ (NARIT)

ວິຊາການພະແນກຂໍ້ມູນຂ່າວສານແລະຖ່າຍທອດການຄົ້ນຄວ້າ,  
 ຫ້ອງການສະພາວິທະຍາສາດແຫ່ງຊາດລາວ (ຫສວຊ)  
 ວິຊາການພະແນກຂໍ້ມູນຂ່າວສານແລະຖ່າຍທອດການຄົ້ນຄວ້າ,  
 ຫ້ອງການສະພາວິທະຍາສາດແຫ່ງຊາດລາວ (ຫສວຊ)

ອາຈານພາກພື້ນຊືກສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດລາວ

## Black Hole

### ຮ່ວມມືລະຫວ່າງ



- ▼ ກະຊວງສຶກສາທິການ ແລະ ກິລາ (ລາວ)  
Ministry of Education and Sports Lao PDR
- ▼ ກະຊວງການອຸດົມສຶກສາ ວິທະຍາສາດ ວິໄຈແລະນະວັດຕະກຳ (ໄທ)  
Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation Thai-
- ▼ ສະຖາບັນວິໄຈດາລາສາດແຫ່ງຊາດ (ໄທ)  
National Astronomical Research Institute of Thailand (NARIT)
- ▼ ຫ້ອງການສະພາວິທະຍາສາດແຫ່ງຊາດ (ລາວ)  
Cabinet of Lao Academy of Science
- ▼ ສວນວິທະຍາສາດ ແລະ ພຶກສາສາດ (ລາວ)  
Science and Botany Park, Laos