ดาราศาสตร์เกินขอบเขตที่ตามองเห็น

Beatriz García, Ricardo Moreno

International Astronomical Union
Universidad Tecnológica Nacional, Mendoza (Argentina)
Colegio Retamar, Madrid (Spain)

จุดประสงค์

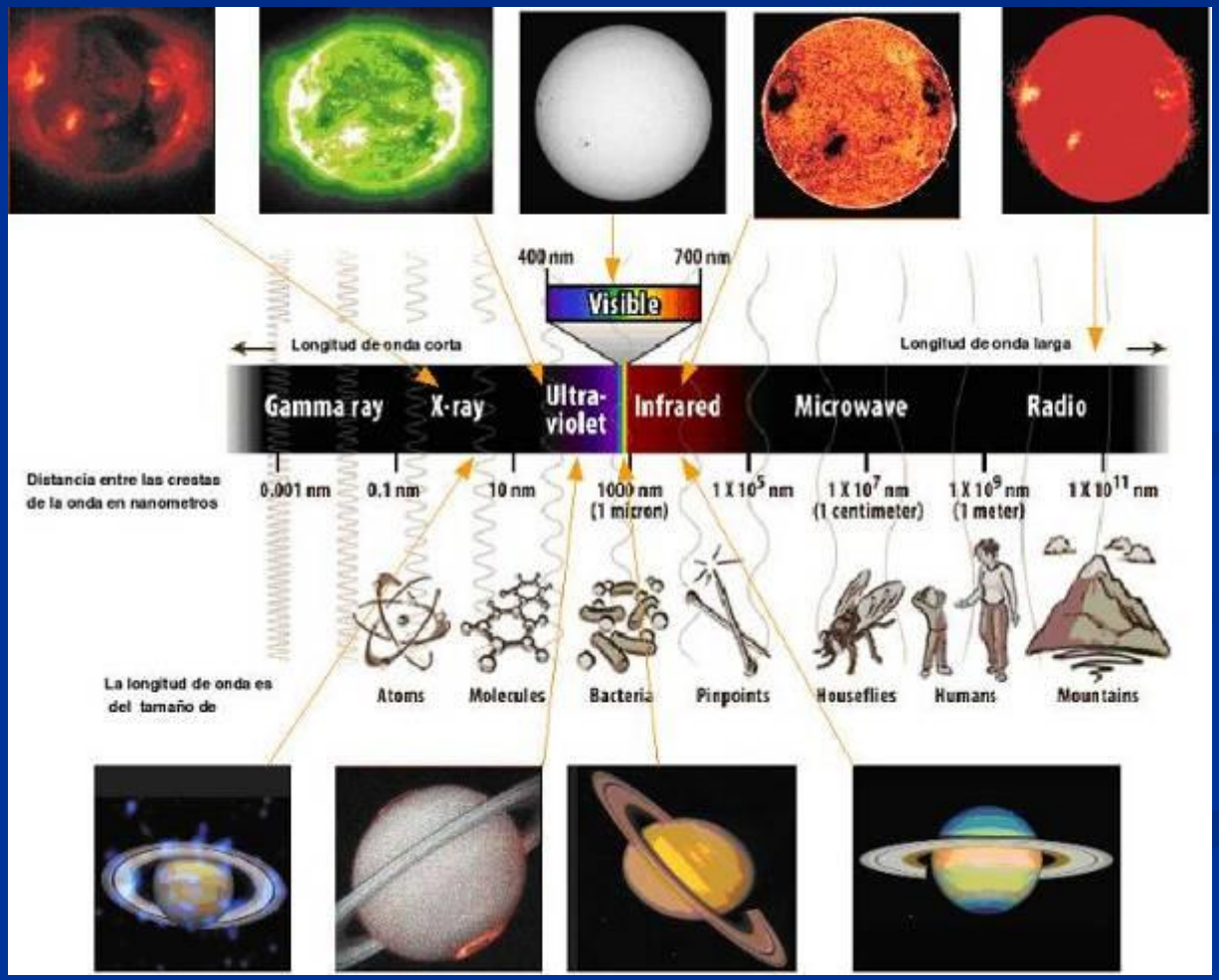
- แสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์นอกเหนือไปจากที่ตามองเห็น เช่น พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปล่อยออกมาจากวัตถุท้องฟ้าที่ตามองไม่เห็น
- ทำการทดลองอย่างง่ายเพื่อให้ตระหนักถึงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นอื่น เช่น วิทยุ อินฟราเรด UV ไมโครเวฟ และรังสีเอ็กซ์

ข้อมูลเบื้องต้น

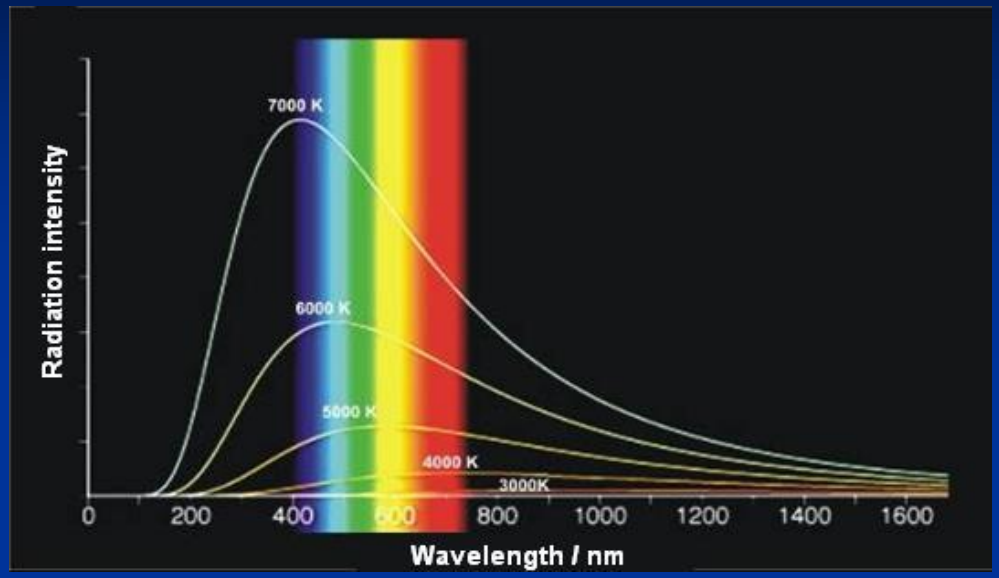
- มนุษย์ทำการศึกษาเอกภพแต่เพียงช่วงคลื่นที่ตามองเห็นมานานหลายศตวรรษ
- แต่ยังมีข้อมูลอีกมากนอกไปจากที่ตาของเราสามารถมองเห็น
- ทุกวันนี้ นักดาราศาสตร์ได้สังเกตในช่วงคลื่นต่าง ๆ เช่น อินฟราเรด ยูวี วิทยุ ไมโครเวฟ รังสีเอ็กซ์ และรังสีแกมมา ไปพร้อม ๆ กับช่วงคลื่นที่ตามองเห็น

สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมด แต่ตาของเรามองเห็นแค่ 400-700 nm เท่านั้น



การแผ่รังสีของวัตถุดำ (Blackbody Radiation)



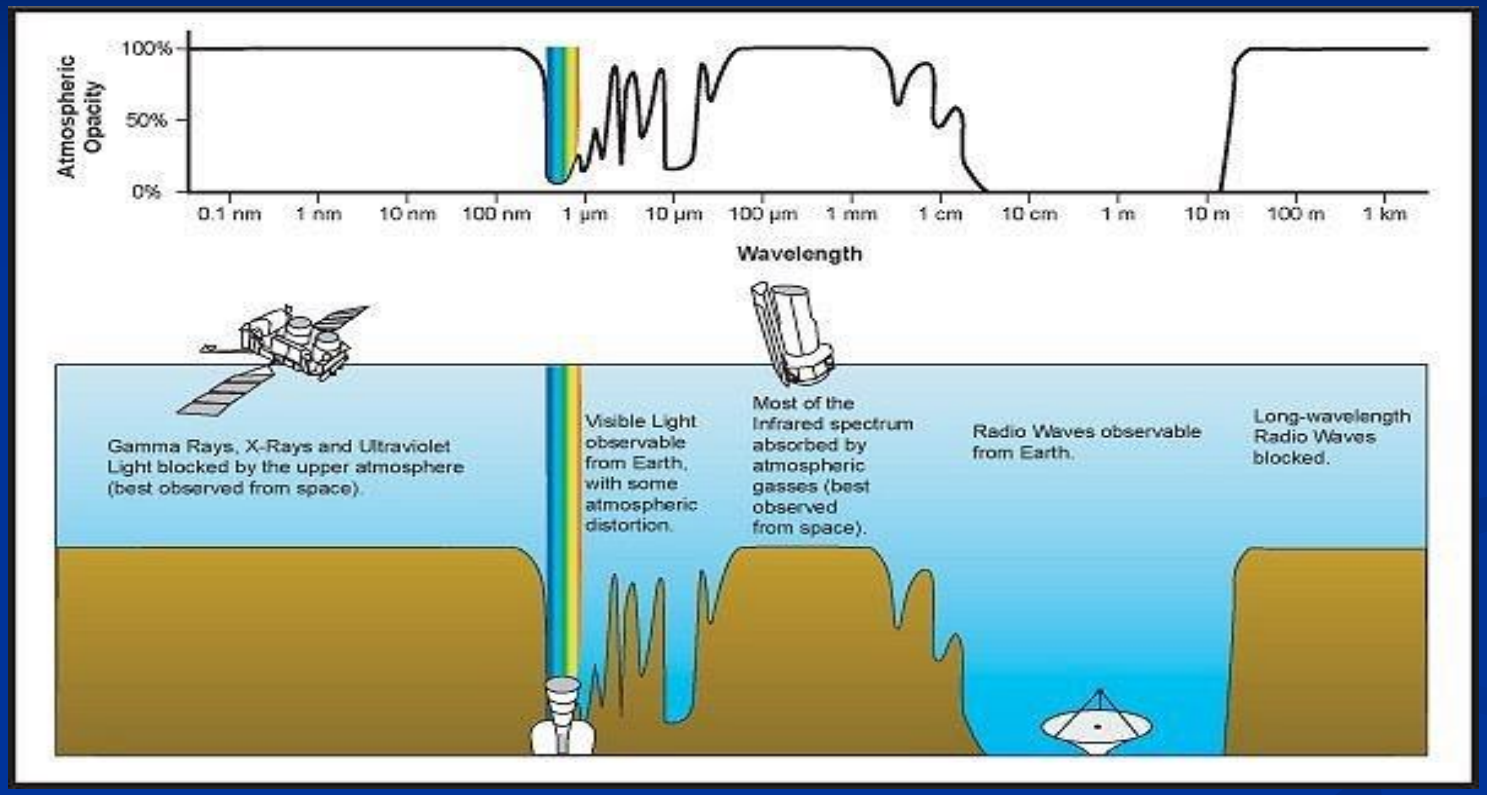
เมื่อ “วัตถุดำ” (Blackbody) ร้อนขึ้นจะแผ่รังสีออกมาหลายช่วงความยาวคลื่น

ค่าความยาวคลื่นที่รังสีที่วัตถุดำแผ่ออกมามีความเข้มมากที่สุด (λ_{max}) จะขึ้นกับอุณหภูมิของวัตถุดำ (T) ตามกฎของวีน (Wien’s Law) ดังนี้

$$\lambda_{max} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} \quad (m)$$

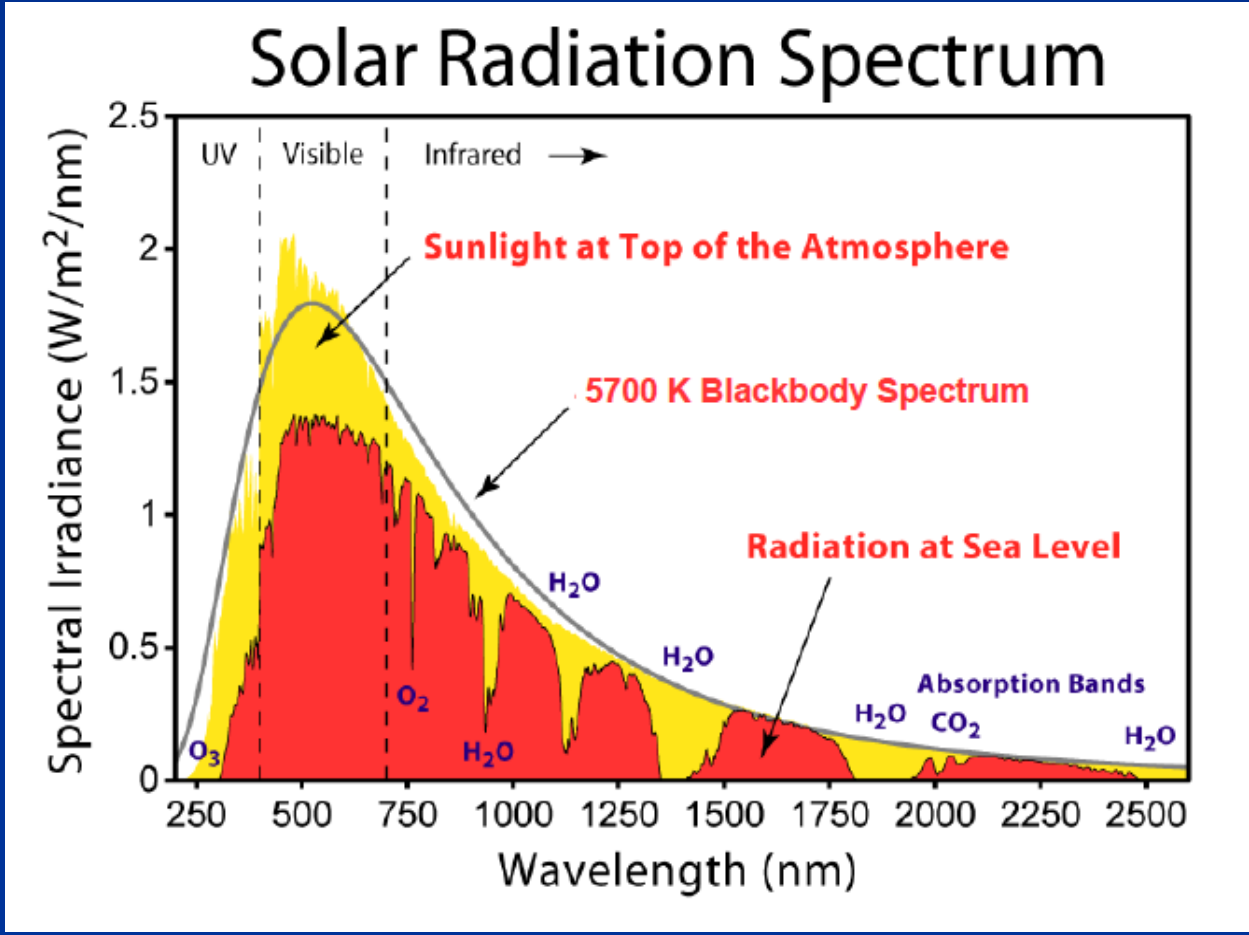
จากการศึกษาการแผ่รังสีของวัตถุที่อยู่ห่างไกลเราสามารถวัดอุณหภูมิมันได้โดยไม่ต้องไปใกล้ ๆ หลักการนี้จึงประยุกต์กับดาวฤกษ์ ที่ถือว่าเป็น “วัตถุดำ” ในทางฟิสิกส์

รังสีที่ดวงอาทิตย์แผ่ออกมา และช่วงพลังงานต่าง ๆ ที่ลอดลงมาถึงพื้นโลกได้



บรรยากาศของโลกจะกรองรังสีส่วนใหญ่จากอวกาศจนหมดก่อนถึงพื้นโลก เราสามารถตรวจวัดรังสีพลังงานสูงได้ในอวกาศ และวัดรังสีพลังงานต่ำได้โดยตัวตรวจวัดโดยเฉพาะ

เมื่อพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ผ่านบรรยากาศของโลก รูปแบบการแผ่รังสีของวัตถุดำจะเปลี่ยนแปลงไป แต่ค่าความยาวคลื่นที่รังสีที่วัตถุดำแผ่ออกมามีความเข้มมากที่สุด (λ_{max}) จะไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก

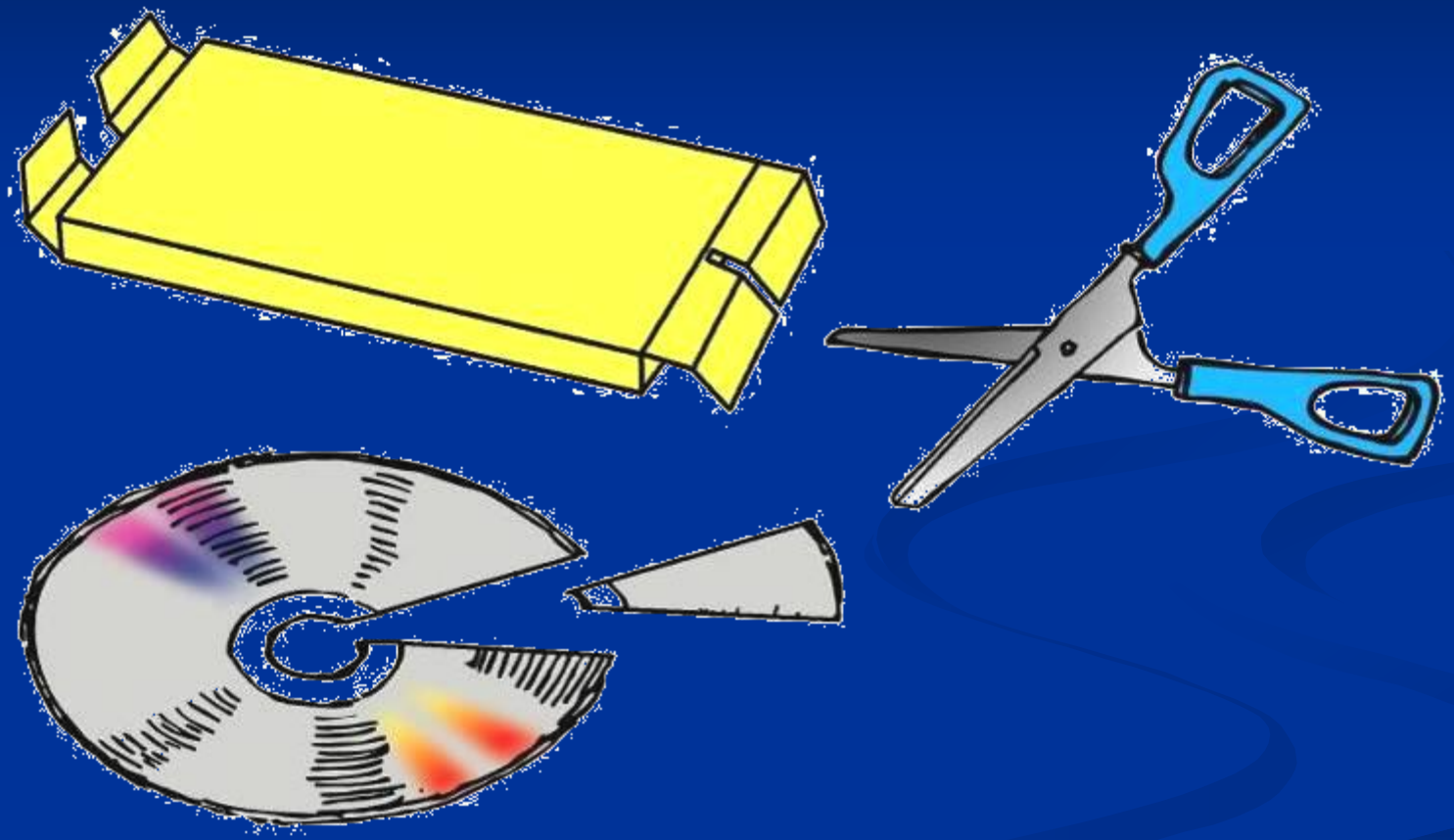


เราทราบว่าค่าความยาวคลื่นที่รังสีที่วัตถุดำแผ่ออกมามีความเข้มมากที่สุด (λ_{max}) จะขึ้นกับอุณหภูมิของวัตถุ แต่ช่วงคลื่นเข้มที่สุดที่วัตถุแผ่ออกมาไม่จำเป็นต้องอยู่ในช่วงแสงที่ตามองเห็นได้เสมอไป

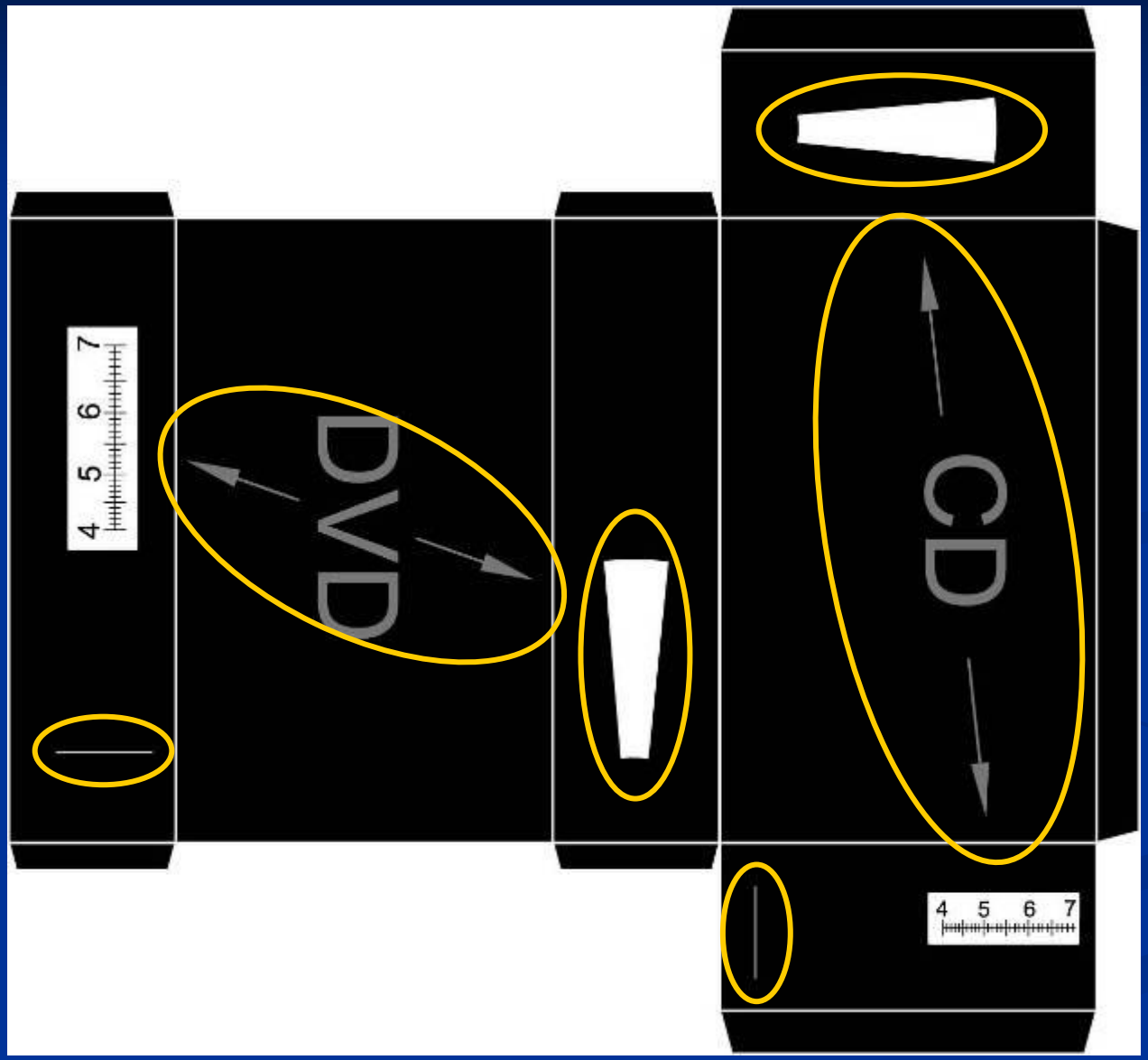
ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิของร่างกายมนุษย์อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส หรือ 310 เคลวิน ดังนั้น รังสีที่ร่างกายมนุษย์แผ่ออกมาจะมีความเข้มมากที่สุดที่ความยาวคลื่นประมาณ (สิ่งที่ปรากฏ) โดยมีความยาวคลื่นเท่ากับ 9,300 นาโนเมตร

ที่สุดที่ความยาวคลื่นประมาณ 9,300 นาโนเมตร ซึ่งเป็นรังสีในช่วงความยาวคลื่นนี้

กิจกรรมที่ 1: สร้างสเปกโตรสโคปอย่างง่าย



กิจกรรมที่ 1: สร้างสเปกโตรสโคปอย่างง่าย



รูที่จะต้องเจาะจะขึ้นอยู่กับว่าเราใช้เป็นแผ่น **CD** หรือ **DVD**

กิจกรรมที่ 1: สร้างสเปกโตรสโคปอย่างง่าย

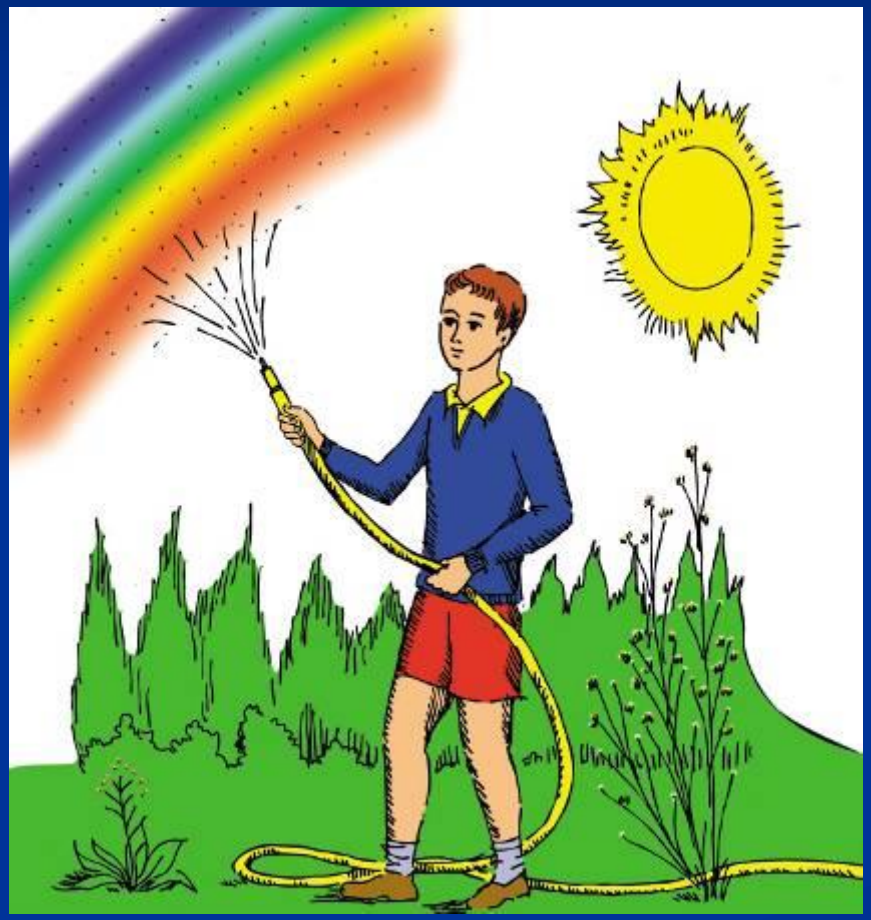
ลอกแผ่นสะท้อนแสงด้านบนของแผ่นซีดีโดยใช้คัตเตอร์กรีดนำร่อง และลอกออกด้วยเทปกาว

กิจกรรมที่ 1: สร้างสเปกโตรสโคปอย่างง่าย

พับด้านสีดำเข้าข้างใน

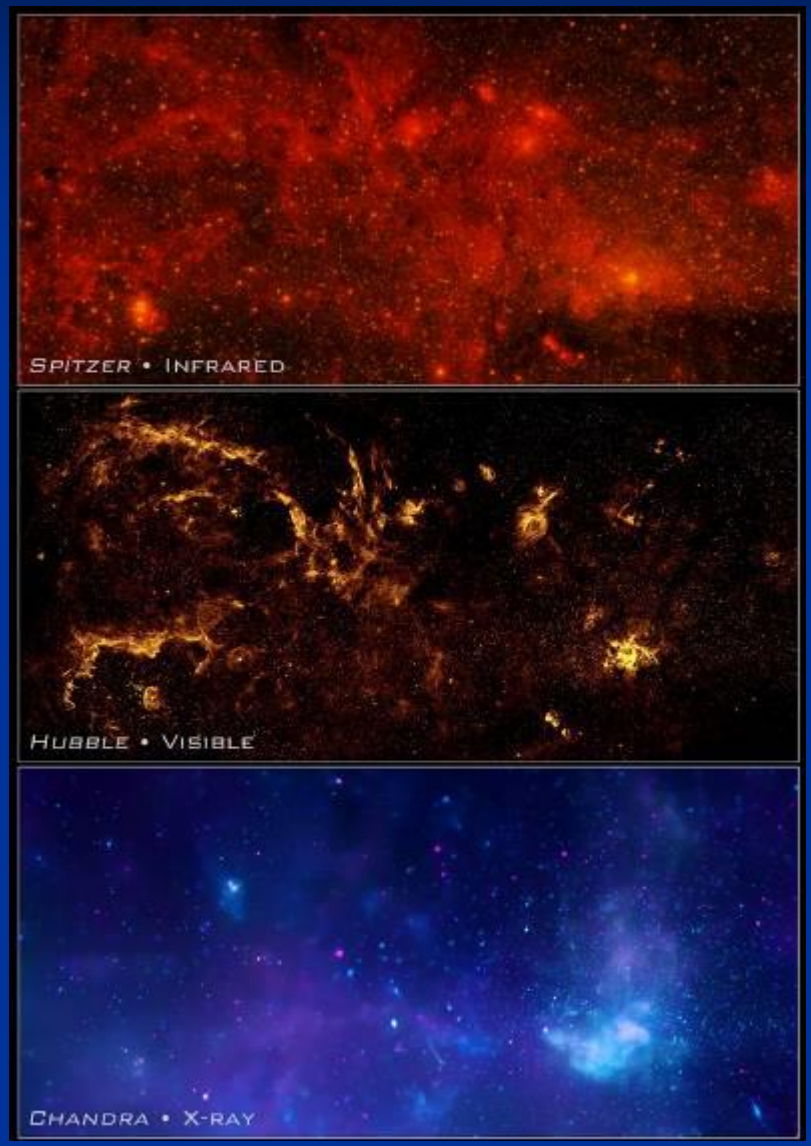
ลองนำไปส่องดู
หลอดไฟที่ไม่ใช่หลอดตะเกียบ เช่น หลอดไส้ หรือหลอดไฟถนน...

กิจกรรมที่ 2: การแยกแสงดวงอาทิตย์ด้วยละอองน้ำ



นักเรียนสามารถแยกแสงสีขาวออกเป็นรุ้งกินน้ำได้ โดยการใช้สายยางฉีดให้เป็นละออง และหันหลังให้ดวงอาทิตย์

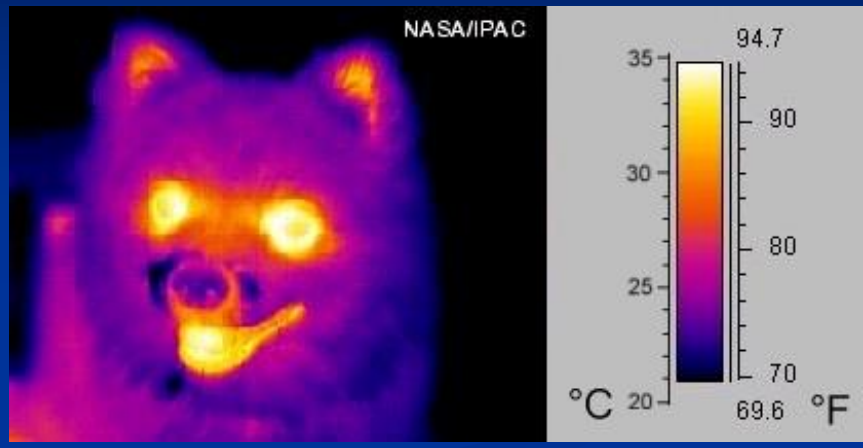
สเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่นอื่น

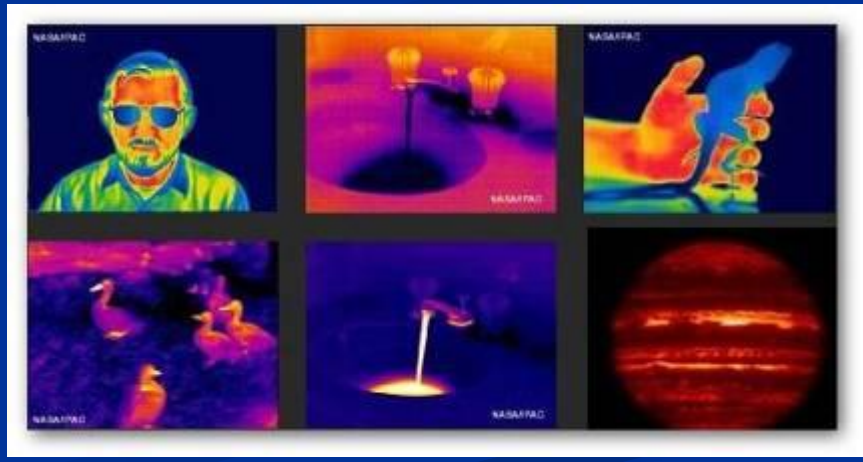


- ยังมีสสารในช่วงอุณหภูมิอื่นที่ต่ำกว่าดาวฤกษ์เป็นอย่างมาก เช่น มวลสารระหว่างดวงดาว
- มวลสารเหล่านี้จะไม่เปล่งแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น แต่จะปล่อยออกมาในช่วงคลื่นอินฟราเรด ไมโครเวฟ หรือคลื่นวิทยุ
- รังสีประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับกระบวนการที่กำลังเกิดขึ้นภายในมวลสารเหล่านี้ เช่น รายละเอียดในใจกลางของกาแล็กซีของเรา...

รังสีอินฟราเรด

- วิลเลี่ยม เฮอร์เชลเป็นผู้ค้นพบรังสีอินฟราเรด โดยใช้ปริซึม และเทอร์มิเตอร์
- วัตถุที่มีความอุ่น จะเปล่งรังสีอินฟราเรดออกมา แม้ว่ามันจะไม่ร้อนพอที่จะเปล่งแสงที่ตาเรามองเห็นได้ก็ตาม
- เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น เรามักจะแทนที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันด้วยสี

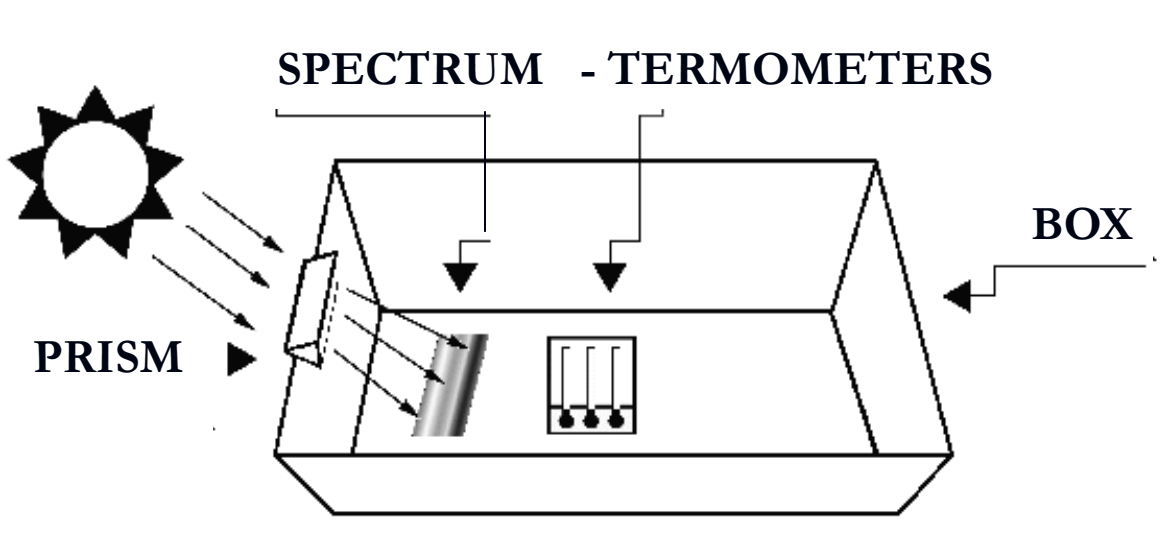


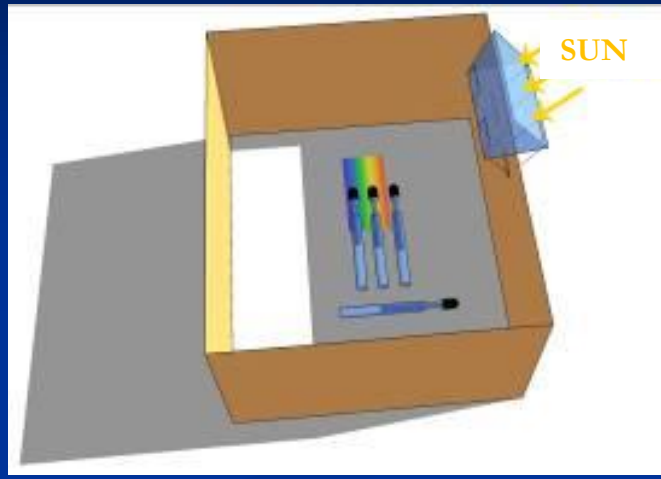


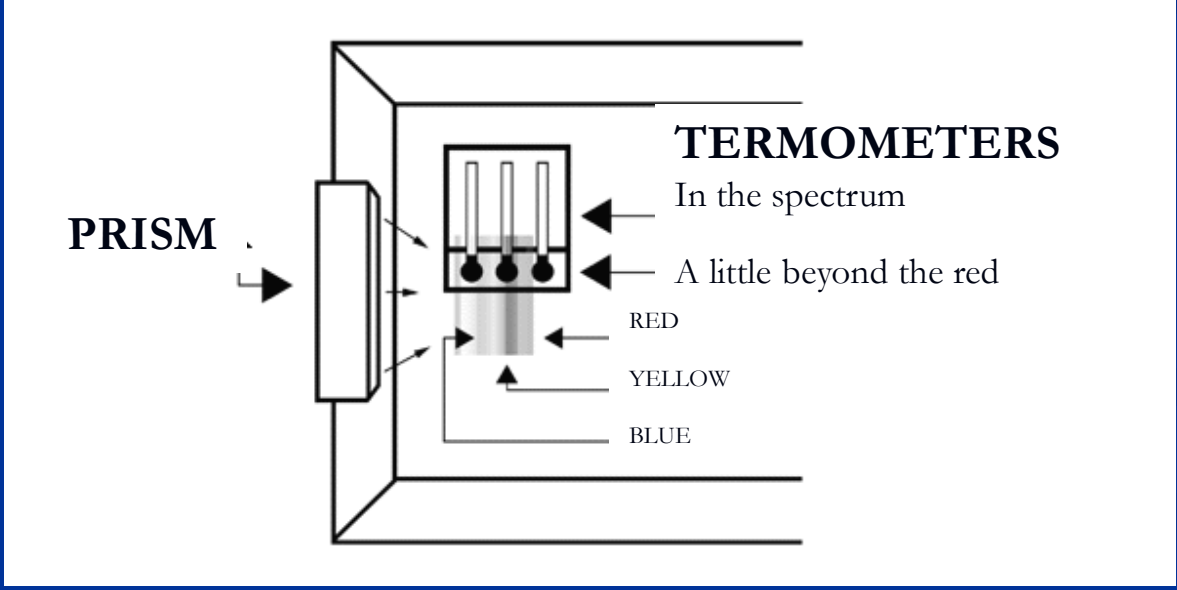
กิจกรรมที่ 3: การทดลองของเฮอร์เชล

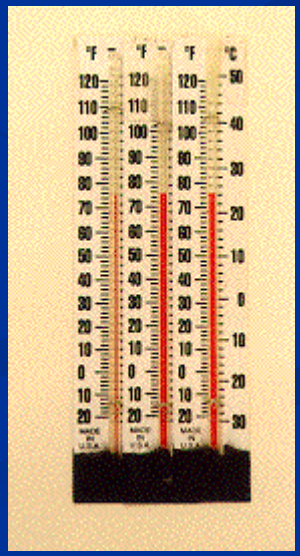
- ในปี ค.ศ.1800, เฮอร์เชลค้นพบรังสีอินฟราเรด

กิจกรรมที่ 3: การทดลองของเฮอร์เชล

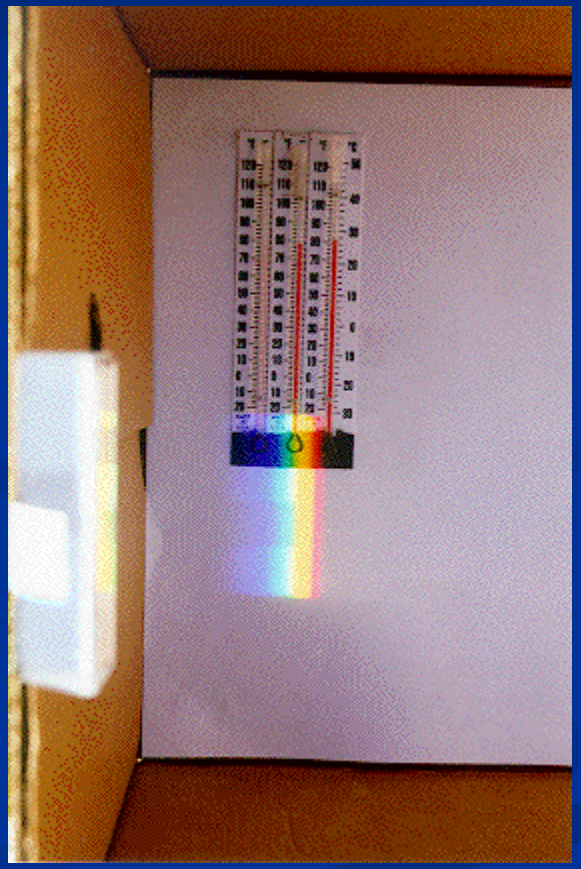




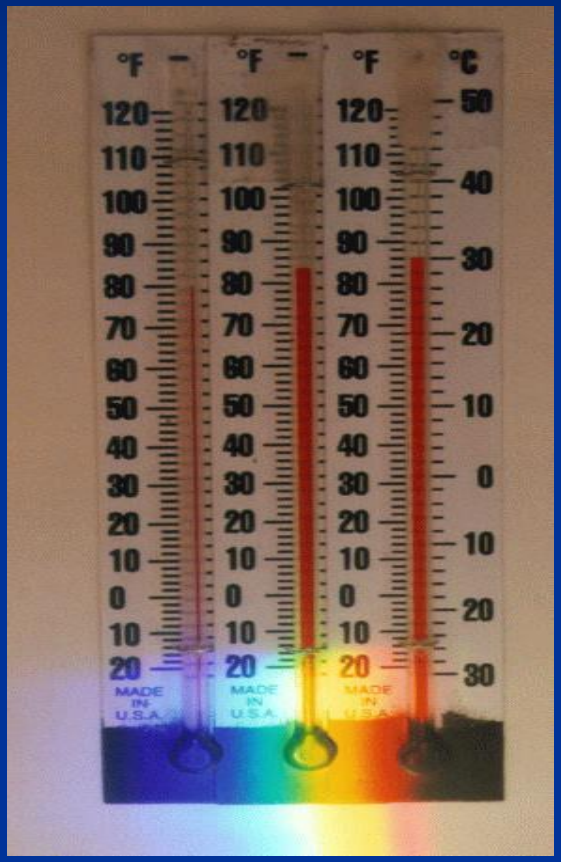




กิจกรรมที่ 3: การทดลองของเฮอร์เชล



กิจกรรมที่ 3: การทดลองของเฮอร์เชล



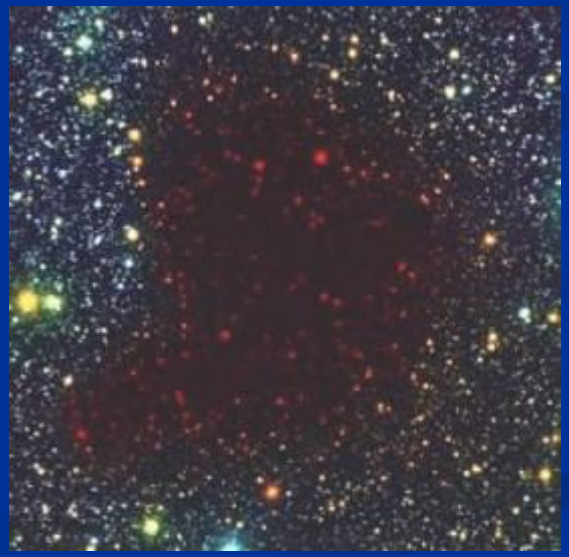
ตารางบันทึกข้อมูล				
	เทอร์โมมิเตอร์ หมายเลข 1 สีฟ้า	เทอร์โมมิเตอร์ หมายเลข 2 สีเหลือง	เทอร์โมมิเตอร์ หมายเลข 3 ถัดไปจากสีแดง	เทอร์โมมิเตอร์ หมายเลข 4 ภายในเงา
1 นาที				
2 นาที				
3 นาที				
4 นาที				
5 นาที				

กิจกรรมที่ 4: การจับสัญญาณรังสีอินฟราเรดด้วยโทรศัพท์มือถือ

- รีโมตทีวีจะปล่อยรังสีอินฟราเรดที่ตามองไม่เห็น
- กล้องโทรศัพท์มือถือจำนวนมาก มีความไวต่อรังสีอินฟราเรด

อำนาจทะลุทะลวงของรังสีอินฟราเรด

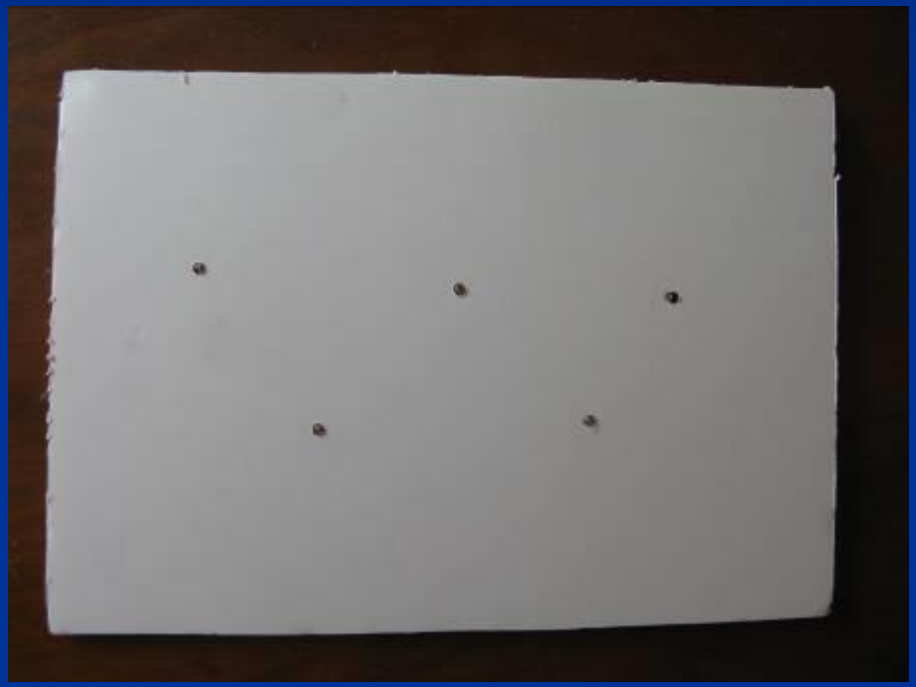
- ฝุ่นในอวกาศจะบดบังแสงที่ตามองเห็น แต่ปล่อยให้รังสีอินฟราเรดผ่านได้

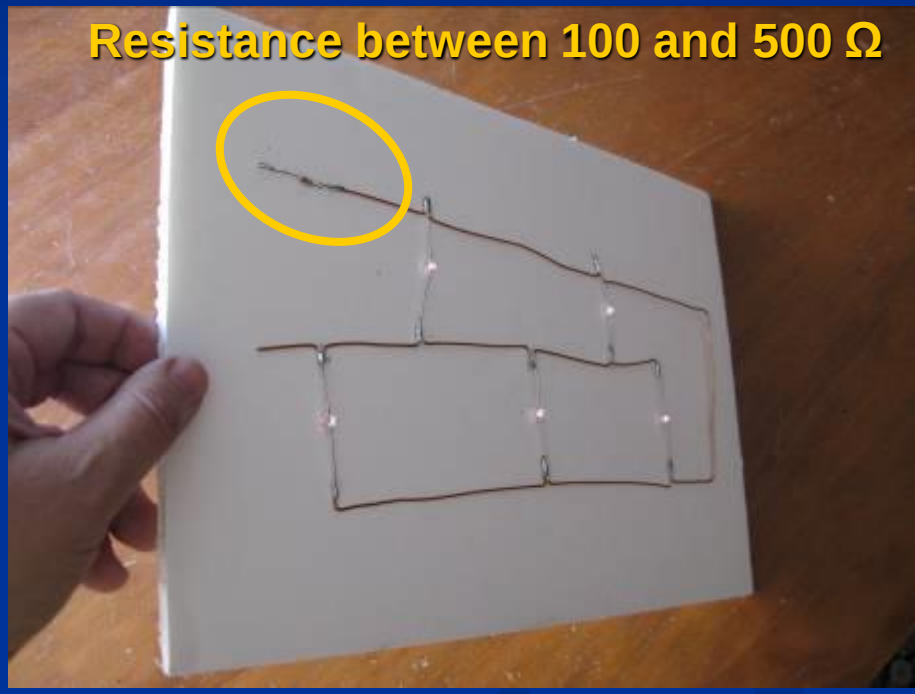


กิจกรรมที่ 5: การตรวจจับแสงอินฟราเรดจากหลอดไส้

- พลังงานส่วนมากที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากหลอดไส้นั้นอยู่ในช่วงที่ตาเรามองเห็น แต่ว่าหลอดไส้ก็เปล่งแสงอินฟราเรดที่มองไม่เห็นได้เช่นเดียวกัน โดยแสงเหล่านี้นั้นจะสามารถทะลุผ่านวัสดุบางอย่างที่ไม่สามารถปล่อยให้แสงที่ตามองเห็นผ่านออกมาได้
- หลักการเดียวกันนี้เกิดขึ้นกับฝุ่นในกาแล็กซีของเราเช่นเดียวกัน ที่สามารถสังเกตได้จากรังสีอินฟราเรด แต่ทึบแสงในช่วงที่ตามองเห็น

กิจกรรมที่ 6: สร้างกลุ่มดาวด้วยหลอดไฟ LED อินฟราเรด





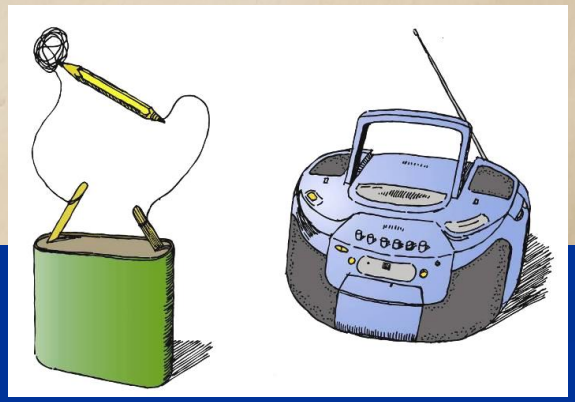
กลุ่มดาวแคสสิโอเพียที่สร้างโดย IR LEDs.

กิจกรรมที่ 7: สร้างกลุ่มดาวด้วยรีโมทคอนโทรล

การเปล่งคลื่นวิทยุ

- เราเรียกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่หลักเมตรถึงกิโลเมตรว่าคลื่นวิทยุ
- ถูกนำไปใช้ในสถานีวิทยุกระจายเสียง
- แต่คลื่นวิทยุก็มาจากห้วงอวกาศเช่นเดียวกัน และสามารถบอกถึงรูปพรรณสัณฐานของวัตถุท้องฟ้าที่ไม่สามารถสังเกตเห็นในช่วงคลื่นอื่นได้

กิจกรรมที่ 8: การสร้างคลื่นวิทยุ



รังสีอัลตราไวโอเลต

- รังสียูวี มีพลังงานสูงกว่าแสงที่ตามองเห็น
- สามารถทำลายพันธะระหว่างโมเลกุลของสารอินทรีย์ได้
- รังสียูวีในปริมาณที่สูงนั้นเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต
- UV-C ถูกกรองโดยชั้นโอโซนในบรรยากาศ

Johann Ritter , ผู้ค้นพบรังสียูวี ในปี 1801

รังสีอัลตราไวโอเลต

- ดวงอาทิตย์แผ่รังสียูวีออกมา แต่ส่วนมากนั้นถูกกรองเอาไว้โดยชั้นโอโซนในบรรยากาศของโลก ปริมาณที่เล็ดรอดมานั้นเป็นประโยชน์แก่สิ่งมีชีวิต
- รังสีนี้เอง ที่ทำให้สีผิวคล้ำ และถูกดูดกลืนโดยพืชเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ถ้าหากชั้นโอโซนของโลกเบาบางลง ปริมาณยูวีที่ตกลงสู่โลกก็จะสูงขึ้น และอัตราการเกิดมะเร็งก็จะเพิ่มขึ้น

รังสีอัลตราไวโอเลต

กาแล็กซีแอนโดรเมดา
ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น
(Hubble)

กาแล็กซีแอนโดรเมดา
ในช่วงคลื่นยูวี(Chandra)

กิจกรรมที่ 10: แบล็คไลท์ (UV)

- หลอดแบล็คไลท์สำหรับปลูกพืช
- ใช้ตรวจธนบัตรหรือบัตรประชาชนปลอม

กิจกรรมที่ 10: การกรองแสงยูวี

- หลอดแบล็คไลท์ หรือเครื่องตรวจธนบัตรปลอม
- วัสดุเรืองแสง (ที่ตอบสนองต่อแสง UV).
- แว่นตาแบบไม่กันยูวี (ทำจากพลาสติก) และแบบที่กันยูวี (ทำจากแก้ว)

วัสดุเรืองแสง และแว่นสายตาที่ถูกฉายด้วยแสงขาว

วัสดุ และแว่นเดียวกัน ที่ถูกฉายด้วยแบล็คไลท์

ร่องรอยที่เกิดจากการบังแสงยูวีของแว่น

กิจกรรมที่ 10: ฟิลเตอร์กรองแสงยูวี

ชั้นโอโซนถูกสร้างขึ้นสำหรับปฏิกิริยาระหว่างแสงกับ O_2 : $O_2 + hv \rightarrow O + O$ (hv: พลังงาน UV ของ photodissociation)

$$O_2 + O \rightarrow O_3$$

และในขณะเดียวกัน O3 ก็กรองรังสียูวี:

$$O_3 + hv \rightarrow O_2 + O$$

เป็นความสมดุลที่เหมาะสมในการพัฒนาชีวิต

Կարևոր է օգտագործել արևի ակնոցներ `ցանցաթաղանթի վնասումից խուսափելու համար:

รังสีเอ็กซ์

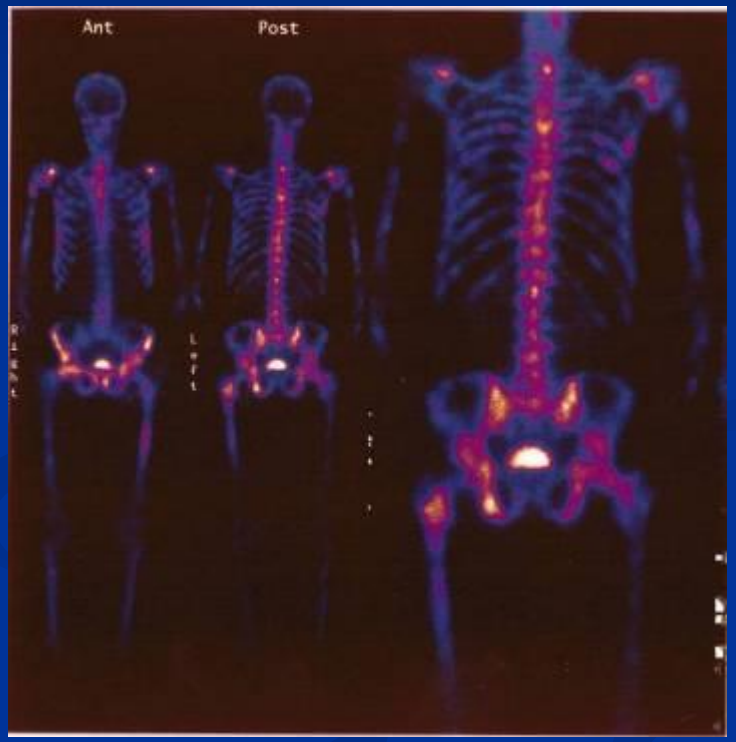
- รังสีเอ็กซ์มีพลังงานสูงกว่ารังสียูวี
- ถูกใช้ในทางการแพทย์เพื่อการวินิจฉัย

รังสีเอ็กซ์

- ในเอกภพ รังสีเอ็กซ์จะสังเกตได้จากวัตถุและปรากฏการณ์ที่มีพลังงานสูง เช่น หลุมดำ การรวมตัวกันของดาวฤกษ์ ฯลฯ
- ภารกิจของกล้องโทรทรรศน์อวกาศจันทรา คือการสำรวจและติดตามวัตถุเหล่านี้

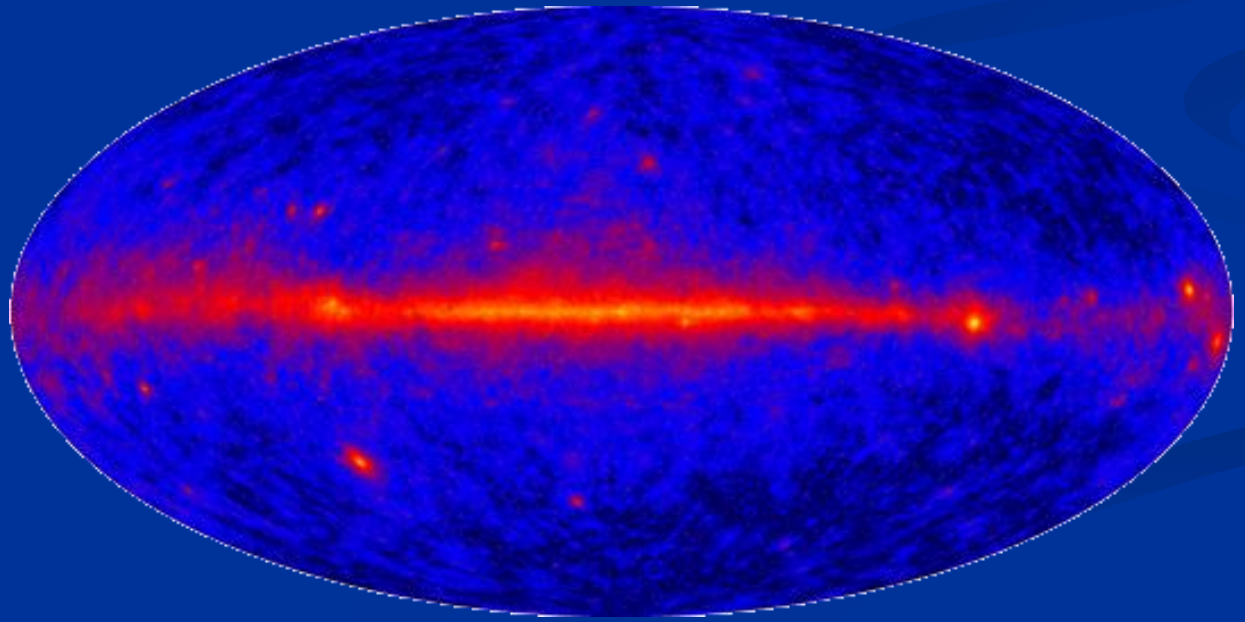
รังสีแกมมา

- เป็นรังสีที่มีพลังงานสูงที่สุด
- บนโลก รังสีนี้จะพบได้จากการแผ่รังสีจากธาตุกัมมันตรังสี
- รังสีแกมมามีการใช้ในทางการแพทย์ เช่นเดียวกับรังสีเอ็กซ์ ในการวินิจฉัยและรักษาโรค เช่น มะเร็ง

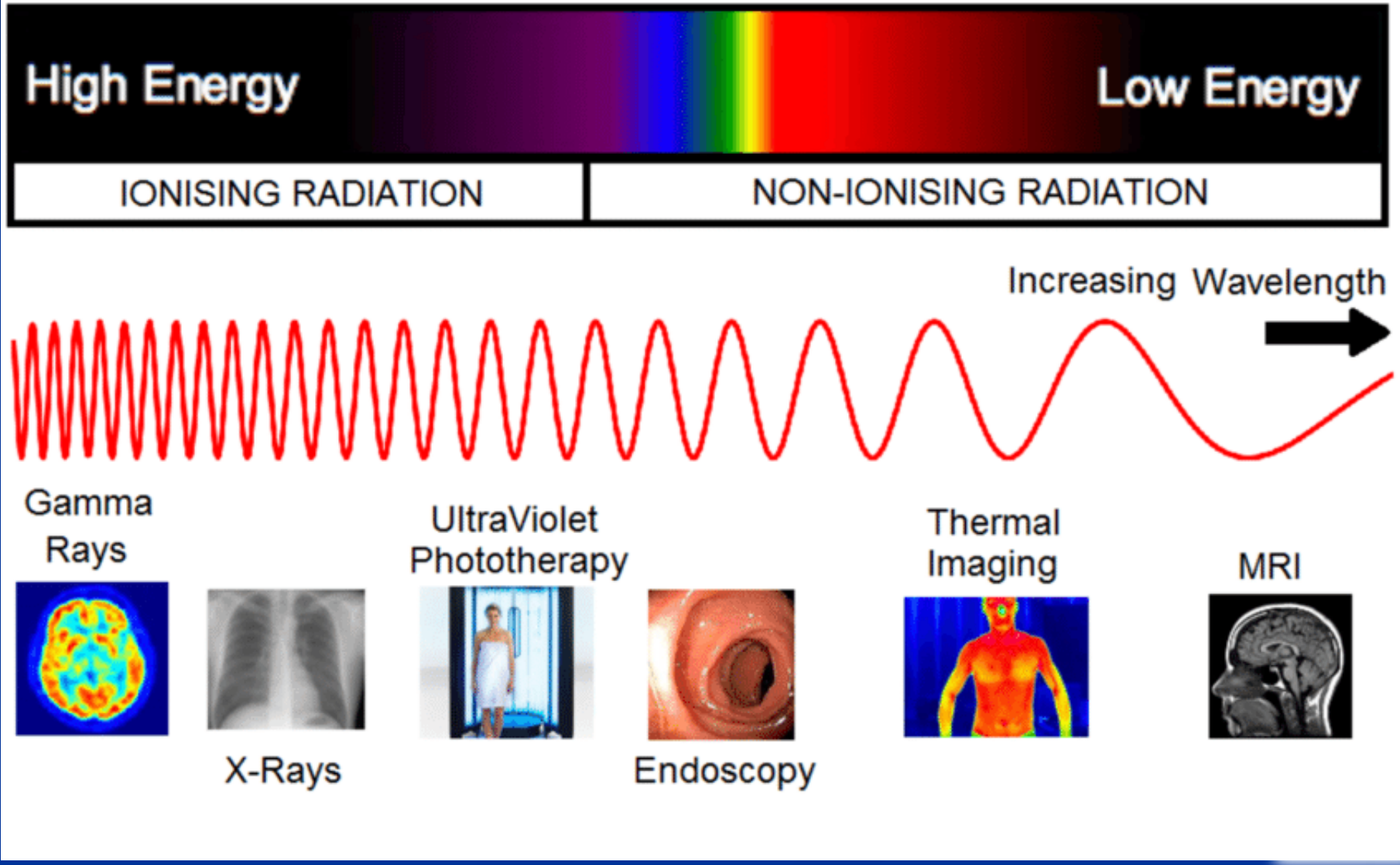


รังสีแกมมา

- เราพบว่ามีการปะทุใหญ่บนท้องฟ้าในช่วงรังสีแกมมาอยู่บ่อยครั้ง
- มีการปะทุในช่วงรังสีแกมมาอยู่หลายรูปแบบ ตั้งแต่ที่เป็นช่วงเวลาสั้นๆ ไม่กี่วินาที หรือกินระยะเวลายาวนานหลายชั่วโมง นักดาราศาสตร์กำลังพยายามระบุตำแหน่งที่แน่ชัดของการปะทุเหล่านี้เพื่อที่จะได้ยืนยันว่าวัตถุประเภทใดกันแน่ที่เป็นต้นกำเนิดของรังสีชนิดนี้
- คาดว่าการปะทุในรังสีแกมมานี้อาจจะเกิดจากการรวมตัวกันของดาวฤกษ์ไปเป็นหลุมดำ แต่ก็ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด



การประยุกต์ใช้รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในทางการแพทย์



การใช้คลื่นวิทยุ

- เรโซแนนซ์แม่เหล็ก ใช้วินิจฉัยเนื้อเยื่ออ่อน

MRI Human heart

MRI Normal knee

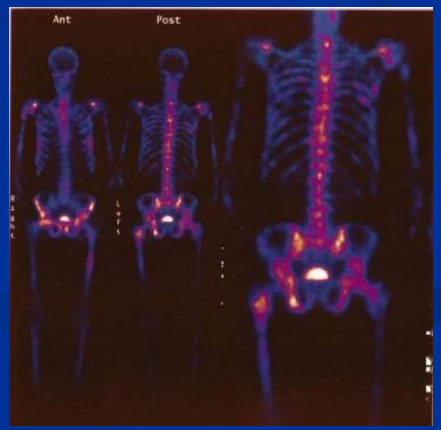
การใช้รังสีเอ็กซ์

- การใช้รังสีถ่ายภาพทางการแพทย์ และการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ (CAT scan)

CAT Normal knee

การใช้รังสีแกมมา

- การใช้รังสีถ่ายภาพเพื่อทดสอบและบำบัดรักษาโรค (เช่น โรคมะเร็ง) และการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดโดยอาศัยการเปล่งโพสิตรอน (PET scan)



ขอบคุณสำหรับการรับฟัง!