

Дослідження поляризації випромінювання в астрономії

Що таке поляризація випромінювання

Поляризація – одна з характеристик електромагнітного випромінювання. Електромагнітне випромінювання - це хвиля, яка поширюється в просторі, характеризується електричними і магнітними компонентами. Ці компоненти – вектори, що коливаються під прямим кутом один до одного і до напрямку розповсюдження хвилі, та знаходяться у фазі один з одним (рис. 1). Електромагнітне випромінювання описується такими параметрами: *довжина хвилі* або частота коливань електричного і магнітного векторів, *напрямок поширення* (або хвильовий вектор), *інтенсивність* випромінювання, яка визначається амплітудою коливань вектора електричного (магнітного) поля, та *поляризація*. Електромагнітні коливання, в порядку збільшення частоти (зменшення довжини хвилі), поділяють на радіохвилі, інфрачервоне випромінювання, видиме світло, ультрафіолетове випромінювання, рентгенівське і гамма-випромінювання.

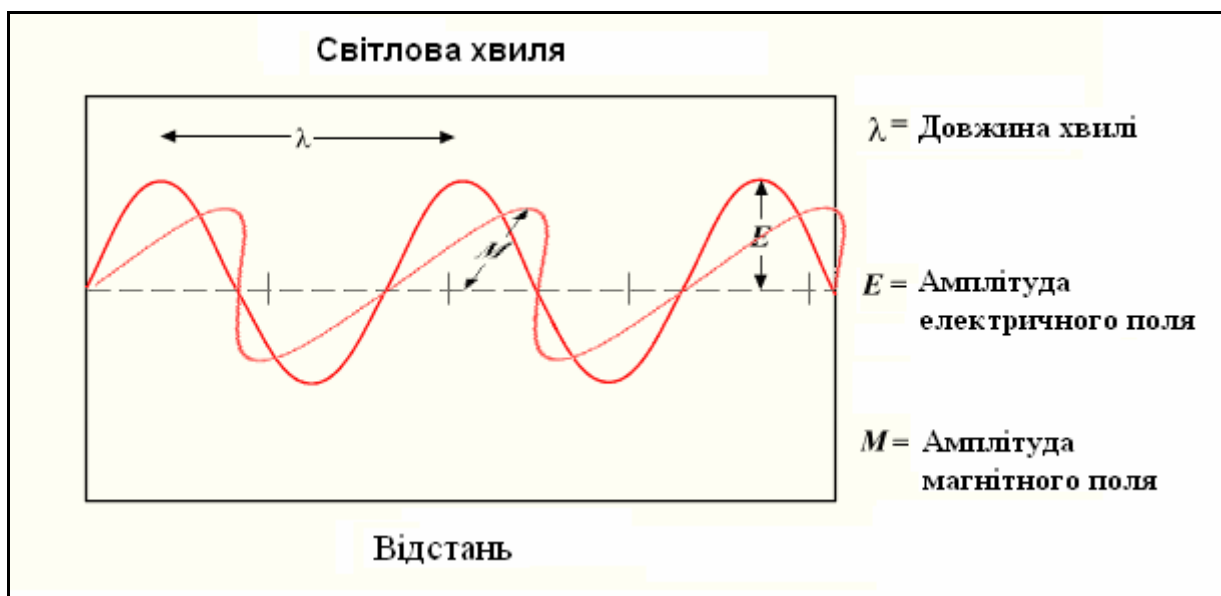


Рис. 1.

Форма, яку описує електричний вектор у площині, перпендикулярній до напрямку поширення випромінювання, характеризує стан поляризації (рис. 2). Наведені на малюнку фігури показують деякі приклади руху електричного вектора (синій колір) у часі (вертикальна вісь) і траєкторію, яку описує кінець вектора в проекції на площину (пурпуровий колір). Ці

три випадки відповідають *лінійній*, *круговій* та *еліптичній* поляризації електромагнітної хвилі.

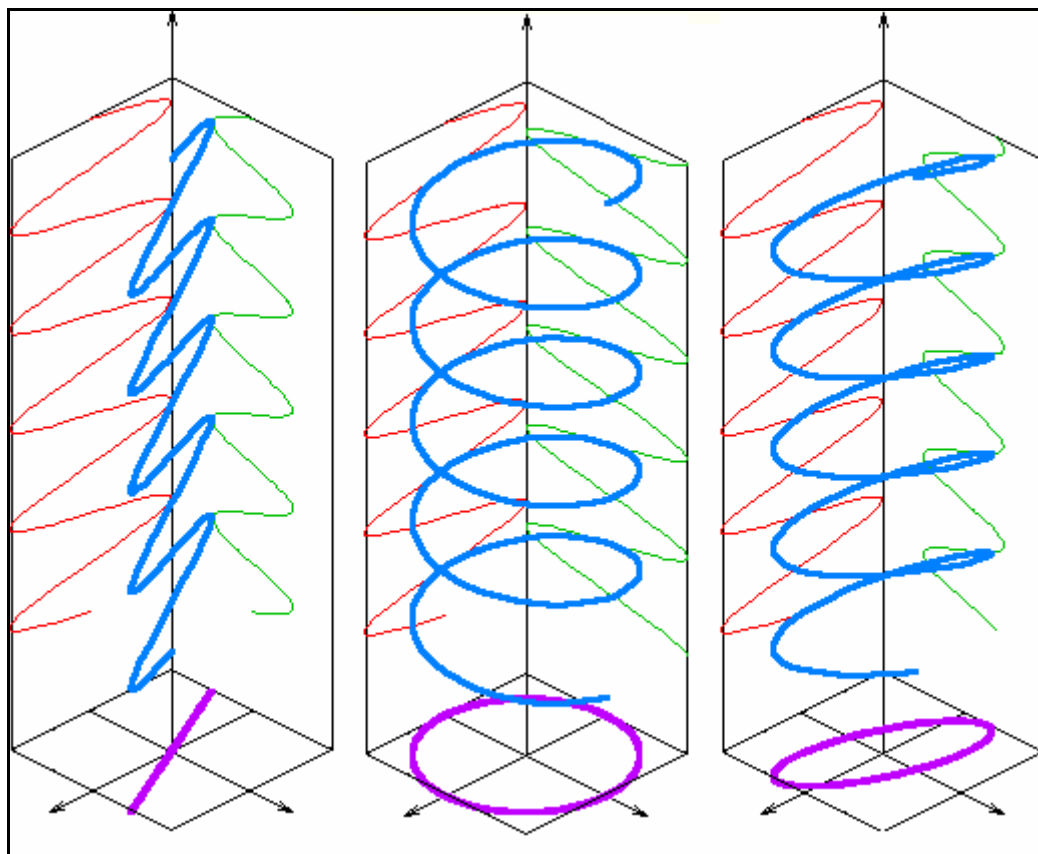


Рис. 2. Стан поляризації світлової хвилі [1].

Теплове випромінювання не має певного закону коливань вектора електричного поля, кожен фотон має власну поляризацію, тому такі пучки світла називають неполяризованими або хаотично поляризованими.

Приклади дослідження поляризації в астрономії

У багатьох галузях астрономії вивчення поляризованого електромагнітного випромінювання дає багату інформацію про фізичні процеси в далекому космосі. Саме дослідження поляризованого випромінювання дозволило виявити у міжзоряному середовищі космічні мазери на основі молекул гідроксилу і метанолу. Поляризоване випромінювання спостерігається в ядрах активних галактик, пульсарах, залишках наднових зірок. Світло, розсіяне міжзоряними порошинками, також несе на собі сліди поляризації. Магнітні поля в космосі залишають відбиток, змінюючи стан поляризації випромінювання, що проходить крізь них. І, нарешті, поляризація космічного мікрохвильового фону

випромінювання дає нам відомості про фізичні процеси у Всесвіті у перші моменти його народження.

Нижче наведено декілька прикладів тієї ролі, яку відіграє поляризація в астрономії.

Пил навколо зорі AU Microscopii за своєю структурою подібний до снігу

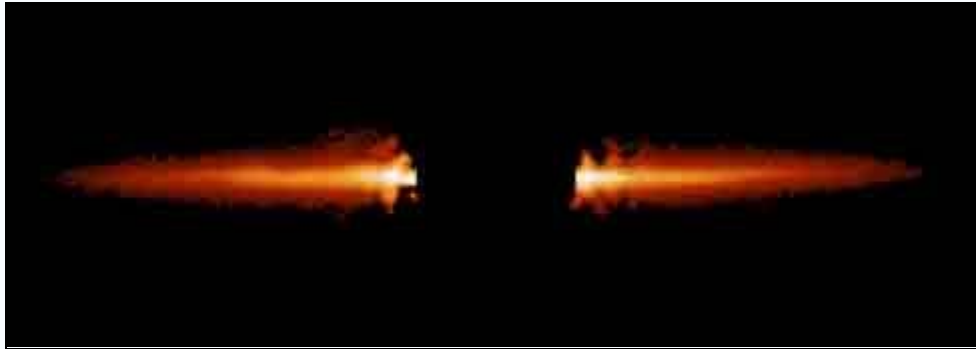


Рис. 3. Знімок, зроблений Космічним Телескопом Хаббла, демонструє світло, що розсіюється пиловим диском, який розташований навколо молодої зірки AU Microscopii. При цьому світло самої зірки заблоковане пилом. Вік зірки - всього 12 мільйонів років [2].

Вивчаючи поляризацію світла, розсіяного пилом, дослідники змогли обчислити пористість порошинок, яка виявилась подібною до пористості сухого снігу. Вдалося встановити, що порошинки лише на 3 відсотки складаються з льоду, решту простору займає порожнеча.

Всесвіт у першу мільярдну частку секунди свого народження

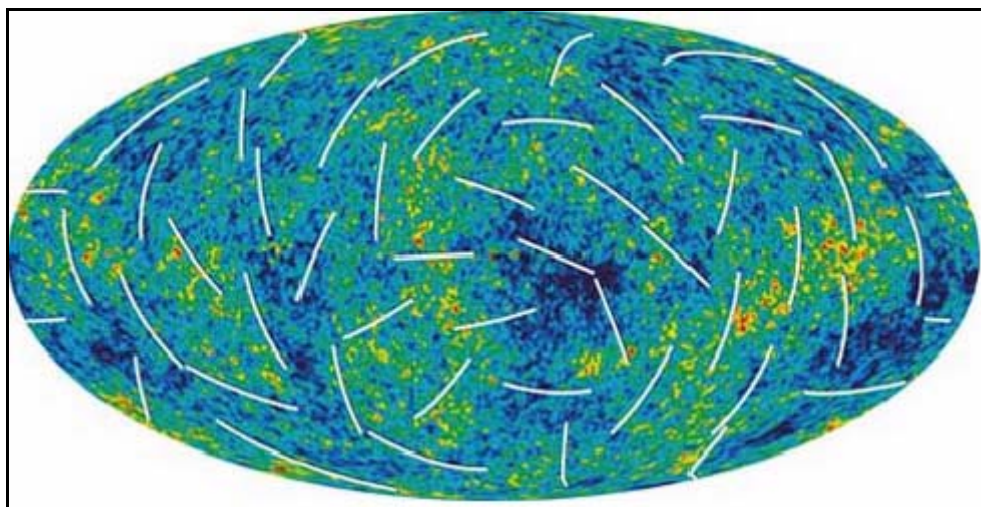


Рис. 4.

Карта на рис. 4 дає уявлення про структуру нашого Всесвіту у найраніший період його розвитку [3]. Білі лінії показують напрям поляризації радіохвиль реліктового випромінювання або космічного мікрохвильового фону. Кольори вказують на відмінності температури у фоні: червоний колір відповідає вищій температурі, синій колір відзначає області простору з нижчою температурою.

З цього малюнка очевидно, що вже на початкових стадіях розвитку Всесвіту у ньому зароджувалися майбутні структури, які потім перетворилися на зірки і галактики.

[За матеріалами NASA/WMAP]

Чи є водяний лід на Місяці?

У 1994 р. американський космічний апарат *Клементина* виконав картографування Місяця. Було отримано 1.8 мільйона цифрових зображень. Коли вчені вивчили дані *Клементини*, то прийшли до висновку про можливе існування льоду в деяких кратерах на південному полюсі Місяця, дно яких ніколи не освітлюється Сонцем. Це відкриття було підтверджене у 1998 р. космічним апаратом *NASA Lunar Prospector*. На зображеннях поверхні у районі південного полюса Місяця (рис. 5 та 6) вирізнялись деталі, які могли бути крижаними полями [4]. Проте питання про існування льоду на Місяці залишалося відкритим. Деяку ясність внесло вивчення поляризації радіохвиль.

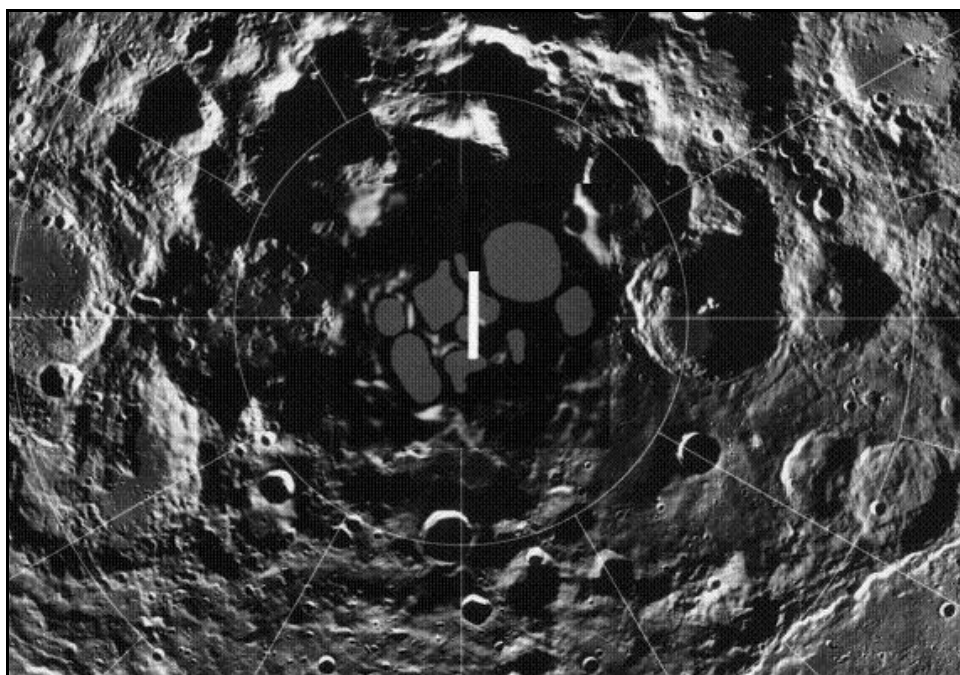


Рис. 5.

На рис. 6 зображено кратери *Shackleton* (А), 19 км в діаметрі, і *Shoemaker* (В), 51 км в діаметрі, які розташовані поблизу південного полюса Місяця. Цей знімок було зроблено у квітні 2005 р. методом радіолокації на хвилі довжиною 13 см за допомогою радіотелескопа обсерваторії Аrecібо в Пуерто-Ріко. Дослідники, очолювані професором Дональдом Кемпбеллом, ретельно проаналізували цей радарний знімок області навколо місячного південного полюса, де більш ранні зображення вказували на високі значення кругової поляризації, що у свою чергу могло вказувати на присутність водяного льоду. Вчені прийшли до висновку: досліджувані області все ж таки освітлюються Сонцем, температура там досягає $+117^{\circ}\text{C}$, тому лід повинен швидко випаровуватися (сублімувати). Отже, причиною високої поляризації є не присутність льоду, а характеристики матеріалу самого кратера.

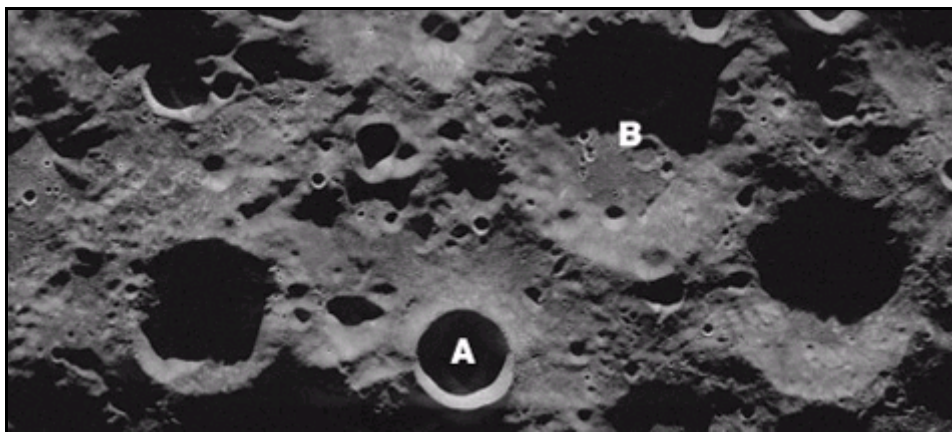


Рис. 6.

Лід був би цінним ресурсом для людської присутності на Місяці, але запаси льоду можуть існувати лише на достатній глибині, де температура не піднімається вище -170°C .

Література

1. Polarization, Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Polarizations>
2. NASA Hubble Space Telescope, <http://www.astronomy.com/asy/default.aspx?c=a&id=5006>
3. WMAP Mission. The Microwave Sky.
http://map.gsfc.nasa.gov/m_ig/060917/CMB_ILC_PolMap36.jpg
http://map.gsfc.nasa.gov/m_mm.html
4. The moon's South Pole: Very high resolution, radar images find rocks abundant, but no ice sheets. Press Release: October 18, 2006. Source: Cornell University.
<http://www.spaceref.com/news/viewpr.html?pid=21086>

(Огляд підготувала І.Верлюк)