

РОЗДІЛ 1: РОЗУМІННЯ ВЗАЄМОДІЙ МІЖ АТМОСФЕРОЮ ТА ГІДРОСФЕРОЮ: СПОРТИВНИЙ ВИКЛИК!

«Вандей Глоб» – одиночні яхтові перегони без сторонньої допомоги, що беруть початок у департаменті Вандея у Франції. Їх метою є обплисти довкола світу якомога швидше. Початковою і кінцевою точкою є Сабль-д-Оллон (відмічений на рис. 1А і позначений літерою А на рис. 1б). Регата розпочалася 6 листопада 2016 р. Армелъ Ле Кліч став переможцем, встановивши новий рекорд 74 дні безперервного плавання. Складність, особливо під час одиночного плавання, полягає у тому, щоб визначити маршрут, за яким вітер завжди сприятливий, тобто дме у корму судна.

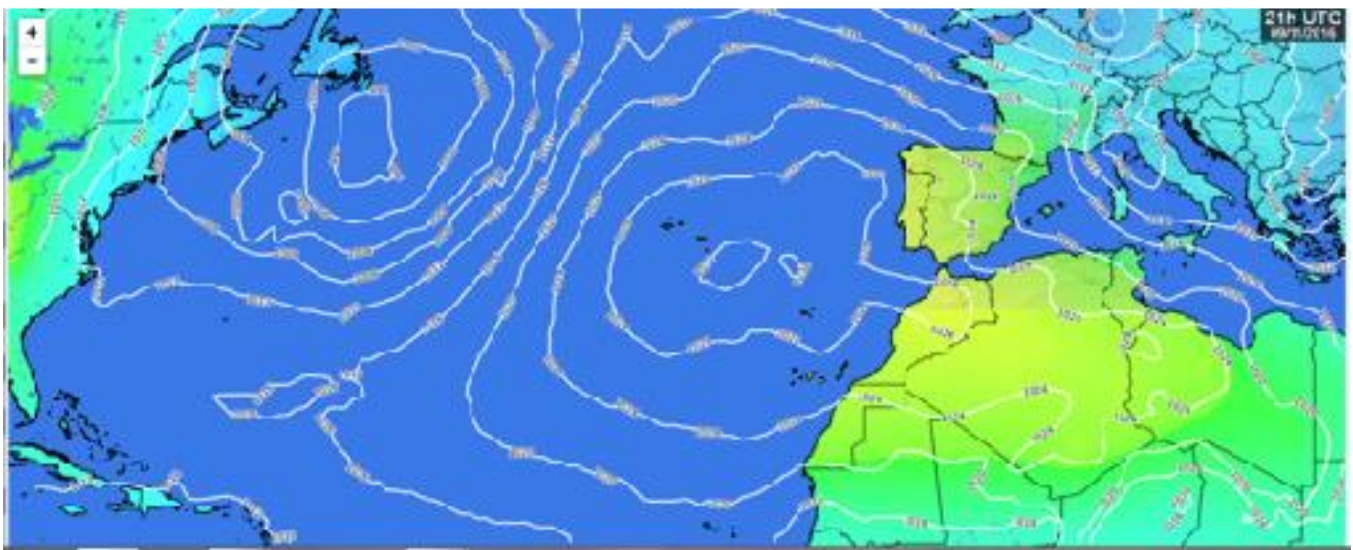


Рис. 1: (А) Карта відображає маршрут регати «Вандей Глоб». (В) Барометрична карта північної частини Атлантичного океану з відміченими точками (див. питання).

Питання 1. Яхти намагаються якнайкраще скористатися з переважаючих вітрів. Спираючись на Ваші знання щодо напрямів вітрів, що спричиняються різними повітряними масами, укажіть який з маршрутів буде найшвидшим для учасників щоб дістатися островів Кабо-Верде (Е). Барометричні умови, відображені на наведеній вище карті, лишатимуться незмінними впродовж одного тижня: (можлива лише одна відповідь)

- 1 – Траекторія АКGE
- 2 – Траекторія АКBE
- 3 – Траекторія АКDE
- 4 – Траекторія АМРСНЕ

Питання 2: Див. рис. 1. У той же час, мореплавець вирішує обрати маршрут Рабат (R) – Нью-Йорк (Y). Який варіант маршруту буде найшвидшим? (Можлива лише одна відповідь)

- 1 – RGDHY
- 2 – RBDCY
- 3 – RGDPY
- 4 – RKDHY

На рисунку, поданому нижче, показано розташування учасників регати через 10 днів плавання. Група яхт (обведених колом), здається, відстала і рухається зі швидкістю 2.5 вузла (довідка: 1 вузол еквівалентний швидкості трохи меншій за 2 км/год).

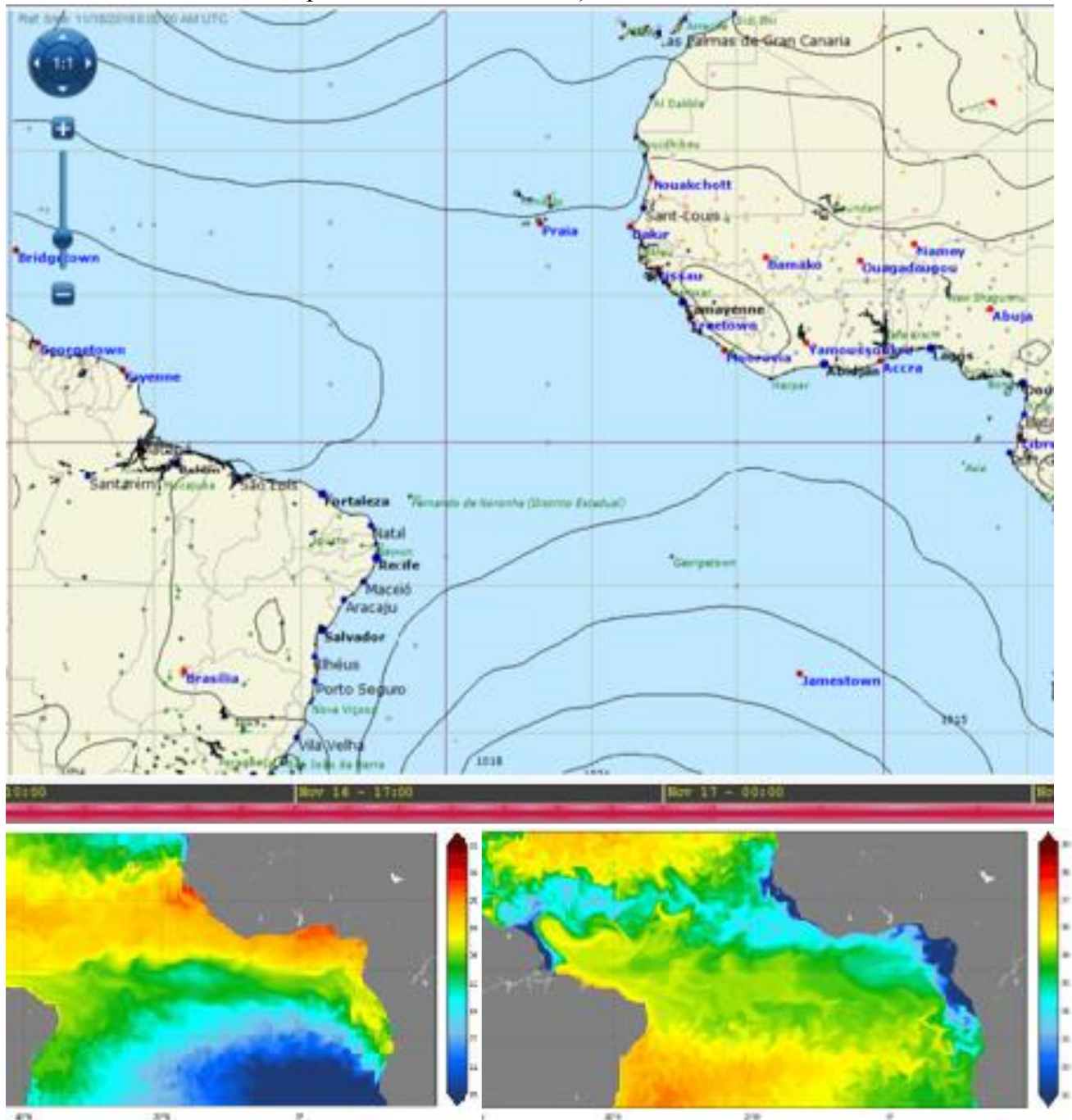


Рис. 2: Зона проходження регати у Атлантичному океані. (А) – інтервал між ізобарами на барометричній карті складає 3 гПа. (В) – карта температури води у градусах Цельсія. Карта солоності води у г/л.

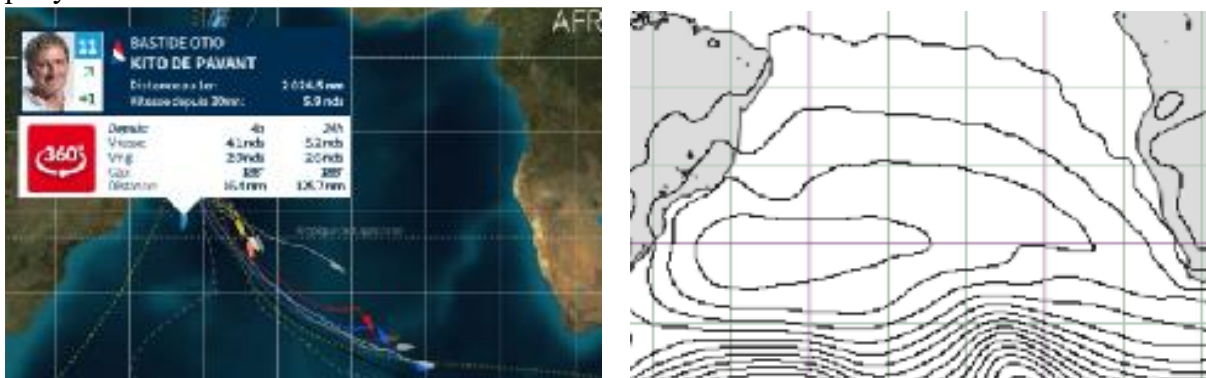
Питання № 3: Який з наведених нижче варіантів найкраще пояснює ситуацію, у якій моряки змушені рухатися з малою швидкістю? (Можлива лише одна відповідь)

- 1- Висока температура води заважає формуванню вітру
- 2- Мореполавці перетинають зону зустрічного вітру
- 3- Вода надзвичайно солоні і її в'язкість уповільнює рух мореполавців
- 4- Мореполавці опинилися у зоні надзвичайно слабких вітрів

Питання 4: Див. рис. 2С. Зона між тропіками характеризується солоністю води, що відрізняється від середніх значень (зелені зони). Оберіть найбільш очевидну причину: (можлива лише одна відповідь)

- 1- Води великих рік знижують солоність океанічної води
- 2- У тропічних антициклоніальних зонах температура повітря нижча, а отже і випаровування слабкіше
- 3- Опади мають більше значення у екваторіальній конвергентній зоні, що зменшує солоність води
- 4- Характерні для екваторіальної конвергентної зони сильні вітри спричиняють підйом глибинних вод, що підіймає менш солону воду на поверхню.

Уникання областей, закритих від вітру було завданням усіх учасників. Кіто де Паван, наш мореплавець для IESO 2017, застряг на кілька днів у області, змальовані на нижче наведених рисунках:



Таблиця з рис:

3	4 год	24 год
Швидкість	4.1 вузлів	5.2 вузлів
Середня швидкість	2 вузли	2.6 вузлів
Напрямок	188°	188°
Відстань	16.4 мор. миль	125.7 мор. миль.

Рис. 3: Карта, на якій відображено розташування учасника Кіто де Павана (блакитна стрілка) та інших мореполавців станом на 2 грудня 2016 р. (А) – Карта розташування, що показує, окрім іншого, зміну у його швидкості (у вузлах), впродовж останніх 24 годин. Відстані позначені у морських милях (мм), 1 мм = 1.85 км. (В) – барометрична карта області проведення регати станом на 12 грудня 2016 р. Інтервал між ізобарами складає 3 гПа.

Питання 5: Опишіть проблему, з якою зіткнувся Кіто де Паван у даній області: (можлива лише одна відповідь)

- 1- Його яхта знаходилася у центрі депресії, що характеризується браком вітру
- 2- Його яхта була у центрі антициклону, що характеризується браком вітру
- 3- Його яхта знаходилася у центрі депресії, що характеризується смугою незначного зниження рівня океанічної води, що сповільнює рух судна

Питання 6: Вітри, що циркулюють навколо антициклону у південній півкулі (можливо кілька варіантів)

- 1- Обертаються за годинниковою стрілкою
- 2- Обертаються проти годинникової стрілки
- 3- Дужчають при наближенні до центру антициклону
- 4- Слабшають при наближенні до центру антициклону

Перетинаючи протоку Дрейка південніше мису Горн (крайня південна точка Південної Америки) 25 грудня 2016 р., океанографічна служба здійснювала заміри залежності температури та солоності води від глибини уздовж перерізу між південною крайньою точкою Південної Америки і найпівнічнішою точкою Антарктичного півострова.

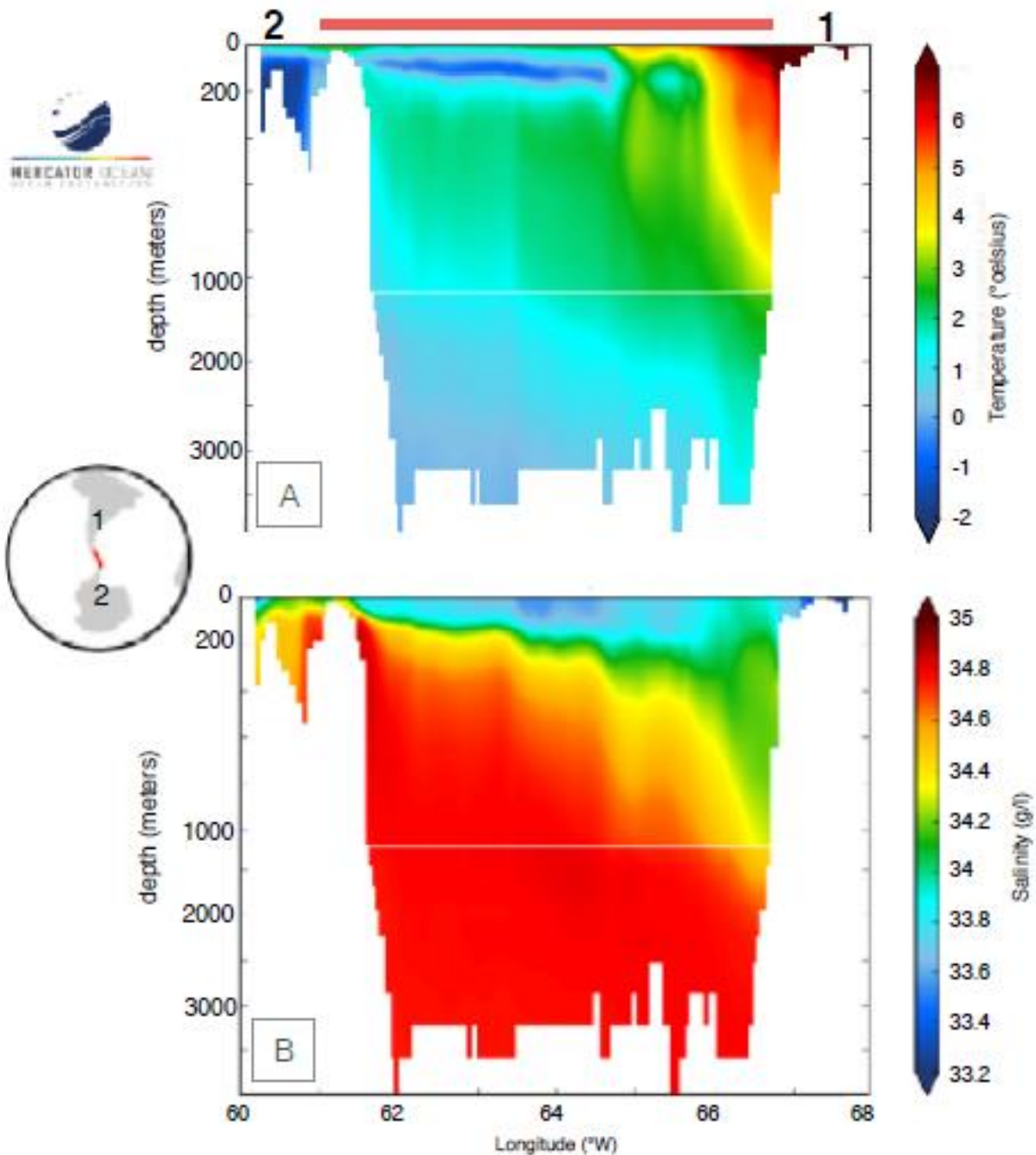


Рис. 4: Графік зміни температури (A) і солоності (B) океанічної води уздовж лінії, що проходить через протоку Дрейка (показану на вставці, що відображає вигляд земної кулі над Південним полюсом).

Питання 7: Див. рис.4. Можна стверджувати, що на 62.5^0 зх. довготи (можлива лише одна відповідь)

- 1- Градієнти температури і солоності нормальні на усій глибині
- 2- Лише градієнт температури не є аномальним принаймні у одній області
- 3- Лише градієнт солоності є аномальним принаймні у одній області
- 4- Обидва градієнти є аномальними.

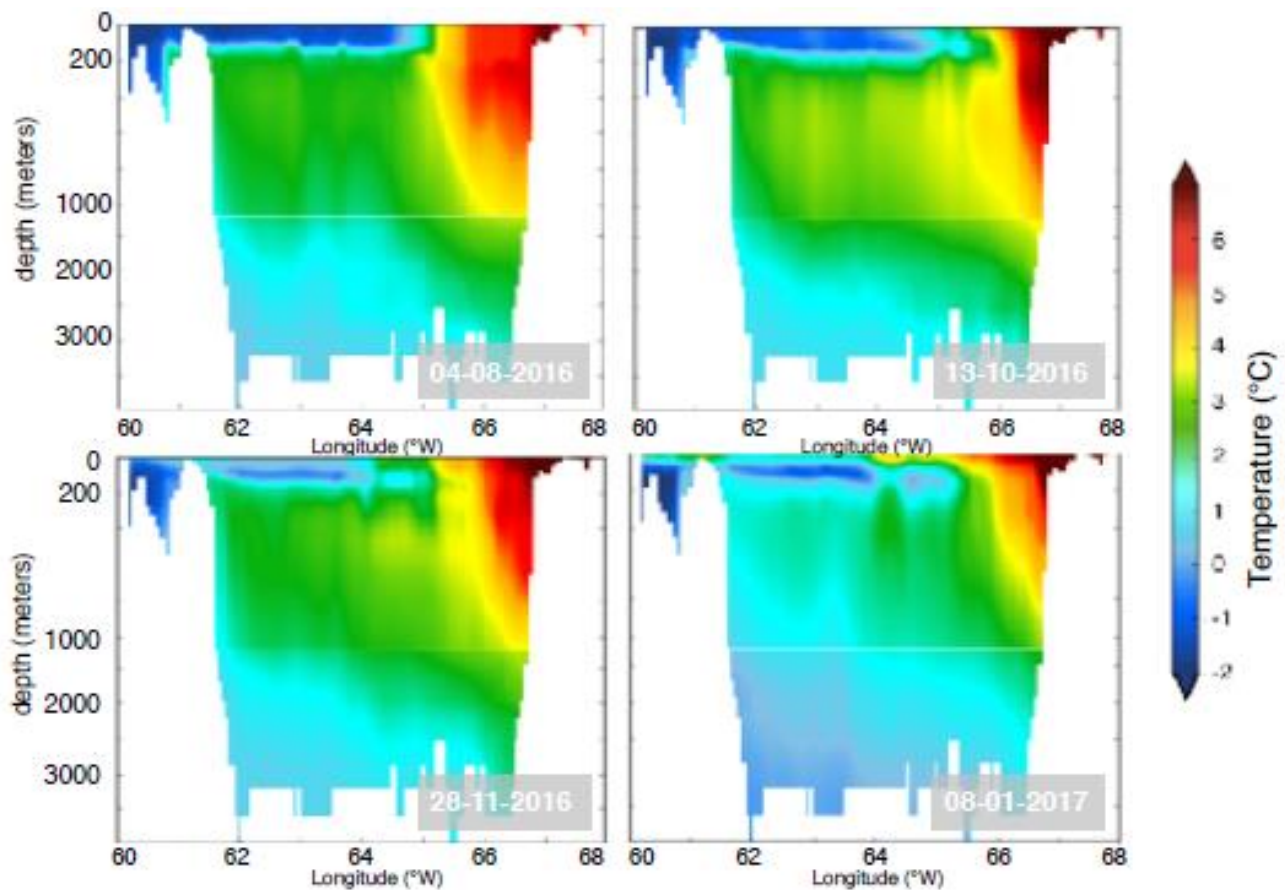


Рис.5: Температурні профілі у різні дати впродовж серпня 2016 р. – січня 2017 р. уздовж перерізів, позначених на рис. 4.

Питання 8: Див. рис. 4 і 5. Які з наступних тверджень вірні? (можливі кілька відповідей)

- 1- Впродовж серпня вода була холодніша на глибині 3000 м ніж на поверхні
- 2- дрейфуючий лід знаходився неподалік антарктичного узбережжя і досяг 64.5^0 зх.довготи на зазначеному перерізі впродовж серпня 2016 р.
- 3- Впродовж січня 2017 р. дрейфуючий лід був щільнішим і тому затонув
- 4- Нижні шари гідросфери складаються з холоднішої і більш солоної води, тому що вона щільніше

Проходячи повз узбережжя Намібії, мореплавці зустріли численні рибальські човни, що прямували до Африканського узбережжя. Справді, у цьому регіоні спостерігаються скупчення риби.

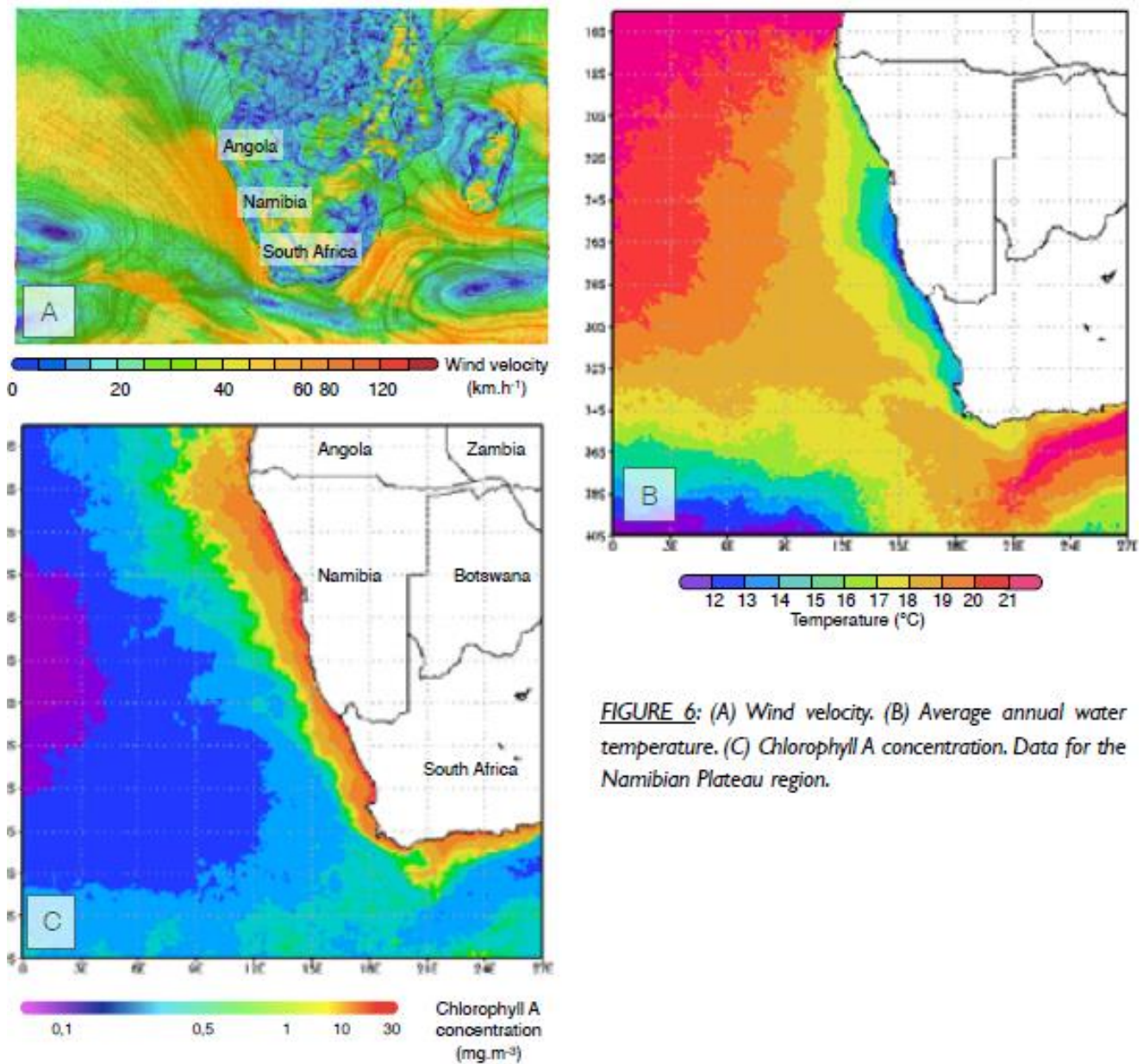


FIGURE 6: (A) Wind velocity. (B) Average annual water temperature. (C) Chlorophyll A concentration. Data for the Namibian Plateau region.

Рис. 6: (А) Швидкість вітру. (В) Середня річна температура води. (С) Концентрація хлорофілу А. Наведені дані характеризують район Намібійського шельфу.

Питання 9: Див. рис.6. Виберіть усі правильні із наведених нижче тверджень: (можливі кілька відповідей)

- 1- Океанічна вода ближче до узбережжя Намібії є теплішою ніж більш віддалені води.
- 2- Ця температурна аномалія уздовж узбережжя Намібії пов'язана із підйомом води з глибини.
- 3- Рушійною силою цього підйому води є різниця температур між глибокими та мілкими водами.
- 4- Рушійною силою цього підйому води є вітер на поверхні.
- 5- Тепла вода спричиняє високий рівень первинної продуктивності, що призводить до багатства трофічних ланцюгів, а отже і великої кількості риби.
- 6- Високий рівень первинної продуктивності пов'язаний із зростанням рівня поживних речовин, що підтримує багатий харчовий ланцюг.

Питання 10: Намібійський та Ангольський континентальний шельф відомий великою кількістю викопного палива (нафти, газових гідратів). Географія, метеорологічні та кліматичні умови лишалися приблизно однаковими впродовж кількох сотень тисяч років. Південно-західне узбережжя Африки залишалося пустелею. Виберіть, котрі з наведених нижче тверджень є вірними: (можливі кілька відповідей)

- 1- Велика кількість планктону і багатство харчового ланцюга є необхідними складовими для формування вуглеводнів.
- 2- Нафта утворюється на дні Атлантичного океану і підіймається завдяки підйому води.
- 3- Органічна речовина з континенту (мертві тварини і речовина рослинного походження) відкладається на континентальному шельфі і становить головне джерело вуглеводнів.
- 4- Органічна речовина планктону, що накопичується на континентальному шельфі, повинна знаходитися в умовах браку кисню, щоб перетворитися на вуглеводні.

Мореплавець Кіто де Паван викинув за борт GPS буй під назвою IESO 2017, коли перетинав екватор 17 листопада 2016 р. Цей плаваючий буй дрейфував виключно завдяки морським течіям і щогодини передавав свої координати.

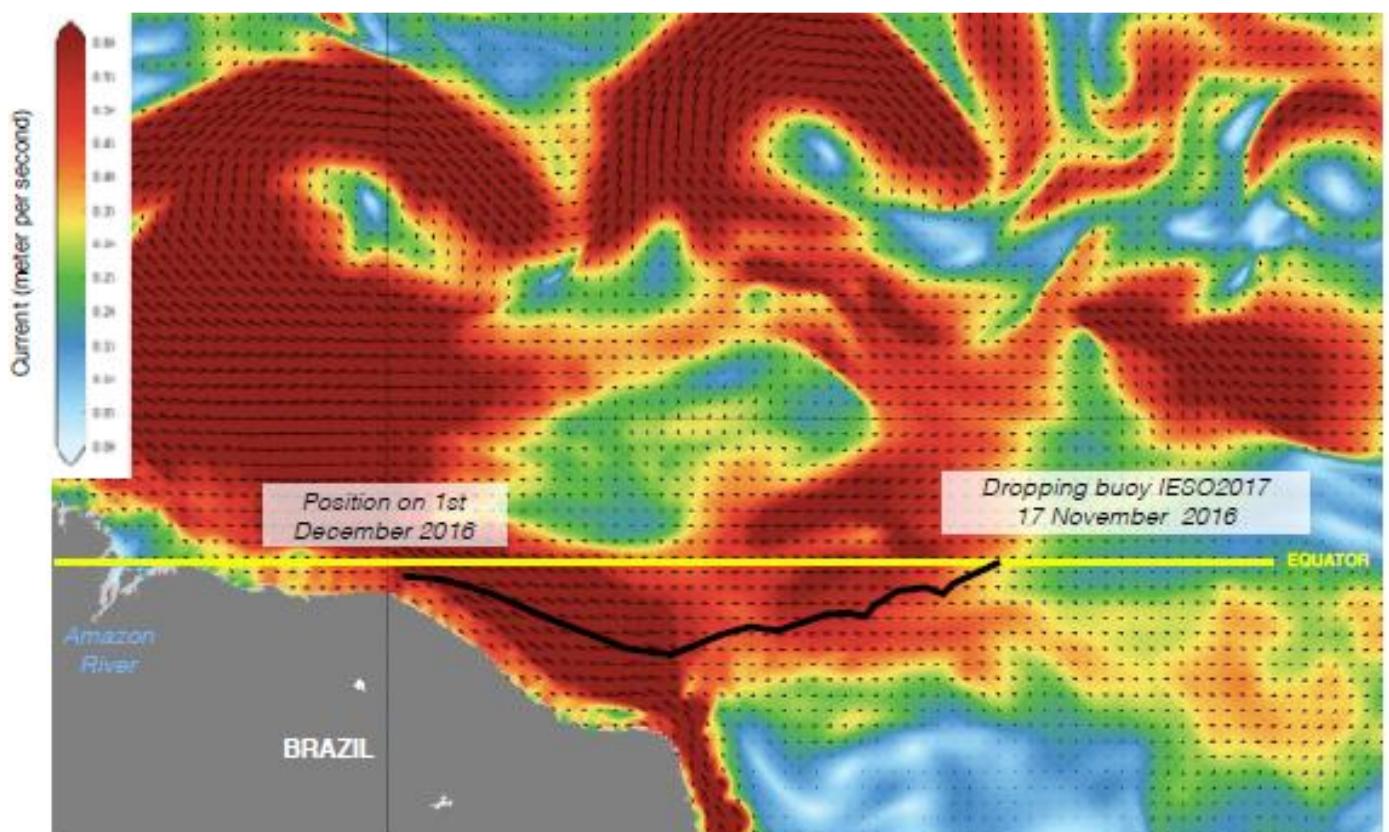


Рис. 7: Карта екваторіальної частини Атлантичного океану. Чорною лінією позначено траєкторію руху буя IESO 2017 у період з 17 листопада 2016 р. по 1 грудня 2016 р. Буй було спущено шкіпером Кіто де Паваном. Кольорами позначено силу течій, тоді як стрілками позначено напрям. Течія, яку видно на карті, має назву «Екваторіальна течія».

Питання 11: Див. рис.7. Оберіть, які з наступних тверджень є вірними (можливі кілька відповідей)

- 1- Течія, що несе буй, спричинена південним пасатом.
- 2- Течія, що несе буй, спричинена різницею температури між східною та західною частинами Атлантики.
- 3- Течія, що несе буй, спричинена різницею солоності між східною та західною частиною Атлантики.
- 4- Течія, що несе буй, спричинена різницею рівня води у східній та західній частині Атлантики
- 5- Напрямок течії, що несе буй, зазнає впливу сили Коріоліса



Рис. 8: Карта, що відображає кінцеву стадію плавання буя між 15 грудня 2016 р. і 4 січня 2017 р. Кожен символ відповідає щоденному розташуванню у один і той же час (опівночі).

Питання 12: Аналізуючи шлях буя поблизу південно-американського узбережжя (рис.8), оберіть правильне твердження: (можлива лише одна відповідь)

- 1- Швидкість є сталою, а траєкторія стає паралельною до узбережжя
- 2- Швидкість є сталою, а на траєкторію не впливає наближення до узбережжя
- 3- Швидкість зменшується із наближенням буя до узбережжя через прісноводну течію, що опирається океанічній течії
- 4- Швидкість знижується із наближенням буя до узбережжя через зменшення глибини води
- 5- Швидкість зростає із наближенням буя до узбережжя через прісноводну течію, що опирається океанічній течії
- 6- Швидкість зростає із наближенням буя до узбережжя через зменшення глибини води

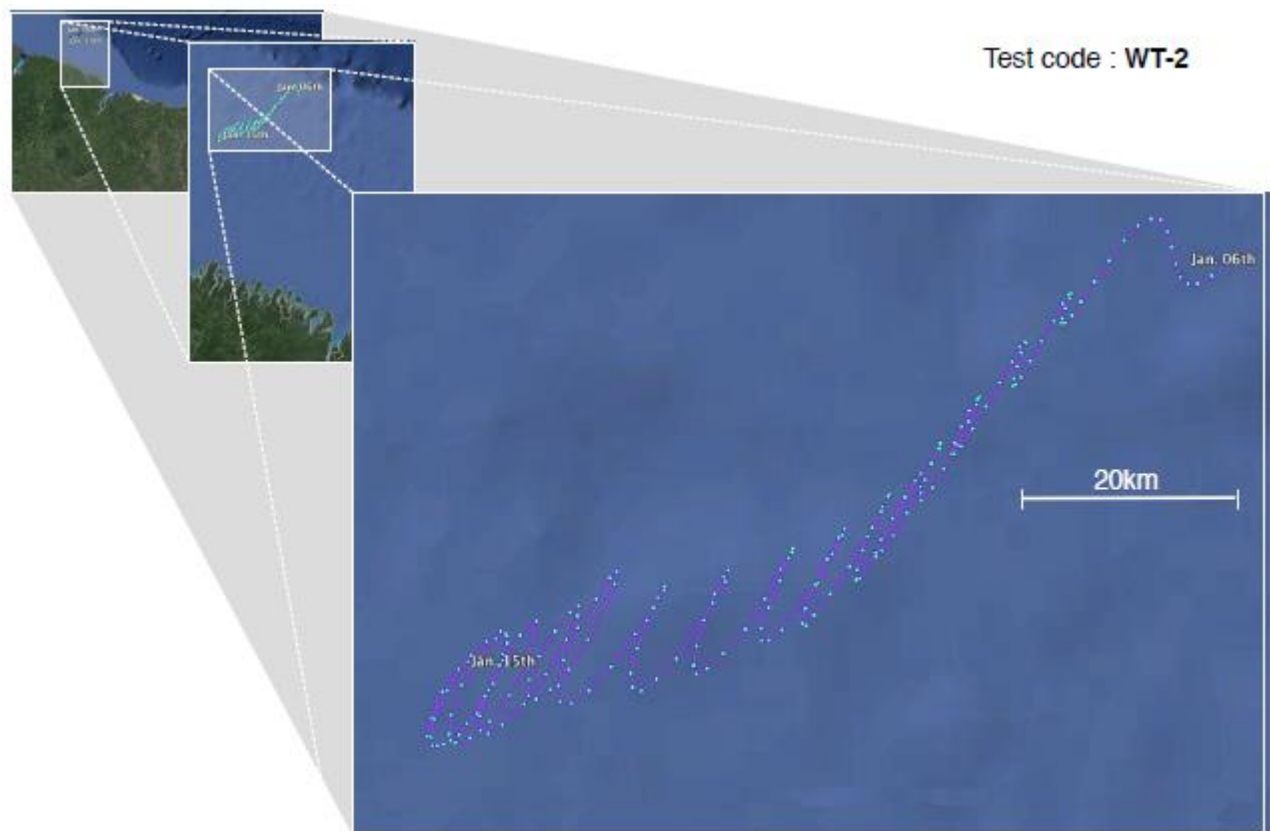


Рис.9: Траекторія руху буя поблизу південно-американського узбережжя. Геолокація вимірювалася щогодини.

Питання 13: Див. рис. 9 і оберіть твердження, що найкраще описує поведінку буя. Явище, що спостерігається, здається, має періодичний характер і має середній період ... (можлива лише одна відповідь)

- 1- 6 годин
- 2- 12 годин
- 3- 24 години

Питання 14: З-поміж можливих причин, наведених нижче, оберіть найбільш імовірну. Цей конкретний вигляд траєкторії обумовлений ... (можлива лише одна відповідь)

- 1- Турбулентними течіями, спричиненими різницею солоності між материковими та океанічними водами
- 2- Турбулентними течіями, спричиненими різницею температури материкових та океанічних вод
- 3- Припливно-відпливними течіями

РОЗДІЛ 2: СТОЯЧИ НА ЗЕМЛІ, ДИВЛЯЧИСЬ НА ПЛАНЕТИ

Впродовж регати, мореплавець Кіто де Паван мав нагоду спостерігати різні фази Місяця. Як ми можемо зрозуміти що саме він міг бачити?

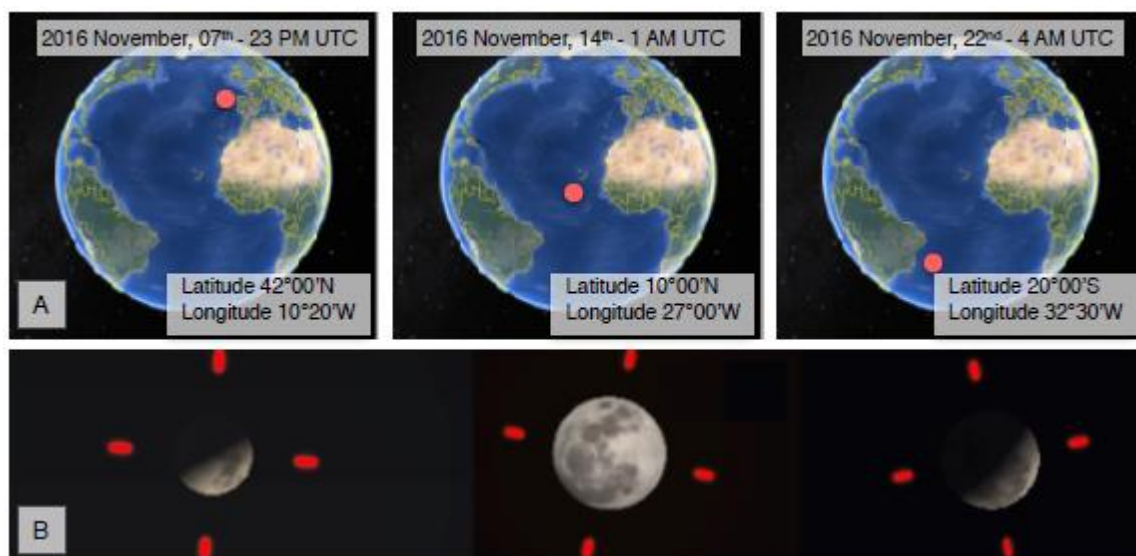


Рис. 10: (А) Місця знаходження мореплавця Кіто де Павана впродовж листопада 2016 р. (В)Зображення Місяця, що його бачив шкіпер з відповідних місць знаходження.

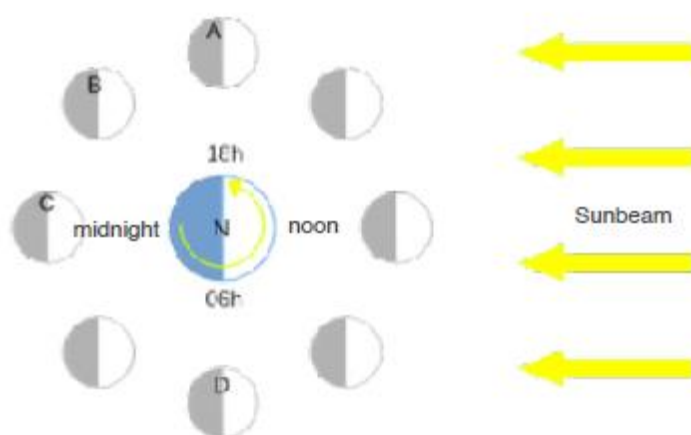


Рис. 11: Фази місяця як функція від трьох тіл (Сонце, Земля, Місяць)

Питання 15: Див. рис.11. У ніч із 7 на 8 листопада, розташування Місяця відносно системи Земля-Сонце позначено літерою ... (можлива лише одна відповідь)

- 1- A
- 2- B
- 3- C
- 4- D

Питання 16: У ніч з 14 на 15 листопада, Місяць досяг 90° . Ця ситуація ... (можливі кілька відповідей)

- 1- Може спостерігатися лише з області між тропіками
- 2- Можлива лише при повному місяці
- 3- Можлива у будь-де на Землі кожен раз, коли місяць повний
- 4- Є вкрай рідкісною і трапляється не частіше двох раз на рік у заданій точці.

Питання 17: Місяць, що його бачив мореплавець у ніч 7 та 22 листопада був дуже подібним. Це пояснюється тим, що ... (лише одна відповідь)

- 1- Синодичний період обертання Місяця становить приблизно 14 діб.
- 2- Сидеричний період обертання Місяця становить приблизно 28 діб. Відповідно, можна побачити однакову фазу посередині цього періоду через 14 днів
- 3- Перша і остання чверть виглядають однаково тому що вони спостерігаються з різних півкуль
- 4- Перша і остання чверті виглядають однаково, тому що вони спостерігаються у різний час ночі

Питання 18: Повний місяць 14 листопада можна було спостерігати між 18:00 та 6:00 годинами. Оберіть вірне твердження: (можлива лише одна відповідь)

- 1- Так завжди трапляється при повному місяці.
- 2- Це надзвичайно рідкісне явище. У більшості випадків, його можна побачити починаючи з опівдня.
як трапилося виключно тому, що спостереження відбувалося поблизу екватора.

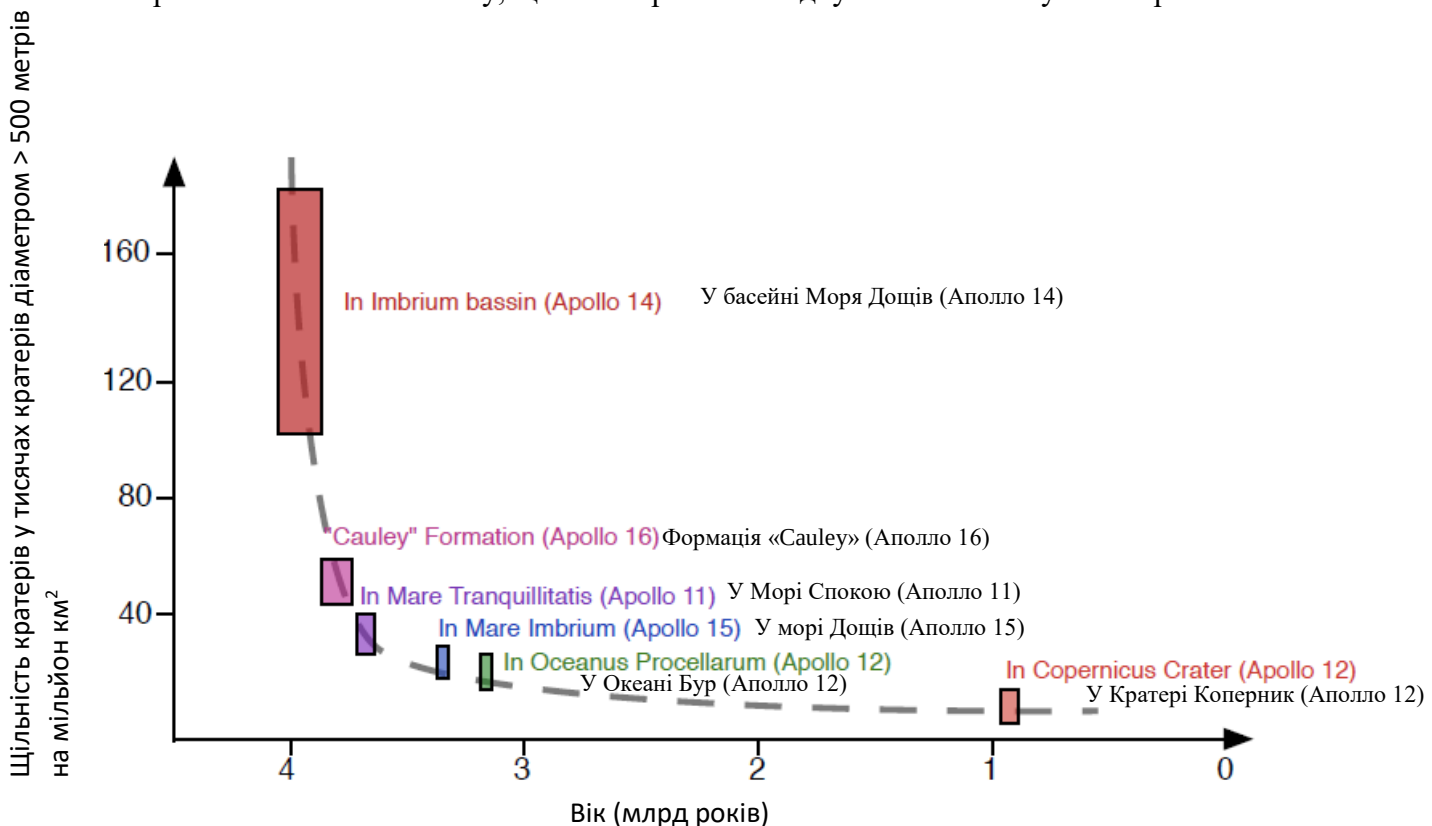


Рис. 12: Кількість кратерів на місячній поверхні та вік поверхні. Пунктирна крива найкраще відповідає даним спостережень (прямокутники)

Питання 19: На рис. 12 показано гіперболічне відношення між щільністю місячних кратерів та віком ураженої поверхні. Які з наступних змінних впливають на конкретний профіль зворотної залежності? (можливі кілька відповідей)

- 1- Скорочення кількості уражаючих об'єктів з часу виникнення Сонячної системи
- 2- Тектоніка, що відновлює планетарну поверхню
- 3- Відстань від планети до астероїдного поясу і поясу Койпера
- 4- Період проходження орбіти та період обертання довкола власної осі відповідної планети
- 5- Температура поверхні, що уражається
- 6- Розмір планети, що уражається

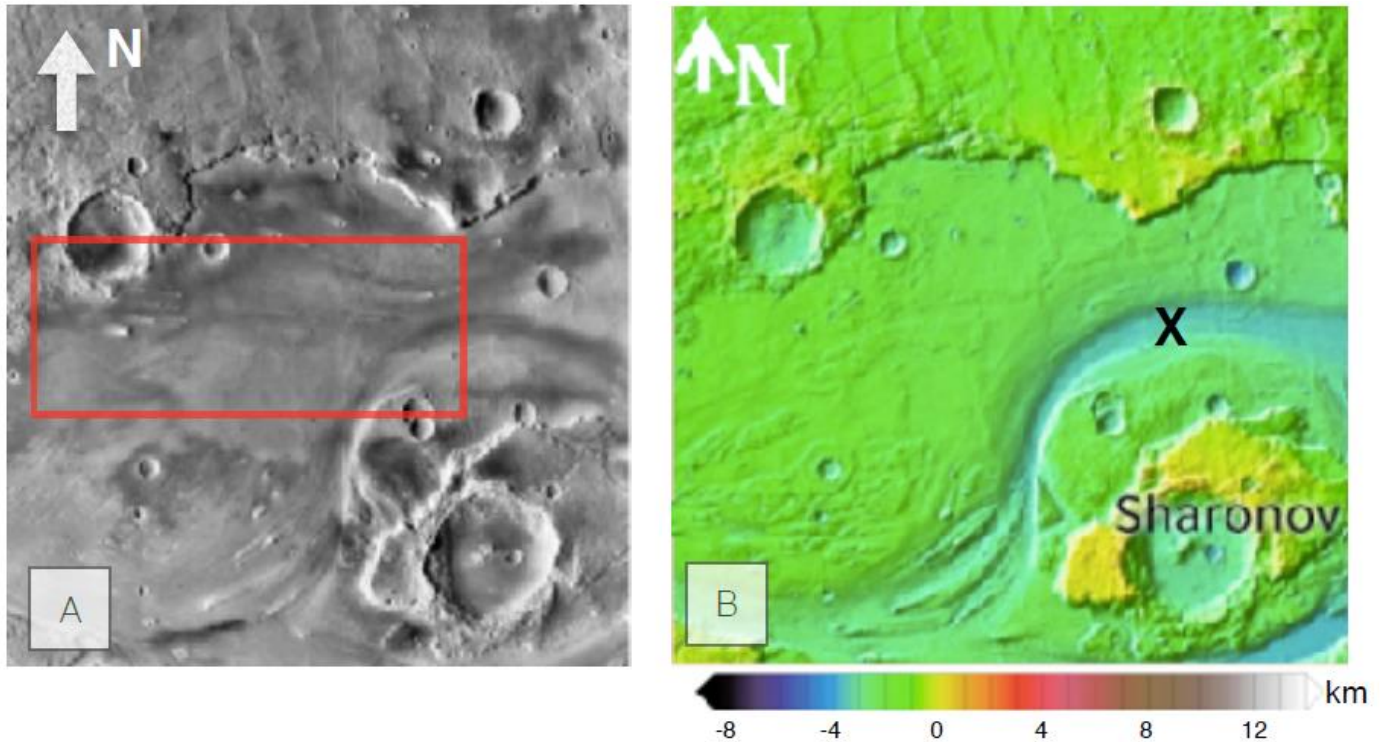


Рис. 13: Розташування системи каньйонів Kasei Valles на планеті Марс. (А) Супутникові знімки даного району. Діаметр кратера Шаронов складає 100 км. (В) топографічне зображення цього ж району.

Питання 20: Ріка, що сформувала систему Kasei Valles у точці X тече у ... напрямку: (можлива лише одна відповідь)

- | | |
|---------------|-----------------------|
| 1- Південному | 5- Південно-східному |
| 2- Північному | 6- Північно-західному |
| 3- Східному | 7- Південно-західному |
| 4- Західному | |

Питання 21: З малими кратерами сполучені малі смужки, обмежені червоним прямокутником на рис. 13А. Загальноприйнятим поясненням є наявність вітрів. Які їх напрями? (можлива лише одна відповідь)

- 1- На захід та північний захід
- 2- На захід та південний захід
- 3- На схід та північний схід
- 4- На схід та південний схід

Питання 22: Див. рис. 13. На рисунку можна побачити низку геологічних подій, які можна ідентифікувати як: А – Течія ріки, В – Малі кратери, С – Великі кратери на північному заході, D- Розлом на півночі, Е – вітрова смуга.

Серед варіантів відносної хронологічної послідовності (від найдавнішої до наймолодшої) цих подій, оберіть вірний: (можлива лише одна відповідь)

- | | |
|--------------|--------------|
| 1- A/B/C/D/E | 3- D/C/A/B/E |
| 2- A/C/D/E/B | 4- C/D/B/E/A |

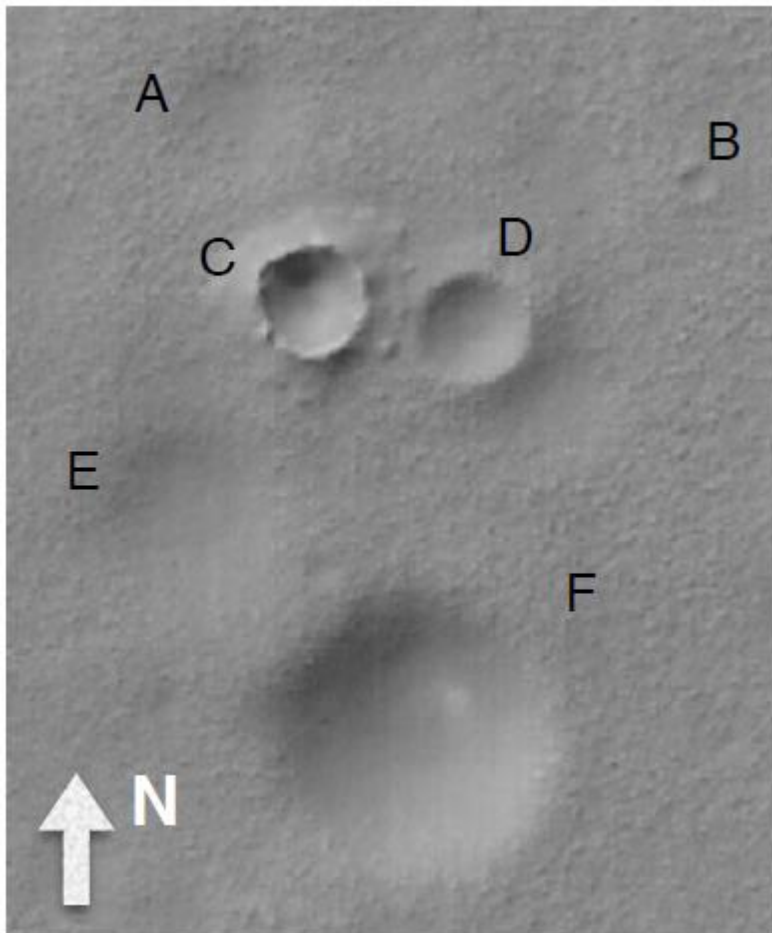


Рис. 14: Супутниковий знімок району на Марсі, що носить назву Sonia Planum. Знімки зроблено за допомогою камери Mars Orbiter Camera (MOC), встановленої на апараті місії Mars Surveyor (MGS).

Питання 23: Див. рис.14. У якому з варіантів наведено вірну послідовність відносного віку (від найдавнішого до наймолодшого) кратерів? (можлива лише одна відповідь)

- | | |
|----------------|----------------|
| 1- A/B/C/D/E/F | 5- A/E/F/B/D/C |
| 2- E/F/D/C/B/A | 6- C/D/B/F/E/A |
| 3- C/D/B/A/E/F | 7- D/A/E/C/B/F |
| 4- F/E/A/B/D/C | 8- B/D/E/F/A/C |

Питання 24: На Венері, Землі та Марсі кратерів менше ніж на Місяць чи Меркурії ... (лише одна відповідь)

- 1- Тому що у ці планети вдаряється менша кількість метеоритів.
- 2- Через вулканізм, що відновив поверхні.
- 3- Тому що Земля захищена Місяцем
- 4- Через ерозію

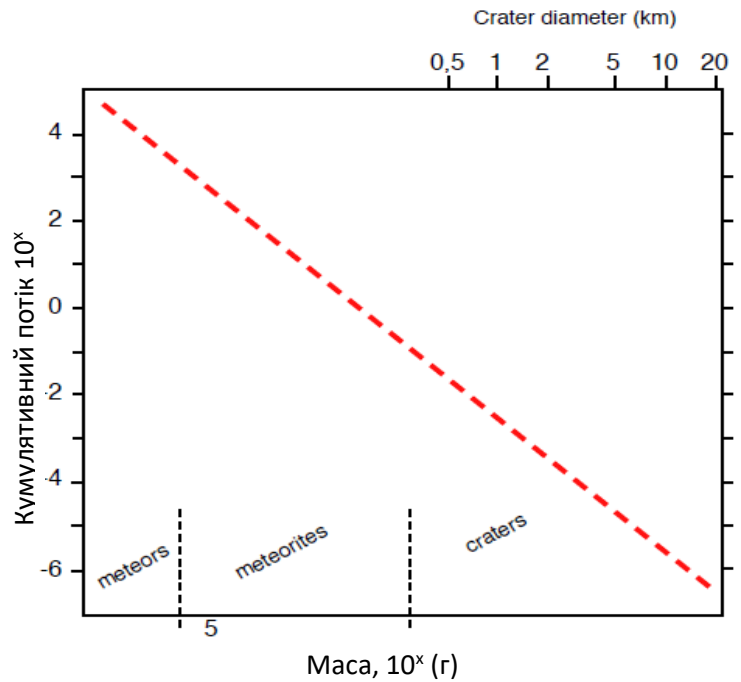


Рис. 15: На діаграмі зображено шкалу Хьюза. Маса тіл, діаметр кратерів, а також повторюваність зіткнень корелюють між собою. Указані значення відносяться до тіл, що наближаються до Землі зі швидкістю приблизно 15.4 км/с.
Джерело: Хьюз (1992),
Space Science Reviews.

Питання 25: Згідно зі шкалою Хьюза (рис. 15), тіло, що створює кратер діаметром 5 км на поверхні Землі, відповідає масі ... (лише одна відповідь)

- 1- 100 кілотон
- 2- 0.1 мегатон
- 3- 10 мегатон
- 4- 1 гігатон

Питання 26: Одне таке тіло вдаряється у Землю із частотою ... (лише одна відповідь)

- 1- раз у кожне сторіччя.
- 2- раз у кожному 10 000 років.
- 3- раз у кожен мільйон років.

Питання 27: Виберіть чинники, що визначають розмір метеоритного кратеру на Землі: (можливі кілька відповідей)

- 1- форма тіла.
- 2- маса тіла.
- 3- кількість льоду на тілі.
- 4- швидкість тіла.
- 5- щільність лісу у місці зіткнення.
- 6- погода

Питання 28: Див. рис. 15. Удар силою $M=5.5$, менш ніж за 100 км від сейсмологічних станцій, спричинив вібрації з амплітудою надто великою для того, щоб точно її зафіксувати (явище насичення). Щорічна частота ударів силою «М» на Марсі виражається як $R(M) = 100 \times 10^{(3.5-M)}$; радіус Марса складає 3376 км. Розрахуйте річну імовірність того, що така подія трапиться: (лише одна відповідь)

- 1- 2.9%
- 2- 100%
- 3- 33%
- 4- 0.02%

РОЗДІЛ 3: ДИВИВИЖНИЙ СУПУТНИК САТУРНА

Енцелад – один із семи найбільших супутників Сатурна. У таблиці 1 наведено деякі вражаючі характеристики цього небесного тіла. Зверніть увагу, що його надзвичайно чиста поверхня сприяє спостереженням за його комплексною топографією, що відображає геологію, котру вкрай важко пояснити для об'єкта таких розмірів. Метою є пояснити можливу поточну геологічну діяльність.

Characteristics of Enceladus					
Physical parameters				Chemical parameters	
Diameter (km)	Density (g cm^{-3})	Gravity (m s^{-2})	Temperature of the surface (K)	Composition in volume	Atmosphere
500	1.2	0.06	73	10% silicates 90% water	Trace (H_2O)

Діаметр, км Щільність (г/см^3) Сила тяжіння (м/с^2) Температура поверхні (К) Склад за об'ємом Атмосфера –
Сліди H_2O

Табл.1: Фізичні та хімічні параметри Енцелада

Питання 29: Беручи до уваги, що Енцелад пройшов стадію диференціації, обчисліть радіус силікатного ядра цього супутника: (лише одна відповідь)

- 1- 85 km.
- 2- 100 km.
- 3- 115 km.
- 4- 140 km.

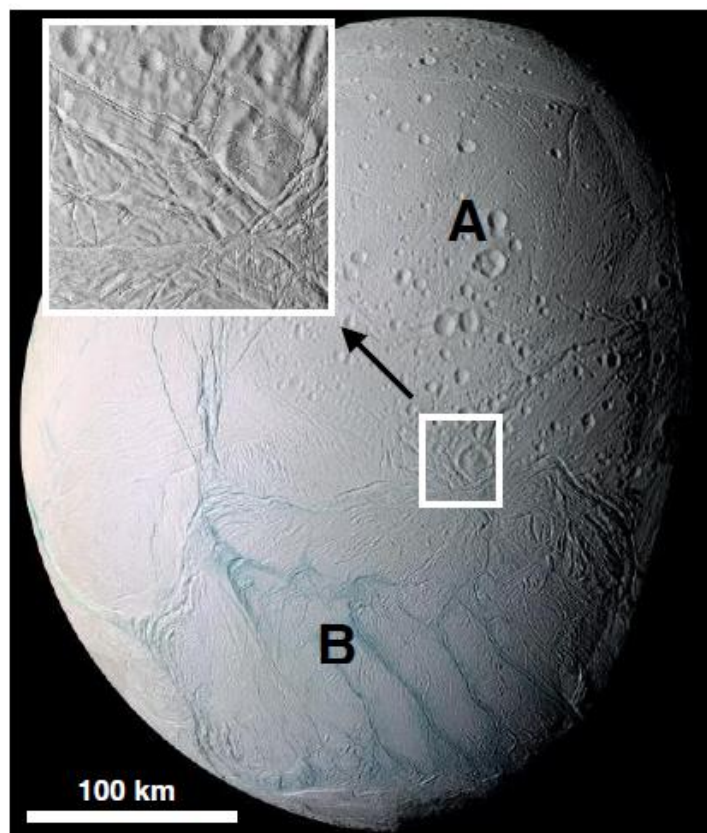


Рис. 16: Супутниковий знімок Енцелада отримано за допомогою зонду Кассіні з висоти 1000 км 14 липня 2005 р. (джерело: planetterre.ens-lyon).

Зона А відповідає більшій частині планети, вкритій численними ударними кратерами. **Зона В** відповідає південному полюсу супутника, де можна побачити топографічний рельєф і численні складки. © 2005 NASA/JPL/Space Science Institute

Збільшений фрагмент, поданий на рис. 16, вказує на те, що структури зони перетинаються з кратерами. Зона В, таким чином, є молодшою, про що говорить повна відсутність кратерів. Учені припускають, що там має бути присутня внутрішня активність, що регулярно відновлює частину поверхні Енцелада.

Питання 30: Використовуючи приклад Землі для аналогії, вкажіть параметри, необхідні для визначення сучасної внутрішньої активності Енцелада: (можливі кілька відповідей)

- 1- Атмосферний тиск на поверхні Енцелада виміряний із зонду.
- 2- Температура поверхні виміряна із зонду.
- 3- Хімічний склад поверхні для визначення можливих вулканічних порід.
- 4- Магнітне поле.

Виходячи з характеристик Енцелада, єдиним видом енергії, що могла б підтримувати тектонічні процеси, є енергія сонця. Наведені нижче документи розкривають деяку специфіку його термічного стану.

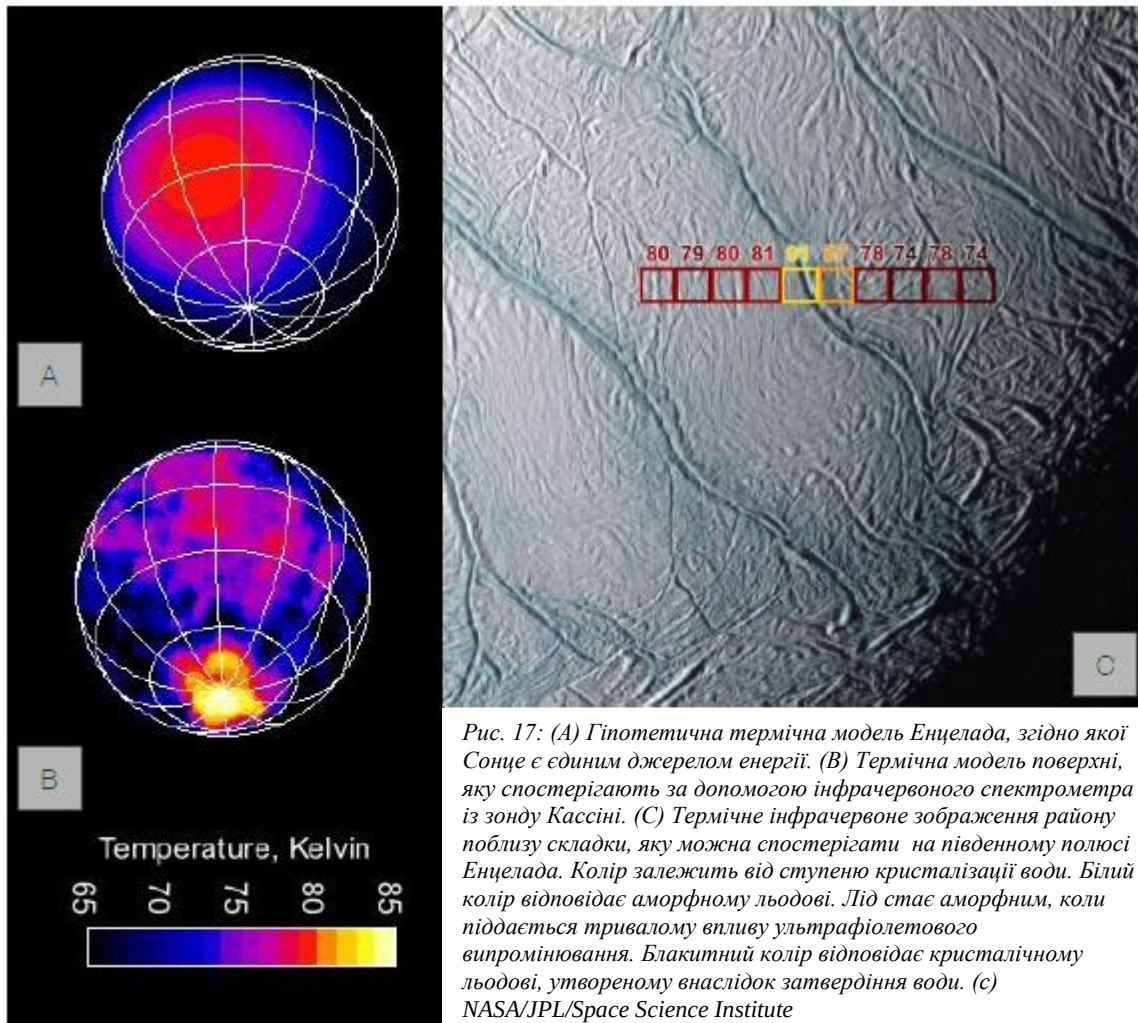


Рис. 17: (А) Гіпотетична термічна модель Енцелада, згідно якої Сонце є єдиним джерелом енергії. (В) Термічна модель поверхні, яку спостерігають за допомогою інфрачервоного спектрометра із зонду Кассіні. (С) Термічне інфрачервоне зображення району поблизу складки, яку можна спостерігати на південному полюсі Енцелада. Колір залежить від ступеню кристалізації води. Білий колір відповідає аморфному льодові. Лід стає аморфним, коли піддається тривалому впливу ультрафіолетового випромінювання. Блакитний колір відповідає кристалічному льодові, утвореному внаслідок затвердіння води. (с) NASA/JPL/Space Science Institute

© 2005 NASA/JPL/Space Science Institute

Питання 31: Див. рис. 17. Порівняння між гіпотетичними даними та даними, отриманими за допомогою спектрометра, свідчить, що ... (можлива лише одна відповідь)

- 1- Єдиним джерелом тепла для супутника є Сонце
- 2- Сонце знаходиться надто далеко і не впливає на температуру Енцелада
- 3- Існує істотне джерело тепла на екваторі супутника
- 4- Сонце впливає на температуру поверхні Енцелада, але є й інше джерело тепла, що знаходиться на південному полюсі.

Питання 32: Численні складки на поверхні південного полюсу корелюють з виявленими термічними аномаліями. Спостереження дають змогу зробити висновок, що складки є ... (лише одна відповідь)

- 1- Молодими тектонічними структурами, що стали видимими через присутність нещодавно сформованого льоду
- 2- Молодими тектонічними структурами, що мають термічні аномалії, котрі унеможливають існування води
- 3- Дуже давніми структурами, що є свідченням ерозії, спричиненої колишнім впливом текучих вод на поверхні супутника
- 4- Сучасними водотоками на поверхні супутника

Зонд Кассіні пролетів над загадковим південним полюсом Енцелада з метою проведення вимірів для визначення хімічного складу. З цією метою було активовано мас-спектрометр іонів та нейтральних часток (INMS) щоб виявити воду у її газоподібному стані, а також детектор часток аналізатора космічного пилу (CDA) для виявлення часток водяного льоду.

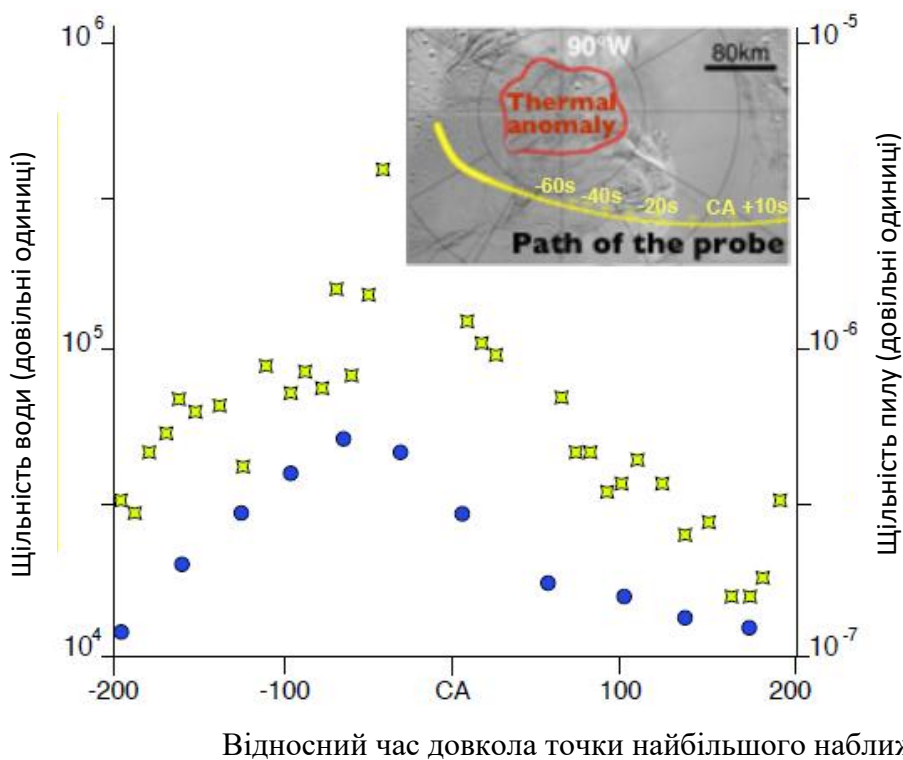


Рис. 18: На графіку показано інструментальні виміри з борту літального апарату Кассіні. Фрагмент фотографії показує траєкторію польоту зонду поблизу південного полюсу. Точкою найбільшого наближення (CA) є точка, у якій траєкторія польоту зонду була найближчою до поверхні. Жовті позначки відповідають щільності води згідно INMS, а блакитні – щільності пилу. Модифіковано з даних NASA/JPL/University інституту Michigan/Max Planck Institut 2005 ©

Питання 33: Див. рис. 18. Виміри із зонду Кассіні вказують, що: (можливі кілька відповідей)

- 1- Зонд зафіксував гомогенну присутність часток і водяної пари уздовж свого маршруту.
- 2- Зонд зафіксував дифузну зону (понад 100 км), де частки і водяна пара були виявлені у великих концентраціях. Зона відповідає найнижчій точці, у якій перебував зонд.
- 3- Зонд зафіксував вузьку зону, у якій частки і водяна пара мають високу концентрацію. Зона відповідає області поблизу термічної аномалії на південному полюсі.
- 4- За межами зони високої концентрації, скрізь присутня невелика кількість водяної пари і часток. Енцелад має тонкий шар атмосфери.

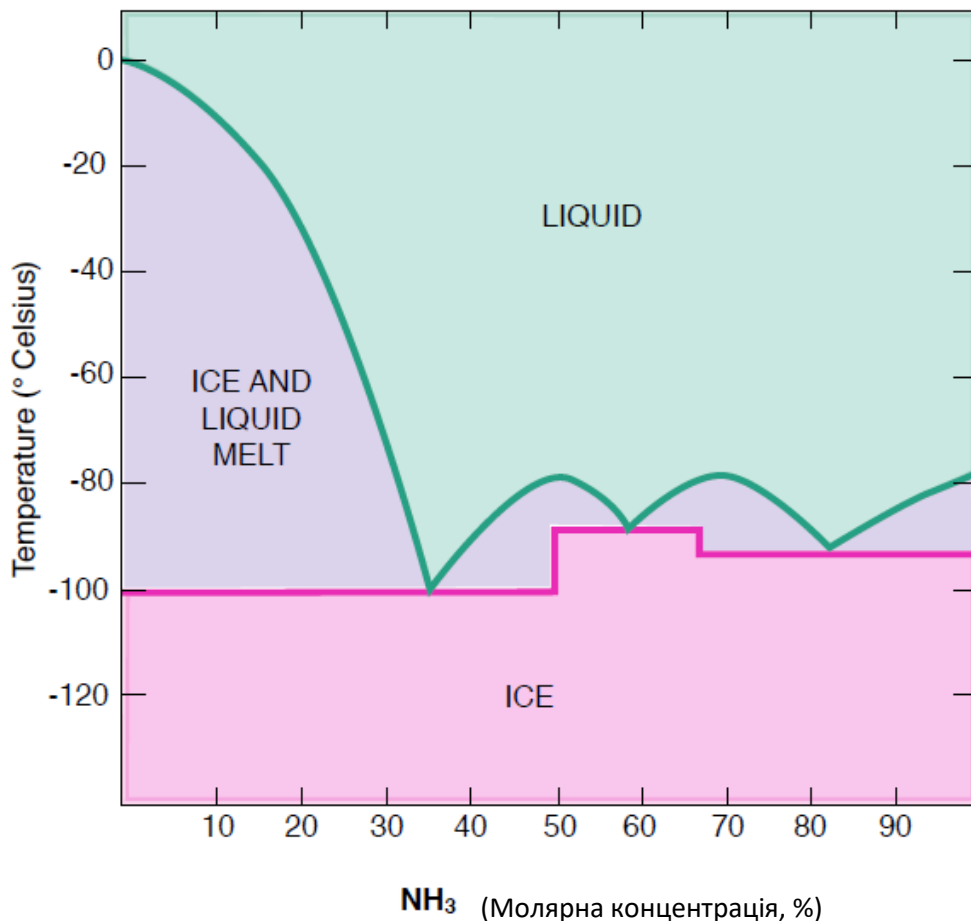


Рис. 19: Діаграма, що показує фази змін стану суміші $\text{H}_2\text{O}-\text{NH}_3$. Суміш є евтектичною, оскільки являє собою суміш двох чистих сполук, що поводить себе як єдина чиста сполука під час зміни свого стану. Експериментальний тиск відповідає значенням на поверхні супутника.

© 2005 NASA/JPL/Univ. Michigan/Max Planck Institute.

Питання 34: Див. рис. 19. Виберіть суміш, яка матиме найнижчу температуру плавлення:

- 1- Суміш, що містить 90% аміаку та 10% води
- 2- Суміш, що містить 35% аміаку та 65% води
- 3- Суміш, що містить 65% аміаку та 35% води
- 4- Суміш, що містить 80% аміаку та 20% води

Питання 35: Чи сумісна мінімальна температура плавлення, яку можна припустити виходячи з даних на рис.19 із умовами на Енцеладі? (можливі кілька відповідей)

- 1- Середня температура, згідно вимірів на поверхні Енцелада, дозволяє плавлення водо-аміачної суміші.
- 2- Температура, що була зафіксована дуже локально на рівні аномалій на південному полюсі дозволяє швидку появу рідини.
- 3- На поверхні Енцелада не існує умов для появи рідини, що містила б воду.
- 4- Наявність води, що викидається у атмосферу, свідчить що внутрішні умови повинні дозволяти її появу у рідкій та газоподібній фазі.



Рис. 20: Фотографія кріо-вулканічного (кріо- одначає лід) виверження на поверхні ЕНцелада. Аналіз показує, що викидаються як водяна пара, так і лід. NASA/JPL/Space Science Institute

Питання 36: Див. рис.20. Які з наведених нижче підсумовуючих тверджень є обґрунтованими? (можливі кілька відповідей)

- 1- Північна частина має сліди давнього вулканізму, а південна частина являє собою давній океан.
- 2- Поверхня Енцелада є гетерогенною. Її вигляд вказує на те, що сонячна радіація підіймає кратери, спричиняючи зміну фази льоду, котрий деформує рівну поверхню.
- 3- Вигляд поверхні Енцелада вказує на те, що лише одна частина південної півкулі є молодого. Зараз вона є замерзлою і поступово на ній будуть накопичуватись ударні кратери.
- 4- Вигляд поверхні Енцелада вказує на наявність дуже специфічної форми вулканізму на південному полюсі. Водяна пара викидається у атмосферу, а рідка вода розтікається по поверхні і переходить у твердий стан.
- 5- Південна частина супутника має сліди активних тектонічних процесів, що підтримуються невідомим джерелом внутрішньої енергії.
- 6- Попри свій розмір, Ецелад має атмосферу, що підтримується за рахунок кріо-вулканізму.