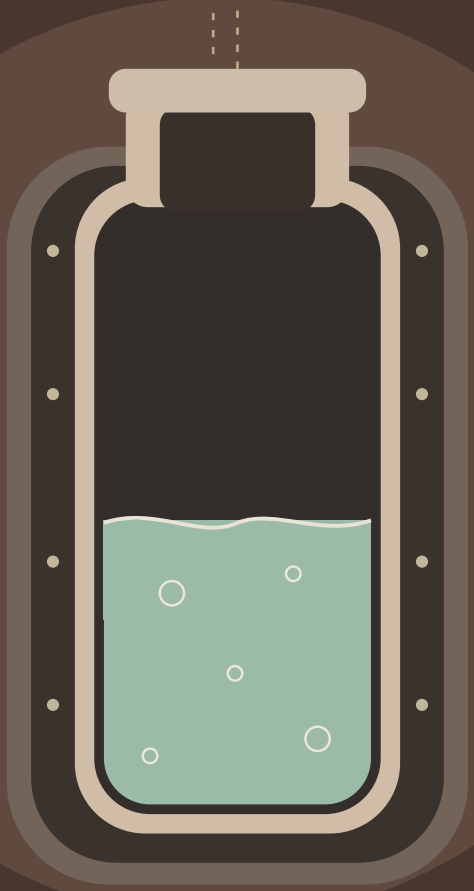
Як посудина Дьюара утримує -196 °C?

Що відбувається всередині, чому азот постійно випаровується і як обрати кріогенну ємність під реальне завдання.



Рідкий азот не стоїть на місці - він повільно кипить.

Посудина Дьюара не створює холод. Вона зменшує надходження тепла. Саме ця різниця пояснює і тривале зберігання, і витрату азоту, і головні правила безпеки.

-195,8 °C
Температура кипіння N_2 за нормального тиску [1]

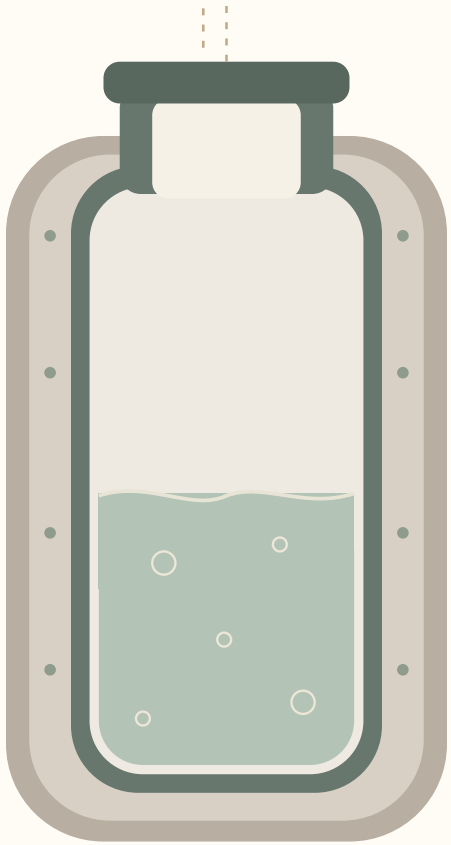
≈700×
Розширення об'єму під час випаровування [3]

Без мережі
Пасивна ізоляція без холодильного компресора

01 ПРИНЦИП РОБОТИ

Термос, доведений до крайності

Уявіть дві колби одна всередині іншої. Між стінками майже немає газу, тому значно менше тепла потрапляє всередину. Але абсолютної теплоізоляції не існує: азот усе одно повільно кипить.



Умовний розріз

01 Подвійна стінка

Зовнішня оболонка захищає внутрішню колбу.

02 Вакуумний прошарок

Зменшує теплопередачу через газ між стінками.

03 Горловина

Місток для тепла і водночас шлях доступу до вмісту.

04 Кришка з відведенням газу

Не повинна герметично блокувати вихід азоту.

05 Рідка та парова фази

Під час кипіння рідина поглинає тепло, утворюючи газ.

ЩО ВАРТО ЗАПАМ'ЯТАТИ

Вакуум не охолоджує. Він лише уповільнює надходження тепла. Втрати через випромінювання, горловину й конструкцію залишаються, тому випаровування - нормальний процес, а не обов'язково несправність.

02 АВТОНОМНІСТЬ

Куди зникають літри азоту?

Паспортна автономність описує ідеальні умови без частого відкривання. У щоденній роботі результат залежить від того, як часто користуються посудиною, що з неї дістають і в яких умовах її тримають. [4]

ПРИКЛАД ІЗ ПАСПОРТА THERMO SCIENTIFIC [4]

10 л	÷	0,18 л/добу	=	55,6
номінальна місткість		статична витрата		діб

Це паспортний час статичного утримання для моделі на 10 л. У практиці відкривання, тепле завантаження й мінімальний допустимий рівень скорочують інтервал між дозаправленнями. Дані конкретної ємності перевіряйте в її власній інструкції. [4]

Що скорочує реальну автономність

Частий доступ

Кожне відкривання додає тепло й обмін газів.

Теплі зразки

Охолодження вантажу потребує додаткової енергії.

Конфігурація

Горловина, касети та ізоляція впливають на втрати.

Умови експлуатації

Температура приміщення, зношення й режим роботи.

Не плутайте: статична швидкість випаровування (л/добу) та час утримання (діб) - паспортні показники для заданих умов; вони не дорівнюють гарантованому інтервалу між доливаннями.

03 ТИПИ ОБЛАДНАННЯ

Які бувають кріогенні ємності

Призначення контейнера визначають за зразками та способом роботи. Підкреслені назви в таблиці ведуть до прикладів відповідного обладнання. [6]

ПОТРЕБА	ТИП ЄМНОСТІ	ГОЛОВНЕ ПИТАННЯ
Поповнювати лабораторний запас	YDS - зберігання й транспортування	Об'єм, маса, горловина
Зберігати зразки клініки	**Медичне кріозберігання**	Місткість у вашому форматі
Контролювати стан сховища	**Smart - моніторинг**	Рівень, температура, аварії
Обслуговувати великий біобанк	**Biobank (LNC)**	Доступ, резерв, автоматизація
Створити масштабний кріоархів	**Cryobio**	Формат касет, інвентаризація
Подавати LN_2 до обладнання	**Самонапірні системи**	Тиск, витрата, сумісність
Перевозити біозразки	**Сухе кріотранспортування**	Валідація циклу й перевізник

Чому назва моделі - не відповідь? Два контейнери по 20 л можуть мати різну горловину, витрати азоту, місткість касет, конструкцію та допустимий спосіб транспортування. Порівнюйте специфікації, а не тільки цифру об'єму.

04 ЧЕКЛИСТ

П'ять запитань перед вибором

Починати потрібно не з об'єму бака, а зі зразків, частоти доступу та умов експлуатації. Цей список зручно взяти на зустріч із постачальником.

1 Що зберігаєте?

Кріопробірки 2 мл, соломинки, тканини чи просто запас азоту? Перевіряйте реальну місткість тримачів і касет.

2 Як часто відкриваєте?

Вузька горловина зменшує втрати, але може сповільнювати доступ. Важливий баланс, а не мінімальний діаметр.

3 Яка автономність потрібна?

Порівняйте л/добу, робочий рівень, запас азоту і реальний графік дозаправлення з резервом.

4 Чи буде транспортування?

Для перевезення потрібен відповідний транспортний контейнер і підтверджений режим, а не довільна посудина.

5 Як дізнаєтесь про проблему?

Потрібні контроль рівня, сигналізація, журнал, резервний план та навчений персонал? Визначте це до закупівлі.

НА ЩО НЕ ОРІЄНТУВАТИСЯ

«Візьмемо найбільший». Великий об'єм сам по собі не гарантує ні довшу автономність, ні зручний доступ, ні безпечне перевезення.

ЩО ЗАЗНАЧИТИ В ТЕХНІЧНОМУ ЗАВДАННІ

Опишіть **зразок → кількість → частоту доступу → потрібний час без дозаправлення → умови безпеки**. І тільки після цього порівнюйте конкретні моделі та їхні паспорти.

05 БЕЗПЕЧНА РОБОТА

Невидимий ризик - дефіцит кисню

Азот не має запаху. Під час випаровування він витісняє повітря, а холодна рідина й пари можуть спричинити тяжкі холодові травми. Тому правила нижче важливіші за будь-яку зручну функцію. [2, 3]

1 л рідкого N_2 → приблизно 700 л газу

01

Вентиляція та контроль O_2

Не працюйте в малих непровітрюваних приміщеннях. Проводьте оцінювання ризиків, за потреби встановлюйте монітор кисню та сигналізацію.

02

Не герметизуйте посудину

Газ повинен мати безпечний шлях виходу. Не замінюйте штатну кришку герметичною й не перекривайте вентиляційні канали.

03

Захистіть очі та шкіру

Під час переливання використовуйте придатні кріогенні рукавиці, захист обличчя, закритий одяг і взуття. Дотримуйтеся інструкції установи.

04

Слідкуйте за станом ємності

Незвичний іній на зовнішній оболонці, нестандартне вентилювання або пошкодження - привід припинити роботу й звернутися до фахівців.

ЧОГО НЕ РОБИТИ

Не використовуйте побутові термоси, не переливайте азот у невідомі посудини, не намагайтеся самостійно усунути обмерзання вентиляційного отвору. Якщо є ознаки несправності - дійте за аварійною процедурою вашої організації. [2, 4]

06 ПОШИРЕНІ ЗАПИТАННЯ

Запитання про зберігання азоту

Чи «зникає» азот у закритій посудині?

Так. Він поступово випаровується, навіть коли кришку не відкривають. Це нормальна властивість зберігання кріорідин.

Чи завжди всередині рівно -196 °C?

Це приблизна температура кипіння рідкого азоту за нормального атмосферного тиску. Температура залежить від тиску й точки вимірювання. [1]

Чи можна розрахувати дату наступного доливання за однією цифрою?

Ні. Паспортне випаровування - лише відправна точка. Враховуйте частоту доступу, навантаження, мінімальний рівень і запас часу. [4]

Чи можна перевезти зразки у звичайній ємності для зберігання?

Не припускайте цього. Для перевезення потрібні відповідна конструкція, валідація та виконання вимог перевізника. [5]

Чим «сухе» транспортування відрізняється від рідкої фази?

У dry shipper азот поглинає спеціальний матеріал; вільної рідини за штатного використання немає, але холод забезпечує той самий азот. [5]

ТРИ ТЕРМІНИ

LN_2 = рідкий азот | л/добу = статична витрата | dry shipper = сухий перевізник

Технічні джерела

[1] NIST - About Cryogenics

[2] Cornell EHS - Cryogenic Safety Guidelines

[3] Cornell EHS - Hazards of Specific Gases

[4] Thermo Scientific - Dewars User Manual

[5] Thermo Scientific - Arctic Express Shippers

[6] Medtech - Кріогенне обладнання: типи та застосування

Каталоги обладнання: Haier Biomedical | Medtech

Про матеріал. Освітня пам'ятка, підготовлена Haier-Ukraine. Не замінює паспорт конкретного обладнання, інструктаж, процедури біобезпеки чи вимоги до транспортування. Схеми умовні, а наведені розрахунки - ілюстративні.