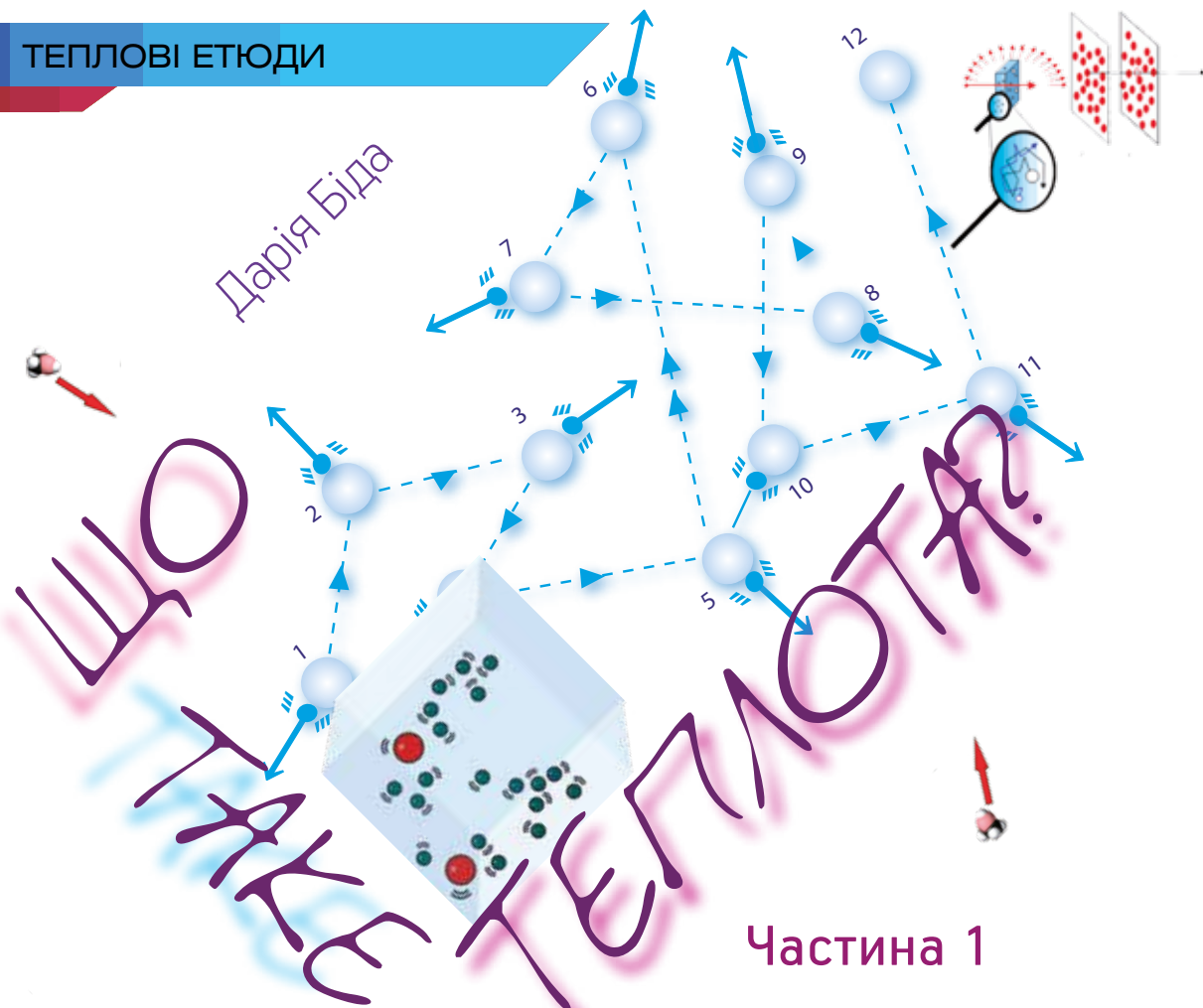
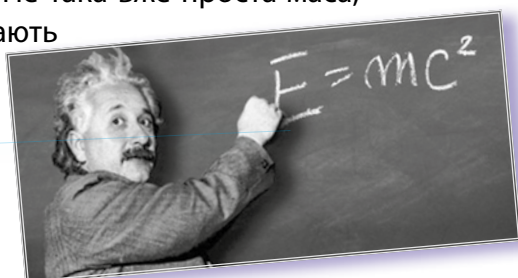




ОЧЕВИДНО – НІЧОГО НЕ ВИДНО?

Кожному здається, що немає нічого простішого, ніж маса і час, бо ці категорії ми часто використовуємо у побуті. Ми їх так „заговорили”, що пересічному громадянину навіть не спадає на думку перейматися фізичним змістом цих понять. Але якби до цього дійшло, то він би дуже здивувався. Співвідношення Ейнштейна, яке часто називають „найгарнішою формулою фізики”, встановлює зв'язок між масою тіла і кількістю енергії, що міститься у ньому. Знаменита формула $E=mc^2$ дає змогу глибше зрозуміти навколишній світ, а наслідки цього простенького співвідношення грандіозні за своєю значимістю і навіть трагічні. Не така вже проста маса, якщо потрапила у формулу, яку вважають символом науки XX століття.



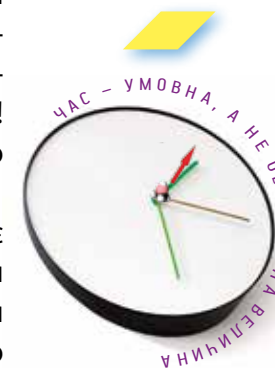
Запитай будь-кого, чи розуміє він, що таке час. Отримаєш багато ствердних відповідей! Ти теж так думаєш? Спробуй дати визначення і відчуєш труднощі. Час належить до фундаментальних категорій, визначити які завжди важко, а інколи й неможливо.

Кожна людина знає день свого народження і те, що їй відведений певний проміжок часу, який вимірюється роками, місяцями, днями, годинами, хвилинами і секундами. У природі відбуваються різні процеси, але процесу, який відображає зміст нашого терміну „час” не існує! Час люди придумали для зручності організації власного життя. Тому час – умовна, а не об'єктивна величина.

Не такою простою, як здається на перший погляд, є й теплота. Сотні років люди знають вогонь, навчилися його добувати самі. Кожний з нас грівся поблизу багаття або грубки і мерзнув взимку на вулиці. Але пояснити, що таке теплота, не просто. Наука знайшла відповідь на це запитання зовсім недавно.

ПРИРОДА ТЕПЛОТИ

Природу теплоти пояснювали незаперечним і досить очевидним фактом: за нагрівання температура тіла зростає, отже, воно щось отримує. Охолоджуючись, тіло щось віддає. Це „щось” і є теплотою. Існувало дві гіпотези щодо природи теплоти. Перша з них належить видатному італійському фізику й астрономові, одному з основоположників точного природознавства, Галілео Галілею. Він вважав, що теплота – це своєрідна речовина. Не лише Галілей, але й багато вчених у минулому думали так само. Вони вважали теплоту рідиною, що перетікає від одного тіла до іншого, і називали її теплом. Кількість теплецю є сталою величиною: він не щезає нікуди і не з'являється нізвідки, а тільки перерозподіляється між тілами. Що менше теплецю в тілі, то воно холодніше. Наче сіль у супі: що більше солі, то солоніший суп, хоча сіль не видно. Якщо у тілі теплецю немає, то його температура найнижча – абсолютний нуль температури. Суп без солі ☺.



Ти повіриш у таку теорію, якщо згадаєш досліди з теплового розширення тіл. Здається, все просто: якщо теплець вливається у тіло, то його об'єм, природно, збільшується. Але згадай, що є декілька речовин, які за нагрівання стискаються. Що тоді відбувається з теплицем? До того ж, якщо теплота – це речовина, то гаряче тіло має мати більшу масу, ніж холодне, а дослід цього не підтверджував. Ні, теплець не витримує критики!

Не дивно, що поряд з теорією теплецю вже давно існував інший погляд на природу теплоти. Його блискуче захищали багато вчених впродовж XVI–XVIII століть.

Ось що писали відомі вчені про природу тепла. Френсіс Бекон у своїй книзі „Новий органон” писав: „Сама теплота за своєю суттю є не що інше, як рух... Суть теплоти у змінному русі найдрібніших частинок тіла”.

Роберт Гук у книзі „Мікрографія” твердив: „Теплота є безперервний рух частинок тіла... Немає такого тіла, частинки якого були б у спокої”.

Такі особливо чіткі висловлювання ми знаходимо у Ломоносова у його праці „Міркування про причину тепла і холоду”. У цьому творі він заперечує існування теплецю і говорить, що „теплота полягає у внутрішньому русі частинок матерії”.

Дуже образно говорив Бенджамін Томсон наприкінці XVIII століття: „Що гарячіше тіло, то інтенсивніше рухаються частинки, з яких воно побудоване. Так само, як дзвін: що дужче коливається, то гучніше звучить”.

Думаю, що ти критично сприймаєш ці висловлювання. Адже і розумні люди часто помиляються, чи не так? Важливішими за слова є спостереження та досліді.

Теорія теплецю вперше відчутно похитнулася після спостережень американського вченого Бенджаміна Томсона. Спостерігаючи за свердлінням

гарматних стволів, він помітив, що великі маси металу сильно нагріваються, особливо, якщо свердла тупі. Що ж було джерелом теплоти? Звідки взявся теплець? Адже на початку експерименту метал, свердло та вода були холодні, а тому тепло нізвідки не „перетікало”. Ані метал, ані навколишнє повітря не могли бути джерелом теплецю. Томсон дійшов висновку, що теплота виникла внаслідок роботи свердління. Тобто теплота – це енергія.

ЧОМУ МИ НЕ БАЧИМО РУХУ ЧАСТИНОК ТІЛА?

Отже, суть теплоти не що інше, як рух: що швидше рухаються молекули чи атоми, з яких складається тіло, то вища температура тіла. Поглянь на будь-яке тіло. Уявляєш, яке „життя” вирує всередині нього? Як у це повірити? Скептики можуть заперечити: міркування красиві, але чому вони більш доказові, ніж теорія теплецю? Хто бачив ці частинки і їхній рух? Спробуй заперечити скептикам.

Чи доводилося тобі коли-небудь спостерігати за роєм мошкар? У безвітряну погоду рій наче висить у повітрі. А всередині рою йде інтенсивне життя. Сотні комах метаются праворуч і ліворуч, а увесь рій залишається на місці і не змінює своєї форми.

Тепловий рух частинок можна побачити навіть у найскромніший мікроскоп. Вперше це явище спостерігав понад 100 років тому англійський ботанік Броун. Розглядаючи під мікроскопом спори рослин, він помітив, що вони безперервно рухаються у соку рослини. Рух не припинявся ані вдень, ані вночі. Уявляєш, як здивувався вчений? Здавалося, що частинки

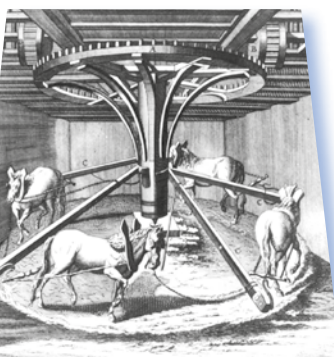
Як ти гадаєш, чи повинні всі предмети за однакової температури створювати в нас однакове відчуття тепла чи холоду? Відчуття, яке викликає в нас предмет, залежить не лише від його температури, але й від теплопровідності. Металеві предмети швидше відводять тепло від нашого тіла, тому взимку вони здаються холоднішими, ніж дерев'яні чи цегляні.

Найкращим ізолятором тепла є вакуум – пустота. У порожнечі немає переносників тепла, і теплопровідність є найменшою. На застосуванні вакууму і ґрунтується будова термосів. Термоси популярні не лише в походах та вдома, але й у науці та техніці. Науковці їх називають за ім'ям винахідника посудинами Дьюара (а інколи просто дьюарами).

Рій мошкар

ПРИРОДА ТЕПЛОТИ
РОБЕРТ ГУК
ТВЕРДИВ: „ТЕПЛОТА
Є БЕЗПЕРЕРВНИЙ РУХ
ЧАСТИНОК ТІЛА... НЕМАЄ
ТАКОГО ТІЛА, ЧАСТИНКИ
ЯКОГО БУЛИ Б У
СПОКОЇ”

НЕ ПОБАЧИШ У ЖОДНИЙ
У КУБІННОМУ
САНТИМЕТРІ
ПОВІТРЯ ЗА КІМНАТОЇ
ТЕМПЕРАТУРИ І НОРМАЛЬНОГО
АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ
МІЛІАРДІВ 27
МІЛІАРДІВ МОЛЕКУЛ



Свердління гармат за часів Бенджаміна Томпсона відбувалось з використанням роботи коней

ПРИРОДА ТЕПЛОТИ
БЕНДЖАМІН
ТОМСОН ГОВОРІВ:
«ЩО ГАРЯЧІШЕ ТІЛО,
ТО ІНТЕНСИВНІШЕ
РУХАЮТЬСЯ ЧАСТИНКИ,
З ЯКИХ ВОНО
ПОВУДОВАНЕ»



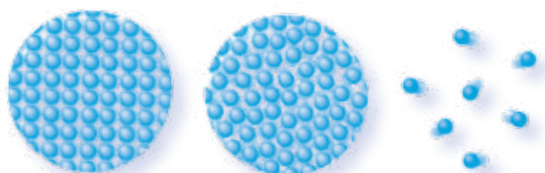
живі. Але так само рухалися дрібні частинки глини, змулені у воді! Що менші частинки, то швидше вони рухалися. Тепер ми називаємо цей рух броунівським. Броунівський рух частинок – тепловий рух, так само, як рух молекул. І навіть школярі 7-го класу не плутають його з рухом молекул, а розуміють, що це рух під дією молекул. Тепловий рух властивий великим і малим частинкам, скупченням молекул, окремим молекулам і атомам.

Частинки у всіх тілах рухаються безперервно і безладно. Однак характер цього руху залежить від агрегатного стану речовини.

Термін „газ” з грецької перекладається „хаос”, „безладдя”. Газоподібний стан речовини є прикладом існуючого у природі повного безладдя у розташуванні і русі частинок. У жодний мікроскоп ти цього не побачиш. Простіше – уявити. У кубічному сантиметрі повітря за кімнатної температури і нормального атмосферного тиску міститься 27 мільярдів мільярдів молекул, які безладно рухаються, стикаються між собою, відскакують, наче більярдні кулі, змінюючи напрямок руху. Середня відстань між молекулами у 10 разів більша, ніж розміри молекул. Якщо ти кинеш на кожну сторінку журналу дві монетки, то матимеш уяву про розташування молекул повітря.

У рідинах молекули розташовані досить щільно, наче картоплини у мішку. Тісно! Тому уяви: вони тупцюють майже на одному місці, зрідка вискакуючи з оточення своїх сусідів.

У твердих тілах молекули практично весь час перебувають у незмінному положенні. Тепловий рух проявляється у тому, що молекули безперервно коливаються навколо положення рівноваги.



ЛАБОРАТОРІЯ

ВОДОСКОП

Найпростіший мікроскоп можна виготовити самотужки. Він даватиме практично таке саме зображення, як найперші мікроскопи. В них використовувалися скляні лінзи, а ми використовуємо краплину води.

ІНСТРУКЦІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОДОСКОПА (СПОСІБ 1)

ТОБІ ЗНАДОБИТЬСЯ: шпилька, олівець, шматочок картону, пластинка прозорого пластику, пластилін, скотч.

ЩО ТРЕБА РОБИТИ:

1. Поклади картон на пластилін, шпилькою зроби у ньому отвір та розшир його кінчиком олівця.
2. Прибери пластилін. Поклади прозору пластинку над отвором і закріпи її скотчем.
3. Змочи олівець у склянці з водою і нанеси маленьку крапельку води на отвір.
4. Розглянь крізь краплинку текст у журналі. Літери будуть виглядати значно більшими.

СХЕМА ВИГОТОВЛЕННЯ ВОДОСКОПА (СПОСІБ 2)



Відомо, що найбільш комфортно людина почуває себе за температури повітря 21–24 °C і відносної вологості 60–80 %. У країнах зі спекотним кліматом одяг захищає людину від прямих сонячних променів. Темний одяг поглинає інфрачервоне випромінювання сильніше, ніж білий, тому в умовах спеки варто носити білий одяг. Якщо клімат достатньо вологий, то одяг має бути пористим, щоб піт випаровувався і охолоджував шкіру. Якщо клімат сухий, то пористий одяг може спричинити швидке зневоднення організму. У науково-фантастичному романі Френка Герберта „Дюна” жителі пустелі носили костюми, які втримували на поверхні тіла усю дорогоцінну вологу.

Дарія Біда

ЩО

ТАКЕ ТЕПЛОТА?

Частина 2

ВНУТРІШНЯ ЕНЕРГІЯ

Молекули у всіх тілах знаходяться у неперервному русі та взаємодіють між собою. Енергію їхнього руху і взаємодії називають внутрішньою. Погодись, термін хороший і зрозумілий, адже носії цієї енергії знаходяться всередині тіла.

До внутрішньої енергії, як і до інших її видів, у людства практичний інтерес. Щоб зрозуміти, як можна використати внутрішню енергію, треба відповісти на запитання: як її можна змінити, тобто як забрати у тіла або, навпаки, передати йому.

Один зі способів зміни внутрішньої енергії тіла – теплообмін – добре тобі знайомий. Знімаєш гарячий чайник з плити, а за деякий час він охолоджується і віддає частину своєї енергії навколишньому повітрю. Між чайником і повітрям відбувся теплообмін. Ти готуєш чай і наливаєш гарячу воду у склянку. Знову теплообмін – між чаєм і стінками склянки. А якщо залишив гарячий напій на столі, то внаслідок теплообміну частина внутрішньої енергії напою потрапить у навколишнє середовище.

Величину внутрішньої енергії, яка під час теплообміну передається від одного тіла до іншого, називають кількістю теплоти.

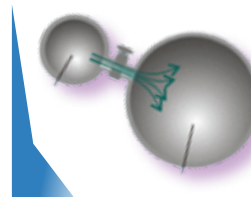
КОЛИ МОЖЛИВИЙ ТЕПЛОБМІН?

Коли тілу передається теплота, його внутрішня енергія збільшується. Теплота і температура тісно пов'язані між собою, але ти розумієш, що це не одне й те саме. Доки плавиться лід, температура його не змінюється, хоч теплоту він поглинає. Отож, надана тілу теплота не завжди змінює його температуру. А ось зміна температури тіла завжди спричиняє зміну енергії руху його молекул, а отже, і зміну внутрішньої енергії.

Що більше тіло, то більше у ньому частинок, тому й загальна їхня енергія більша. Тому дві залізні кульки – маленька і велика – за однакової температури мають різну внутрішню енергію. Але чи означає це, що між ними відбудеться теплообмін? Чи буде внутрішня енергія від більшої кульки передаватися до меншої? Адже запас внутрішньої енергії великої кулі більший, ніж у малої. Досліди підтверджують: між двома тілами, що мають однакову температуру, але різні маси, теплообмін не відбувається. Отже, різниця внутрішніх енергій тіл не є підставою для теплообміну між ними.

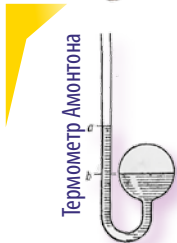
Якщо ж контакт відбувається між тілами з різною температурою, процес передачі внутрішньої енергії неминучий. Малесенький шматок заліза віддасть частину своєї внутрішньої енергії великій залізній кулі, якщо його температура хоча б незначно більша, ніж температура кулі.

Отже, обмін внутрішньою енергією між тілами можливий лише за наявності різниці температур. І що більша ця різниця, то інтенсивніший теплообмін.





Термоскоп Галілея



Термометр Амонтоні



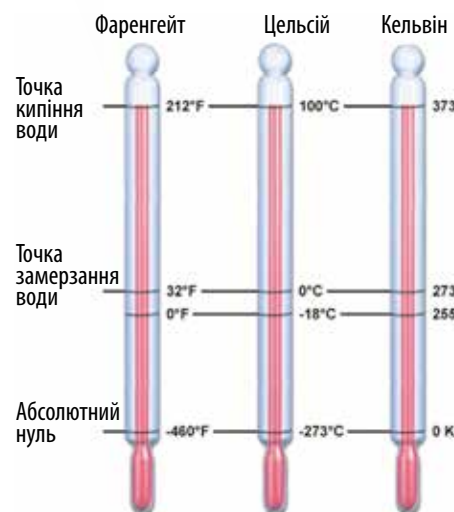
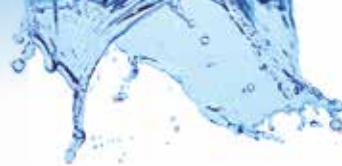
Термометр Фаренгейта

ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

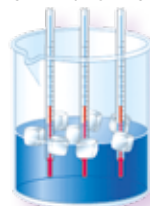
У давнину про температуру тіла висновок робили на дотик, за відчуттями. Ідеї щодо приладу для вимірювання температури з'явилися у XVI столітті. У 1597 році Галілео Галілей демонстрував на своїх лекціях термоскоп – прообраз першого термометру. Це була скляна трубка з розширенням у верхній частині, опущена в посудину з рідиною. За нагрівання повітря розширювалося, і висота стовпчика рідини у трубці зменшувалася, а за охолодження повітря рідина, навпаки, піднімалася. Але ця зміна залежала не лише від температури, але й від атмосферного тиску. Сучасники Галілея вдосконалили термоскоп, додавши до нього шкалу. Згодом трубку заповнили спиртом, викачали з неї повітря, запаяли і перевернули. За нагрівання спирт збільшувався в об'ємі, і рівень рідини в трубці піднімався. Цей прилад можна назвати першим термометром.

У 1702 році Гійом Амонтон удосконалив термометр Галілея: наповнив ртуттю U-подібну трубку, один кінець якої був відкритий, а другий з'єднаний з балоном, у якому була робоча речовина – повітря. Це був перший газовий термометр. Були й інші термометри, але кожний конструктор встановлював свою температурну шкалу. Отож, термометри різної конструкції за однакових умов показували різну температуру.

Придатні для практичних цілей термометри вперше виготовив голландський майстер-склодув Фаренгейт на початку XVIII століття. Один і той самий термометр завжди дає однакові покази, якщо його опустити у суміш води і льоду або у киплячу воду. Тому вчені зробили висновок, що процеси плавлення льоду і кипіння рідини завжди протікають за сталої температури. Ртутні і спиртові термометри Фаренгейта мали таку ж форму, як і сучасні. Реперними точками у цих шкалах були: 1) рівноважна температура суміші води, нашатирного спирту і кухонної солі у пропорції 1:1:1 – 0 °F; (Фаренгейт вважав, що це найнижча температура, яку можна отримати штучно); 2) температура плавлення льоду 32 °F; 3) нор-



32°F 0°C 273 K



212°F 100°C 373 K



мальна температура тіла людини 96 °F. Температура кипіння води (212 °F) не використовувалася у цій шкалі як опорна точка. Шкала Фаренгейта досі використовується у Англії та США.

У Європі основна шкала не зовсім заслужено носить ім'я шведського фізика і астронома Цельсія. Цельсій використав прилад, який вперше запропонували шведський ботанік Лінней і астроном Штремер. Шкалу цього термометра між точками танення льоду і кипіння води вчений поділив на 100°. Щоб уникнути від'ємних значень під час вимірювання низьких температур, він прийняв точку замерзання води за 100°, а кипіння води – за 0°. Але „перевернута” шкала його попередників, за якою температура плавлення льоду відповідала 0°, а кипіння води – 100°, виявилася зручнішою. Цей термометр довго називали шведським. Але згодом хтось помилково витлумачив значення літери „C” на шкалі термометра і приписав його винахід Цельсію (Celsius), роботи якого щодо вдосконалення термометра були добре знані.

Що ж означає „C” на шкалі термометра? Це перша літера слова „Centigrade” – ступеневий. Але велика сила звички: ми й досі говоримо про градуси Цельсія!

У 1848 році англійський фізик Вільям Томсон (лорд Кельвін) довів можливість створення абсолютної шкали температур, нульовий відлік якої не залежить від властивостей речовини, що заповнює термометр. Ця точка відповідає температурі -273,15 °C (0 K). За цієї температури припиняється тепловий рух молекул. Нижчої температури у природі не існує.

ТЕМПЕРАТУРА І ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

● Температурні межі життя визначаються твердненням кліткової рідини (нижня межа охолодження) і згортанням в ній білка (верхня межа нагрівання). Верхня межа – приблизно 100° C, і лише у деяких бактерій вона вища. Нижня межа змінюється у широкому діапазоні, бо у багатьох випадках заморожування призводить до анабіозу (призупинення життєдіяльності).

ТЕМПЕРАТУРА І ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

● Вищі тварини підтримують сталу температуру тіла, виробляючи теплоту. Температура холоднокровних залежить від температури навколишнього середовища і трохи вища за неї. Що крупніша тварина, то помітніша ця різниця. Маленька форель лише на 0,012 °C тепліша, ніж вода, а температура крупного тунця майже на 6 °C вища, ніж температура води.

● Найспекотніше місце – „плюс спеки” – Ель-Азізія у Лівії. Тут у тіні термометри зафіксували температуру 57,7 °C.

● Найхолодніше місце – („плюс холоду”) у Південній півкулі – Антарктида, а у Північній – Оймякон у Якутії. В Антарктиді на станції „Восток” зафіксована температура –89,2 °C у липні 1983 року. В Оймяконі спостерігалася температура –71,2 °C у лютому 1926 року.

● Район найменшої різниці температур взимку і влітку – м. Кіто в Еквадорі і Маршалові острови, розташовані у Тихому океані на екваторі. Тут різниця температур повітря взимку та влітку становить 0,4 °C.

● Район найбільшої різниці температур взимку та влітку – Оймякон. Ця різниця сягає 102 градусів (–71 °C взимку та +31 °C влітку).

● Континент із найнижчою у світі середньорічною температурою –57,8 °C – Антарктида.

● Район найвищої температури морської води – Перська затока на південному заході Азії. Тут зафіксована температура води у верхніх шарах +35,6 °C.

ТЕМПЕРАТУРА НА ЗЕМЛІ

ТЕМПЕРАТУРА НА ЗЕМЛІ



ТЕМПЕРАТУРА І ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

● Рачки, які живуть в озерах Аравійського півострова за температур, нижчих, ніж +35 °C, гинуть від „холоду”.

● Спори і деякі примітивні тварини (наприклад, коловертки) виживають за температур, близьких до абсолютного нуля.

● Температура різних частин тіла людини різна (під пахвою – 36,8 °C, у ротовій порожнині –37,2 °C) і може підніматися до 42 °C.

ТЕМПЕРАТУРА І ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

● Спори і насіння деяких рослин витримують впродовж довгого часу несприятливі умови. Наприклад, спори плісені витримують нагрівання до +170 °C і охолодження до –273 °C. Але росте плісень за температури не нижче, ніж –6 °C. Спори інших видів грибів не гинуть за температури –250 °C, а зерна злаків проростають навіть після охолодження до –269 °C.