***Лабораторно-практичне заняття №4***

Тема: «***Фізичні процеси в атмосфері Землі***»

***1.*** ***Атмосфера***

***Атмосфера*** – повітряна оболонка Землі, що постійно взаємодіє з іншими оболонками. Її склад і властивості неодноразово змінювалися з часу виникнення. Якби атмосфери не існувало, то коливання добової температури на Землі сягали б ±200 °С. В атмосфері виділяють тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу та екзосферу (рис. 4.1). Висота атмосфери становить 2 000 – 3 000 км. За хімічним складом атмосферу поділяють на нижню – гомосферу, що має склад повітря, подібний до приземного, і верхню – гетеросферу, що має неоднорідний хімічний склад. Газовий склад сухого чистого повітря такий: 78,09 % азоту, 20,95 % кисню, близько 0,03 % вуглекислого газу, а решта припадає на інертні гази. У тропосфері, що прилягає до літосфери Землі, є понад 80 % усієї її маси, у ній міститься водяна пара, пил тощо, що суттєво впливають на фізичні процеси в атмосфері Землі. На екваторі її висота сягає 16–18 км, у помірних широтах – до 10–11 км, а на полюсах – до 8 км. В атмосфері відбувається низка важливих фізичних процесів та явищ, які виявляються під час геологічної діяльності.

***Альбедо Землі***. Сумарна радіація, що надходить до земної поверхні, частково зазнає поглинання поверхнею (шаром ґрунту, води) і переходить у тепло, а решта відбивається. Значення відбиття залежить від характеру земної поверхні. Відношення кількості відбитої радіації до сумарної, яка надходить на поверхню, називають альбедо А поверхні, яке виражають у відсотках або частках одиниці. Альбедо залежить від виду поверхні й змінюється від 5 (для чорнозему) до 80–90 % (для снігу). Планетарне альбедо Землі, що складається з альбедо поверхні та альбедо шарів атмосфери і хмар, становить 35–40 %.

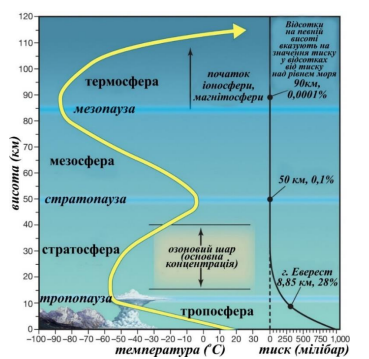


Рис. 4.1 *Вертикальна структура атмосфери Землі та основні характеристики (температура, тиск) на різних висотах (рисунок узято з Encyclopedia Britiannica Inc, 2012)*.

***Альбедо Землі.*** Сумарна радіація, що надходить до земної поверхні, частково зазнає поглинання поверхнею (шаром ґрунту, води) і переходить у тепло, а решта відбивається. Значення відбиття залежить від характеру земної поверхні. Відношення кількості відбитої радіації до сумарної, яка надходить на поверхню, називають ***альбедо А*** поверхні, яке виражають у відсотках або частках одиниці. Альбедо залежить від виду поверхні й змінюється від 5 (для чорнозему) до 80–90 % (для снігу). Планетарне альбедо Землі, що складається з альбедо поверхні та альбедо шарів атмосфери і хмар, становить 35–40 %.

***Парниковий ефект.*** Серед головних механізмів, що забезпечують стабільність температури на поверхні Землі, є випромінювання Сонця та парниковий ефект. Парниковий ефект суттєвий для планет зі щільними атмосферами, що містять гази, які поглинають в інфрачервоній ділянці, і пропорційний до густини атмосфери. Природне явище парникового ефекту полягає в тому, що інфрачервоне короткохвильове випромінювання Сонця нагріває поверхню Землі, а інфрачервоне довгохвильове випромінювання поверхні Землі не повністю розсіюється назад у космічний простір, оскільки значну частину теплового випромінювання утримують парникові гази, що входять до складу атмосфери Землі. Є шість основних парникових газів, які входять до хімічного складу атмосфери: водяна пара, вуглекислий газ, метан, озон, оксид азоту і хлоро-фторо-вуглецеві гази. Ці гази дають змогу промінню Сонця потрапити на поверхню у вигляді короткохвильового інфрачервоного випромінювання і затримують довгохвильове інфрачервоне випромінювання, забезпечуючи належну температуру атмосфери. Завдяки цьому ефекту температура Землі підвищена в приземному шарі атмосфери на 39 °C. Без парникового ефекту температура біля поверхні Землі не перевищувала б –18 °C.

Отже, температура Землі підтримується завдяки балансу між нагріванням Землі сонячним промінням та охолодженням після повернення енергії в космос. Такий баланс між енергією, що надходить і випромінюється, потрібен для підтримання життя на Землі. У сонячний день основна частина енергії, що потрапляє на поверхню Землі, є короткохвильовим випромінюванням, яке проникає крізь атмосферні шари, нагріваючи Землю. Задля підтримання енергетичного балансу Землі частина енергії у вигляді довгохвильового інфрачервоного випромінення повинна покидати Землю. Проте якби такі промені могли легко відбиватися у космос, то температура Землі була б значно нижчою. Тому явище парникового ефекту має і позитивне значення. Наслідком парникового ефекту є також згладжування температурних контрастів як між полярними й екваторіальними зонами планети, так і між денними й нічними температурами.

***Визначення температури парникового ефекту***. Кількісною величиною парникового ефекту є її температура ΔТ, яку визначають як різницю між середньою приповерхньою температурою TS атмосфери планети та її ефективною температурою TE. Ефективна температура Землі як випромінювача є нижчою, ніж температура на 29 її поверхні. Наприклад, для Землі TE = 249 К, TS = 288 К, тоді як температура парникового ефекту ΔТ становитиме 39 К.

***Озоновий шар, реакції виникнення та зникнення озону***. Озоновий шар – це шар у верхніх шарах атмосфери (стратосфері), що складається з особливої форми кисню, яка містить три його атоми – О3. Озоновий шар починається на висотах близько 8 км над полюсами або 17 км над екватором і простягається до висоти приблизно 50 км. Однак густина озону дуже низька, і якщо стиснути його до густини, яку має повітря біля поверхні Землі, то товщина озонового шару не перевищить 3,5 мм. Стан високих шарів атмосфери (особливо іоносфери) майже повністю контрольований сонячним випромінюванням, особливо ультрафіолетовим. Така властивість характерна для озоносфери, оскільки для виникнення молекул озону О3 необхідна наявність атомного кисню, а в нижніх шарах атмосфери кисень існує у вигляді молекул О2. Проте у високих шарах постійно відбуваються реакції дисоціації кисню:

,

де енергія фотонів *hν* відповідає ділянці сонячного спектра λ < 2423 Å.

Реакція утворення озону, яка потребує наявності будь-якої третьої частинки ***М*** для виконання законів збереження енергії така:

.

Вміст озону в стратосфері, його розподіл по висоті, залежність від широти визначені характером освітлення земної атмосфери ультрафіолетовими променями Сонця.

Реально на розподіл озону на різній висоті дуже впливають фотохімічні реакції озону з іншими газами повітря і динамічні процеси в атмосфері, перш за все, вертикальне перенесення повітря. Наприклад, спрямовані вниз потоки призводять до загального зниження шару і збільшення концентрації О3. Саме це простежується в атмосфері високих широт. Натомість потоки повітря, спрямовані вгору, піднімають шар озону, роблять його тоншим, що характерно для приекваторіальної атмосфери.

Динамічні процеси суттєво впливають і на сезонні зміни кількості озону О3. Максимум кількості озону, що фіксують у високих широтах навесні, пов’язаний з його інтенсивним перенесенням узимку з низьких широт. Кількість озону в багатьох випадках залежить від погодних умов та наявності сонячного світла

Атомарний кисень О також утворюється в разі поглинання озоном сонячного випромінювання у видимій частині спектра:

.

Озон під впливом різних процесів може не тільки утворюватися, а й розщеплюватися. Природними циклами знищення озону є:

• кисневий цикл (цикл Чепмена): О3 + О → 2O2;

• азотний цикл: NО + O3 → NO2 + O2;

• водневий цикл: гідроксильний радикал •ОH, що формується під час фотодисоціації води та взаємодії з метаном атомарного кисню О, вступає в реакцію з озоном:

ОH + O3 → HO2 + O2; HО2 + O3 → OH + 2O2;

• хлорний цикл: Сl + О3 → СlO + О2; Сl + О → Сl + О2.

*Нижче наведені приклади завдань.*

***2. Що таке “трикутник води”, які енергетичні перетворення відбуваються з водою? Позначити на трикутнику води ймовірні атмосферні явища***.

***Орієнтовна відповідь***. Одна і та ж речовина, залежно від умов, тобто від температури та тиску, може перебувати в різних станах або фазах. Фаза – це однорідна система, що має однакові фізичні властивості речовини в усіх її частинах. Кожна фаза є одним з агрегатних станів речовини – твердий, рідкий, газоподібний. Крім того, фази можуть співіснувати. Тоді вони роз’єднані поверхнею поділу, у разі перетинання якої простежується різка зміна властивостей речовини.

Вода, що міститься в атмосфері, – єдина речовина, яка може перебувати одночасно в усіх трьох фазових станах: газоподібному (*водяна пара*), рідкому (*вода*) і твердому (*лід*). Перехід речовини з однієї фази до іншої називають фазовим переходом, усі ці процеси можна зобразити у вигляді “трикутника води” (рис. 4.2).

Перехід з твердої фази до рідкої називають ***плавленням***, а зворотний перехід – ***кристалізацією***. Фазовий перехід з твердої фази у газоподібну, що відбувається за низького тиску, називають ***сублімацією***, а зворотний процес – ***кристалізацією***. Перехід речовини з рідкої фази у газоподібну називають ***пароутворенням***, або, якщо пароутворення відбувається з вільної поверхні рідини, ***випаровуванням***. Газову фазу, що утворюється в цьому разі, називають парою. Природно, що пара поблизу фазового переходу 31 не підлягає рівнянню стану ідеального газу. Зворотний процес перетворення пари у рідину називають ***конденсацією***.

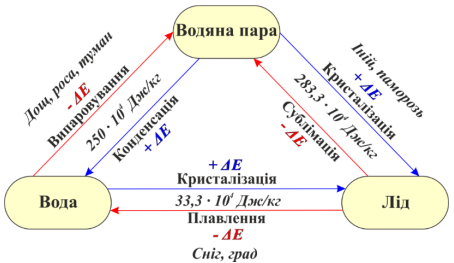


Рис. 2.4. *Фазові переходи води зі значеннями теплоти, необхідної для переходу з одного стану в інший (від’ємне значення ΔE вказує на поглинання енергії з середовища, а додатнє значення ΔE – на виділення енергії у середовище), та ймовірні атмосферні опади*

Процес переходу з одного стану в інший супроводжується або поглинанням теплоти середовищем *(+ΔE*), або виділенням її з середовища *(–ΔE*). Тому кожен процес в атмосфері супроводжуватиме виникнення різних опадів (див. рис. 2.4).

Отже, пароутворення відбувається двома різними способами – *випаровуванням* та *кипінням*. Суть процесу випаровування полягає в тому, що найбільш рухомі (енергійні) молекули рідини, переборюючи тяжіння міжмолекулярних сил, відриваються від маси рідини й переходять у вільний простір, тобто у газову фазу. Процес випаровування за наявності вільної поверхні рідини відбувається завжди. З підвищенням температури він прискорюється, оскільки тоді в рідині зростає частка рухомих молекул.

Кипіння – це інтенсивне пароутворення, яке виникає під час нагрівання речовини не тільки з її поверхні, а й усередині. Кипіння відбувається з поглинанням теплоти. Більша частина теплоти іде на розрив зв’язків між частинами речовини під час перетворення рідини на пару, а решта – на роботу, необхідну для розширення пари. Пара виносить із собою частину внутрішньої енергії. Тому для підтримання кипіння рідини необхідно постійно підводити до неї теплоту й підтримувати температуру кипіння. Різні рідини однакової маси потребують різні кількості теплоти для перетворення їх на пару за температури кипіння. У підсумку енергія взаємодії між частинами пари є більшою, ніж внутрішня енергія речовини за тієї ж температури.

Кількість теплоти, яку потрібно затратити, щоб випарувати рідину за температури кипіння або яка виділяється під час її конденсації, залежить від площі вільної поверхні, температури, тиску. Вилетіти з рідини можуть тільки ті частинки, кінетична енергія яких більша від потенціальної енергії притягання до інших частинок. З підвищення температури швидкість руху всіх частинок зростає, отже, збільшується і їхня кінетична енергія. А це приводить до зростання кількості частинок, які можуть вилетіти з рідини.

Зовнішній тиск перешкоджає росту бульбашок пари всередині рідини, тому за підвищеного тиску рідина кипить за порівняно вищої температури, а зі зниженням цього тиску температура кипіння знижується. Бульбашки починають рости тільки тоді, коли тиск усередині бульбашки стає трохи більшим, ніж зовнішній тиск. Тобто чим вищий зовнішній тиск, тим за вищої температури кипітиме рідина. Знижуючи тиск, наприклад, відкачуючи повітря, можна “змусити” воду закипіти навіть за кімнатної температури. А оскільки вода внаслідок інтенсивного пароутворення охолоджується і продовжує кипіти, то вона може навіть почати замерзати.

Деякі з молекул пари, що завжди перебувають над поверхнею рідини, влітають у рідину й залишаються там. Отже, випаровування і конденсація завжди відбуваються одночасно, і кінцевий підсумок залежить від того, який із цих процесів відбувається з більшою швидкістю. Якщо переважає випаровування, то рідина перетворюється на пару (висихання калюж), а якщо – конденсація, то пара перетворюється на рідину (випадання роси).

Прикладами процесу конденсації води є крапельки роси (водяна пара нагромаджується в повітрі вдень, а над ранок, охолоджуючись, конденсується), утворення хмар (вологе повітря піднімається у верхні шари атмосфери, конденсується), туману (удень відбувається інтенсивне випаровування з поверхні водойм, а ввечері насичене водяними парами повітря внаслідок охолодження конденсується).

У разі переходу речовини з рідкої фази у газоподібну тепло витрачається на подолання міжмолекулярного тяжіння і на розширення. Теплоту, що витрачається в процесі пароутворення за сталого тиску на перетворення 1 кг рідини, узятої за температури кипіння, у пару тієї ж температури називають ***питомою теплотою пароутворення***. Питому теплоту паротворення позначають буквою ***L*** і вимірюють у джоулях на кілограм [Дж/кг]. Щоб визначити кількість теплоти, необхідну для перетворення в пару будь-якої маси рідини ***m***, узятої за температури кипіння, можна використати формулу ***Q = Lm***. Кількість теплоти, що виділяється під час конденсації пари аналогічної маси, визначають за цією ж формулою. Якщо атмосферний тиск не змінюється, то незалежно від способу і швидкості нагрівання кожна рідина завжди кипить за чітко визначеної температури.

Розглянемо, наприклад, інші дві фази, у яких перебуває вода – рідку та тверду (див. рис. 4.1). Під час плавлення теплота витрачається на руйнування кристалічної ґратки твердого тіла, тобто збільшується потенціальна енергія молекул. Її називають ***питомою теплотою плавлення***. Під час плавлення кінетична енергія молекул не змінюється, що свідчить про незмінність температури. Зворотний процес – ***питома теплота кристалізації***. Під час кристалізації речовини її молекули впорядковуються, формуючи кристалічну ґратку. Їхня потенціальна енергія під час кристалізації зменшується, а кінетична енергія не змінюється. Тому під час кристалізації температура не змінюється і відбувається віддача кількості теплоти навколишньому середовищу. Питома теплота плавлення і питома теплота кристалізації для води однакові й становлять 33,3×104 Дж/кг. Енергії переходу між двома фазами однакові, тобто теплота, що затрачається на перехід з одного агрегатного стану в інший і навпаки, є однаковою (див. рис. 4.1).

***3. Чому зникають калюжі після дощу? Які процеси відбуваються з фізичного погляду?***

***Орієнтовна відповідь***. Улітку після дощу калюжі швидко висихають. Вода поступово випаровується з вільної поверхні рідини калюжі. Оскільки калюжі перебувають під інтенсивним сонячним випромінюванням, яке весь час потрапляє на поверхню, то вони через деякий час випаруються. Чим вища температура, тим інтенсивніше відбувається процес випаровування. Молекули будьякої рідини завжди перебувають у безперервному хаотичному русі залежно від температури. Температура рідини пов’язана з середньою кінетичною енергією руху її частинок. Швидкість хаотичного руху не однакова у всіх молекул рідини – серед них є “швидші” і “повільніші”. І якщо досить “швидка” молекула виявиться поблизу поверхні рідини, вона може вирватися з рідини, подолавши притягання інших молекул. Такий процес відбувається дуже часто: наприклад, за кімнатної температури з поверхні води в склянці щомиті “виривається” така кількість молекул, яку виражає число з двадцятьма цифрами. Оскільки під час випаровування рідину залишають найшвидші молекули, то середня кінетична енергія молекул, що залишилися, зменшується, і, відповідно, рідина охолоджується, тому, щоб рідина випарувалася, потрібно, щоб температура завжди була на певному рівні. Швидкість випаровування залежить від наявності потоків повітря і його вологості. У повітрі є багато водяної пари. Коли повітря охолоджується, пара переходить у рідкий стан: утворюються хмари, туман, роса. Отже, швидкість випаровування залежить від температури рідини, виду рідини, площі вільної поверхні рідини, швидкості видалення парів з поверхні рідини.

***4. Що таке атмосферні вікна, або «зони прозорості», у атмосфері?***

Орієнтовна відповідь. Земна атмосфера пропускає з космосу не все електромагнітне випромінювання. Тому з’являються вікна прозорості, або атмосферні вікна, що зумовлені взаємодією різних довжин хвиль з різними шарами атмосфери (рис. 4.3).

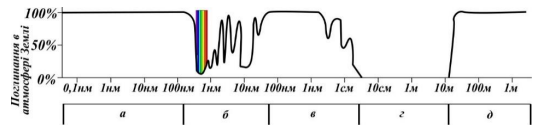


Рис. 4.3. *Поглинання в атмосфері Землі хвиль з різноманітною довжиною: а – рентгенівське, гамма- та УФ-випромінювання майже повністю поглинає атмосфера (тому спостереження можна вести тільки за допомогою орбітальних телескопів); б – для видимого світла з близьким до УФ та ІЧ-випромінювання земна атмосфера прозора – перше вузьке атмосферне вікно; в – більшу частину ІЧ-діапазону поглинає атмосфера; г – у радіодіапазоні (довжина хвиль – від 1 до 30 см) земна атмосфера прозора – широке радіопрозоре вікно; д – хвилі з довжиною понад 30 см відбиває іоносфера – для них земна атмосфера є непрозорою*

Атмосфера прозора для хвиль довжиною від 300 до 1 500 нм – це весь оптичний діапазон, що вміщує ділянки ультрафіолетового та інфрачервоного діапазону (у гірських районах з сухим кліматом інфрачервоне вікно ширше). Більшу частину інфрачервоного випромінювання поглинають водяна пара, вуглекислий газ та кисень, що перебувають у нижніх шарах атмосфери. В атмосфері є ще одна зона прозорості, через яку проходять хвилі, довжиною від 1 см до 30 м.

Хвилі великої довжини зазнають або відбивання, або затримування іоносферою, тоді як міліметрові чи субміліметрові хвилі поглинає атмосфера (проте в цьому діапазоні є декілька вузьких вікон, наприклад, близько 8 мм, через які може заглянути радіотелескоп). Усі інші випромінювання можна зареєструвати або у дуже сухих високогірних зонах, наприклад, у чілійській пустелі Атакама, де добре реєструють хвилі з довжиною до 0,3 мм, або зі статоскопа чи з космосу.

***4. Що таке озонові дірки? Де вони виникають на Землі, чому?***

***Орієнтовна відповідь.*** Озоновою діркою називають тимчасове зменшення загальної кількості озону над певною ділянкою поверхні Землі. Найчіткіше “пульсуючу дірку” зареєстровано над Антарктикою з максимумом активності у весняні (серпень/вересень–жовтень/листопад для Південної півкулі, “антарктична весна”) місяці. Вміст озону в ній менший від звичайного на 40–50 %. Однак чому саме над Антарктикою, адже там немає ніяких викидів в атмосферу? Пояснення полягає в особливостях глобальної циркуляції атмосфери. Узимку в полярній стратосфері Південної півкулі утворюється стійкий циклон – циркумполярний вихор. Повітря всередині цього вихору рухається головно по замкнутих траєкторіях, не виходячи за його межі. У цьому разі в Антарктиці взимку практично не відбувається обміну повітрям між полярними і помірними широтами. До кінця зими повітря всередині вихору дуже охолоджується (до –7...–8 °С), і в стратосфері з’являються полярні хмари, що складаються з крижинок і крапель переохолодженої рідини. Частки полярних хмар зв’язують азотні сполуки (насамперед NО2) і створюють умови для хлорного циклу руйнування озону. З прогріванням антарктичної стратосфери циркумполярний вихор руйнується, у цьому випадку відновлюється обмін повітря з багатими на озон середніми широтами, і стратосферні хмари зникають. Вивільняються молекули NО2 і зв’язують молекули оксиду хлору. Руйнівна дія хлорного циклу на озон слабшає і його кількість відновлюється до безпечних концентрацій.

***5. Протягом весни, літа і ранньої осені часто відбувається таке атмосферне явище, як гроза. Яка його фізична природа і яким законам фізики підпорядковане його виникнення? Чому гроза є ознакою настання весни, а взимку грози не буває?***

***Орієнтовна відповідь***. Якщо проаналізувати таке явище, як гроза, то виникнення його підлягає одночасно багатьом законам: механіки, гідростатики, термодинаміки, молекулярної фізики, електростатики, електродинаміки, акустики та оптики. Щоб відповісти на питання щодо виникнення грози навесні, треба докладніше з’ясувати механізм виникнення грози. Усі пори року, за винятком зими, супроводжуються потужними грозами, бурею та громом. Чому так?

*Механізм виникнення грози*. Для виникнення грози необхідне одночасне існування трьох чинників: енергії, водяної пари, перепаду тиску і температури. Джерелом енергії є сонячне тепло, яке вивільняє її під час конденсації водяної пари. А оскільки взимку сонце гріє недостатньо сильно, то й енергії для виникнення електричного розряду не вистачає. Друга умова виникнення грози – наявність водяної пари. Її взимку теж немає. Появі водяної пари перешкоджає, насамперед, холодне повітря, оскільки найчастіше опади виникають у вигляді снігу або снігу з дощем. А, відповідно, щоб сніг перетворити на пару, недостатньо сонячного тепла.

Значні перепади тиску, необхідні для грози, взимку теж не трапляються. Для виникнення такого перепаду необхідно, щоб зіткнулися потоки дуже теплого і холодного повітря. Повітря біля поверхні Землі в зимовий час прогрівається не так сильно, щоб, зіткнувшись з холодним потоком, спричинити відчутний перепад тиску. У холодну пору року зміни температури відбуваються не часто. Тому наявність трьох чинників одночасно виникає вкрай зрідка, і ймовірність настання грози практично дорівнює нулю. Отже, узимку гроз практично не трапляється. Проте з огляду на глобальне потепління і різку зміну клімату в окремих регіонах світу простежуються поодинокі випадки, коли посеред зими люди чули грім і спостерігали блискавку.

***Завдання для самостійної роботи та самоконтролю***

1. *Структура та склад атмосфери Землі.*
2. *Фізичні властивості атмосфери.*
3. *Що таке точка роси і від яких фізичних параметрів вона залежить?*
4. *. Який з видів води бере найактивнішу участь у геологічних процесах?*
5. *Схарактеризувати озоновий шар, його потужність, поширення в атмосфері від екватора до полюсів у різні пори року, основну його роль.*
6. *Як утворюється озон? Куди він зникає?*
7. *Що таке озонові дірки? Де на Землі виникають і що можуть спричинити?*
8. *Схарактеризувати поняття “парниковий ефект” та його ймовірні наслідки?*
9. *Що таке кислотні опади і який їхній вплив? (Орієнтовна коротка відповідь: Кислотними називають будь-які опади – дощ, сніг, туман, які мають значення pH менше 7,0. Уперше зафіксовані в Англії 1972 р. внаслідок потрапляння в атмосферу оксидів сульфуру та нітрогену).*
10. *На яких висотах на нашій планеті зникають рентгенівське, гамма та ультрафіолетове випромінювання?*
11. *Що таке альбедо? Яке альбедо Землі та інших планет Сонячної системи?*
12. *Де швидше випарується вода з калюжі: на вершині гори чи внизу? Пояснити це явище?*
13. *За який час під дією Сонця випарується калюжа діаметром 5 м, товщиною 0,1 м?*
14. *Чому взимку немає гроз? Чому грози починаються наприкінці весни?*
15. *.Де найбільше гроз відбувається на Земній поверхні?*
16. *Види атмосферних розрядів. Блискавки.*
17. *.Грім і блискавки, схарактеризувати їхнє утворення з фізичного погляду.*
18. *Зобразити фазові переходи рідин у формі трикутника на прикладі води.*
19. *.Намалювати трикутник води, підписати процеси та позначити ділянки, що супроводжуються виділенням (–ΔE) та поглинанням (+ΔE) енергії.*
20. *Намалювати у вигляді трикутника фазові переходи для будьякого газу, наприклад CO2.*
21. *На трикутнику води, на його сторонах, показати ймовірне виникнення атмосферних опадів. Пояснити, чому?*
22. *.Чому перехід по трикутнику туди і назад від одного стану в інший відбувається з однаковою енергією? На що ця енергія затрачається?*
23. *Чому, коли падає дощ, – тепло, а коли перестає, – то через деякий час стає прохолодно?*
24. *Чому наші пращури, йдучи на сінокіс, глечик з кислим молоком обмотували мокрою ганчіркою?*
25. *Перехід сублімації. Про що свідчить цей процес?*
26. *Перебуваючи на практиці, студент геологічного факультету налив у посудину води з холодного джерела і помітив, що посудина ззовні вкрилася крапельками рідини. Що це за явище? Пояснити цей процес з фізичного погляду?*
27. *Навесні, коли температура повітря набагато вища від 0 °С, лід ще тривалий час не тане і, навпаки, восени, коли температура повітря нижче 0 °С, вода не відразу замерзає. Чому?*
28. *Чи можна розплавленим металом заморозити воду? (Орієнтовна коротка відповідь: ртуттю. Температура плавлення (кристалізації) ртуті нижча, ніж води, і становить –39 °С. Якщо її охолодити до –30, то вона заморозить воду і залишиться розплавленою).*
29. *Яка кількість теплоти виділиться під час замерзання води масою 5 кг за температури 0 °С?*
30. *Чому на лісових дорогах калюжі висихають довше, ніж на польових? Поясніть процес з фізичного погляду.*
31. *Яка кількість теплоти потрібна для перетворення 150 г води за 100 °С у пару?*
32. *.Яка кількість теплоти виділиться під час конденсації 10 кг водяної пари?*
33. *Яку кількість теплоти треба затратити, щоб повністю перетворити 2 кг льоду, узятого за температури 10 °С, у пару?*
34. *Чому, коли чайник розміщений на плиті й у нього опущений термометр, температура термометра ніколи не може перевищувати 100 °С?*
35. *Що таке точка роси, від яких фізичних параметрів вона залежить?*