

№ 1. Біогенні s-, p-, d- елементи: біологічна роль, застосування в медицині

1. Актуальність теми:

Організм людини містить більше 70 хімічних елементів, збільшення або зменшення концентрації яких веде до певних порушень функціонування організму. А до складу лікарських засобів входить більше 40 елементів.

Саме тому, вивчення фізичних та хімічних властивостей біогенних елементів дозволить оцінити їх вплив на хімічні процеси, які відбуваються в живому організмі.

Матеріал цієї теми є основою для наступного вивчення складних процесів обміну речовин в організмі та їх корекції за допомогою лікарських засобів.

До *p*-елементів належать елементи-органогени – Карбон, Нітроген, Оксиген, Фосфор, Сульфур, що входять до складу основних органічних сполук організму людини – білків, жирів, вуглеводів, полінуклеотидів.

p-елементи беруть участь у створенні електролітного фону організму, підтриманні осмотичного тиску позаклітинної рідини, регуляції і транспорту речовин, у регуляції процесів збудження і гальмування.

Тому матеріал цієї теми є основою для наступного вивчення складних процесів обміну речовин в організмі та їх корекції за допомогою лікарських засобів.

Біологічна роль *d*-елементів обумовлена їх здатністю брати участь у реакціях комплексоутворення, гетерогенних та протолітичних реакціях у живому організмі. Знання будови атомів та властивостей *d*-елементів та їх сполук необхідні студентам-медикам для засвоєння багатьох розділів біохімії, фармакології, фізіології та спеціальних дисциплін. Розуміння ролі їх сполук та метаболічних реакцій неможливе без попереднього вивчення властивостей елементів та їх простих сполук.

Компетентності навчання, формуванню яких сприяє дисципліна.

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність вчитися і бути сучасно навченим.

Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

Здатність спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово.

Здатність до вибору стратегії спілкування; здатність працювати в команді; навички міжособистісної взаємодії.

Здатність до здійснення саморегуляції та ведення здорового способу життя, здатність до адаптації та дії у новій ситуації.

Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань.

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Вміння оцінювати результати лабораторних та практичних досліджень.

Здатність розв'язувати типові задачі та вирішувати практичні проблеми у процесі навчання.

2. Конкретні цілі:

Інтерпретувати загальну характеристику і медико-біологічне значення біогенних s-елементів, виходячи із електронної будови їх атомів.

Трактувати взаємозв'язок між біологічною роллю біогенних s-елементів та формою знаходження їх в організмі.

Аналізувати взаємозв'язок між хімічними властивостями сполук s-елементів та будовою їх атомів.

Складати електронні формули атомів та йонів в основному та збудженому станах.

Складати молекулярні та структурні формули речовин.
Визначати ступінь окиснення атома елемента.

Знати основні сполуки біогенних s-елементів та їх властивості

Проводити хімічні реакції якісного визначення мікро- та макроелементів у розчинах.

Дотримуватись правил техніки безпеки та надавати першу допомогу при нещасних випадках у хімічній лабораторії.

Користуватися хімічним посудом та знати його призначення. Робота з мірним хімічним посудом.

3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція)

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
1.Хімія і біологія (шкільний курс)	Мати уявлення про електронну будову,ступінь окиснення валентність, електронегативність. Знати періодичний закон та періодичну систему Д. І. Менделєєва. Вміти складати електронні формули атомів та йонів. Вміти складати рівняння хімічних реакцій.
2.Медична біологія	Мати уявлення про хімічний склад клітини: макро- та мікроеlementи.
3.Українська мова за професійним спрямуванням	Володіти досконалими знаннями рідної мови. Бути здатними спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово.
4.Безпека життєдіяльності,основи біоетики та біобезпеки	Прагнути до збереження навколишнього середовища

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття та на занятті.

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття:

Термін	Визначення
1. Біогенні елементи	Біогенними називають хімічні елементи, які постійно входять до складу живих організмів і виконують певні біологічні функції.
2. Біогеохімічні провінції	Біогеохімічні провінції — області на поверхні Землі, що розрізняються за вмістом (в їх ґрунтах, водах тощо) елементів (або сполук), з якими пов'язані певні біологічні реакції з боку місцевої флори і фауни.
3. s-елементи	Вид атомів, у яких іде заповнення електронами s-підрівня зовнішнього енергетичного рівня.
Термін	Визначення
1. p-елементи	Елементи, в атомах яких останніми заповнюються p-орбіталі.
2. Ендемічні захворювання	Хвороби, зумовлені аномальним вмістом деяких елементів у ґрунті та воді певних географічних місцевостей
Термін	Визначення
1. d-елементи	Елементи, в атомах яких останніми заповнюються d-орбіталі.
2. Електронегативність	Це здатність атома в сполуці притягувати досебе електронну густину.
3. Метали життя	Життєво необхідні d-елементи Zn, Cu, Fe, Mn, Co, Mo.
4. Окисно-відновна реакція	Хімічна реакція, яка відбувається з зміною ступеня окиснення атомів, що входять до складу реагентів.

4.2. Теоретичні питання до заняття:

1. Біогенні елементи: органогени; макроелементи; мікроелементи.
2. Поняття про вчення В.І. Вернадського про біосферу та роль живої речовини (живих організмів).
3. Електронна структура біогенних s-елементів.
4. Типові хімічні властивості s-елементів та їх сполук (реакції без зміни ступеня окиснення).
5. Біологічна роль біогенних s-елементів.
6. Зв'язок між місцезнаходженням s-елементів у періодичній системі та

їх вмістом у організмі.

7. Застосування в медицині.
8. Електронна структура *p*-елементів.
9. Типові хімічні властивості *p*-елементів та їх сполук (реакції без зміни ступеня окиснення).
10. Біологічна роль біогенних *p*-елементів.
11. Зв'язок між вмістом біогенних *p*-елементів в організмі людини та їх вмістом в довкіллі.
12. Ендемічні захворювання, їх зв'язок з особливостями біогеохімічних провінцій (районів з природним дефіцитом або надлишком певних хімічних елементів у літосфері).
13. Застосування в медицині.
14. Метали життя.
15. Електронна структура та електронегативність біогенних *d*-елементів.
16. Типові хімічні властивості *d*-елементів та їх сполук: а) реакції зі зміною ступеня окиснення; б) комплексоутворення.
17. Біологічна роль біогенних *d*-елементів.
18. Токсична дія *d*-елементів та їх сполук.
19. Застосування в медицині.

Зміст теми:

- 1. Біогенні елементи: а) органогени; б) макроелементи; в) мікроелементи.**

Біогенні елементи – це хімічні елементи, що беруть участь у біологічних процесах живих організмів.

Найважливіші з них – **елементи-органогени**, вміст яких в організмі людини становлять 97,5 % від загальної маси. Виконують структурну, пластичну функції в організмі. До них належать Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген, Фосфор, Сульфур.

За кількісним вмістом в організмі біогенні елементи поділяють на:

- **макроелементи** (10^{-2} % і більше): С, Н, О, N, Р, S, Na, Ca, K, Cl;
- **мікроелементи** ($10^{-3} - 10^{-12}$ %): Mg, Cu, Zn, Mn, Co, Fe, I, Al, Mo
- **ультрамікроелементи** (10^{-12} % і менше): Ra, Hg.

2. Поняття про вчення В.І. Вернадського про біосферу та роль живої речовини (живих організмів).

Вміст хімічних елементів в організмі залежить від хімічного складу навколишнього середовища (земна кора, вода річок, морів, океанів, повітря). Ці питання знайшли глибоке наукове обґрунтування в роботах В.І. Вернадського та його послідовників. В.І. Вернадський, вивчаючи геохімічні перетворення в земній корі, встановив, що зміни елементного складу верхнього шару земної кори впливає на хімічний склад живих організмів. В організмі людини є всі хімічні елементи, які має морська вода. У морській воді присутні всі елементи земної кори.

Речовини неживої й живої природи складаються з однакових хімічних елементів і між ними діють однакові сили хімічної взаємодії: ковалентні, йонні, водневі та ін. Учень Вернадського Віноградов А.П., пояснюючи

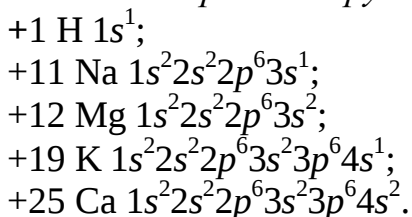
закономірності розподілу хімічних елементів у живих організмах показав, що кількісний вміст елементів у живій речовині обернено пропорційний їх порядковим номерам.

Розвиваючи далі ідеї В.І. Вернадського про роль елементного складу навколишнього середовища в еволюції організмів, А.П. Виноградов розробив вчення про біогеохімічні провінції, територія яких відрізняється обумовленим складом й кількісним вмістом елементів у ґрунті, а в живих організмах, які заселяють ці провінції, протікають відповідні біохімічні реакції.

1. Електронна структура біогенних s-елементів.

Представники **s-елементів** знаходяться у головних підгрупах I і II групи хімічних елементів. Їх відносять до неперехідних елементів. Найхарактернішою їх ознакою є висока хімічна активність, особливо в реакціях відновлення, що пов'язано з електронною будовою їх атомів. Тенденція до утворення ковалентних зв'язків у них виражена дуже слабо, що пов'язано з невеликими значеннями їх електронегативностей.

Електронна структура біогенних s-елементів:

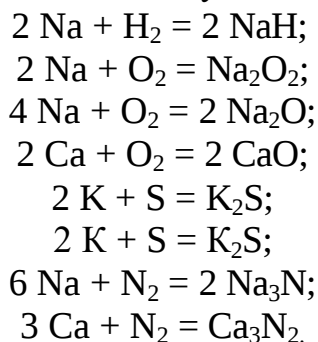


3. Типові хімічні властивості s-елементів та їх сполук (реакції без зміни ступеня окиснення).

Атоми s-елементів I-A групи на зовнішньому енергетичному рівні мають по 1 s-електрону, який вони легко віддають з утворенням однозарядних катіонів, проявляючи при цьому відновні властивості.

Атоми s-елементів II-A групи на зовнішньому енергетичному рівні мають по 2 s-електрони, які вони можуть віддавати, утворюючи катіони – йони з зарядом +2.

Сполуки s-елементів вступають у реакції без зміни ступеня окиснення.



4. Біологічна роль біогенних s-елементів:

Гідроген (H) входить до складу багатьох органічних (вуглеводів, ліпідів, білків) та неорганічних речовин (води, кислот, солей).

Протони H^+ беруть участь у окисно-відновних процесах, підтримують кислотно-основну рівновагу, сприяють гідролізу молекул харчових продуктів.

Натрій (Na) та Калій (K)

Na^+ є основним позаклітинним йоном, а K^+ внутрішньоклітинним.

Йони Натрію і Калію підтримують сталу величину осмотичного тиску клітин і рідин організму, підтримують кислотно-основну рівновагу організму у складі буферних систем, необхідні для роботи калій-натрієвого насоса, передачі нервових імпульсів, роботи серцевого м'яза.

Магній (Mg).

Входить до складу кісткової тканини скелету та емалі зубів у вигляді нерозчинних фосфатів. Йони Mg^{2+} входять до складу біокомплексів з нуклеїновими кислотами, активують синтез та гідроліз АТФ.

Магній входить до складу ферментів карбоксипептидази, АТФ-ази, холін естерази. Йони Mg^{2+} активують ферменти фосфатази та кінрази.

Кальцій (Ca).

Йони Ca^{2+} беруть участь у передачі нервових імпульсів, скороченні м'язів, регуляції роботи серця, процесі згортання крові, впливають на кислотно-основну рівновагу біологічних рідин, виявляють протизапальну та десенсибілізуючу дію. Кальцій – головний компонент кісткової тканини скелету і зубів.

5. Зв'язок між місцезнаходженням s-елементів у періодичній системі та їх вмістом у організмі.

Відповідно загального закону розподілу хімічних елементів О.П. Віноградова: кількісний склад хімічних елементів у живій речовині обернено пропорційний їх порядковим номерам у періодичній системі хімічних елементів.

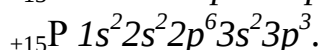
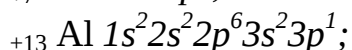
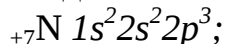
6. Застосування в медицині.

Широкого застосування у медичній практиці набули речовини та медичні препарати до складу яких входять s-елементи (фізіологічний розчин, вода для ін'єкцій, антисептичні та протимікробні засоби, препарати для лікування серцевих захворювань, мінеральні води та ін.)

1. Електронна структура біогенних p-елементів.

Елементи, у яких відбувається добудова p-підрівня зовнішнього валентного рівня, називаються p-елементами. Вони утворюють головні підгрупи. Електронна будова валентного рівня p-елементів: ns^2np^{1-6}

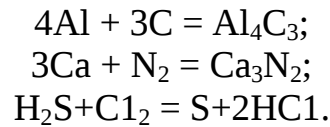
Наприклад:



2. Типові хімічні властивості p-елементів та їх сполук (реакції без зміни ступеня окиснення).

У групах p-елементів IIIA – VIIIA груп електрони заповнюють p-підрівень зовнішнього енергетичного рівня. У групах зверху вниз збільшуються атомні радіуси, зменшується потенціал іонізації, зменшується спорідненість до електрону, зменшується електронегативність. У зв'язку із

чим у групах збільшуються відновні (металеві) властивості. Починається група неметалом, закінчується металом.



Максимальний ступінь окиснення дорівнює номеру групи (виняток N, O, F). Вищим ступеням окиснення відповідають тільки окисні властивості, нижчим - тільки відновні властивості, проміжним – як окисні, так і відновні. У групах *p*-елементів зверху вниз збільшуються атомні радіуси, зменшується потенціал іонізації, зменшується спорідненість до електрону, зменшується електронегативність. У зв'язку із цим у групах збільшуються відновні (металічні) властивості. У періодах неметалічні властивості елементів посилюються зліва направо.

3. Біологічна роль біогенних *p*-елементів:

Алюміній (Al) є інгібітором ферментів альдолази, лужної фосфатази, а також ферментів, що беруть участь у кровотворенні, сприяє розвитку і регенерації епітеліальної, сполучної і кісткової тканин.

Карбон (C) входить до складу біоорганічних сполук – біополімерів (білків, нуклеїнових кислот, вуглеводів), ліпідів, біорегуляторів (ферментів, гормонів, вітамінів)

Карбон (IV) оксид CO₂ – це кінцевий продукт біологічного окиснення різних біосубстратів – глюкози, ліпідів та, меншою мірою, білків у клітинах.

Нітроген (N) входить до складу органічних речовин – білків, вітамінів, гормонів, нуклеїнових кислот.

Нітроген (II) оксид регулює серцево-судинну діяльність; підтримує тонус стінок кровоносних судин.

Фосфор (P)

Залишок фосфатної кислоти входить до складу нуклеїнових кислот, що зберігають, передають і реалізують генетичну інформацію.

АТФ утворюється в процесі окиснювального фосфорилування вуглеводів і жирів і є джерелом та акумулятором енергії організму.

Фосфор входить до складу макроергічної сполуки м'язів креатин фосфату, фосфопротеїнів, фосfolіпідів клітинних мембран та коферментів-нуклеотидів.

У складі солей фосфатів, а також гідроксиapatиту, фторапатиту, хлорапатиту та карбонатапатиту Фосфор міститься у кістках і зубах.

Оксиген (O) входить до складу неорганічних сполук та органічних біомолекул – білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот, ферментів, вітамінів тощо.

Оксиген необхідний для дихання тканин (послідовних ферментативних реакцій окиснення вуглеводів, ліпідів, білків з утворенням води), що супрЯжене з фосфорилуванням і утворенням АТФ.

Сульфур (S) знаходиться в амінокислотах (цистеїнові, метіонінові)

білках, деяких вітамінах (B_1) та гормонах (інсуліні).

Сульфатна кислота, що утворюється в організмі бере участь у детоксикації отруйних сполук – фенолу, крезолу, індолу, що утворюються з амінокислот кишківника.

Хлор (Cl) бере участь у процесі гальмування біопотенціалів дії та у водно-електролітному обміні. У складі NaCl регулює осмотичний тиск. Він сприяє відкладанню глікогену в печінці, стимулює дію ферменту амілази, входить до складу шлункового соку у вигляді хлоридної кислоти.

Йод (I) входить до складу гормонів щитоподібної залози (тироксину та трийодтироніну), що посилюють енергообмін клітин, обмін вуглеводів і жирів, впливають на ріст і диференціацію тканин, підвищують збудливість нервової системи, позитивно впливають на психічний розвиток.

Нестача Йоду викликає ендемічний зоб і гіпотиреоз, надлишок – базедову хворобу і гіпертиреоз.

Флуор (F) у складі фторапатиту бере участь у формуванні скелету підвищує стійкість зубів до карієсу, стимулює кровотворення та імунітет.

Нестача Флуору викликає карієс, а надлишок – флюороз зубів.

4. Зв'язок між вмістом біогенних *p*-елементів в організмі людини та їх вмістом в довкіллі.

Істотний вплив на фізіологічну активність *p*-елементів має їх концентрація в організмі. Організму шкідлива як недостатня так і надлишкова доза елемента. Вміст хімічних елементів в організмі залежить від хімічного складу навколишнього середовища (земна кора, вода річок, морів, океанів, повітря).

5. Ендемічні захворювання, їх зв'язок з особливостями біогеохімічних провінцій (районів з природним дефіцитом або надлишком певних хімічних елементів у літосфері).

В організмі людини підтримується баланс оптимальних концентрацій біогенних елементів. Порушення його викликає різні хвороби.

Хвороби, зумовлені аномальним вмістом елементів у ґрунті і воді певних географічних місцевостей, називають ендемічними.

О.П. Віноградов увів поняття біогеохімічних провінцій – географічних місцевостей, у ґрунтах яких вміст хімічних елементів відрізняється від середнього.

В Україні існують біогеохімічні провінції зі зниженим чи підвищеним вмістом деяких елементів. Так, Карпати і Крим – зі зниженим вмістом Йоду в продуктах харчування та питній воді, у Полтавській області підвищений вміст Флуору в питній воді (вище норми в 1,5 рази).

6. Застосування в медицині.

Сполуки Оксигену. У медичній практиці використовують дистильовану воду для приготування лікарських форм у розчинах та воду для ін'єкцій (апірогенну). Гідроген пероксид у вигляді 30% розчину застосовують для

лікування гнійних ран, 3% – як дезінфікуючий засіб для промивання ран.

Сполуки Сульфуру. Очищена сірка має протимікробну (стрептоцид, норсульфазол, етазол, сульфазин (похідні сульфаніламідів) та протигельмінтну дію. Сірку застосовують у дерматології.

Сполуки Нітрогену використовують у вигляді естерів нітратної кислоти – нітрогліцерин, нітросорбід, сустан. Це коронаролітики, які використовують для лікування серцевих захворювань. N_2O – у малих дозах викликає стан сонливості і сп'яніння, а у більших – наркоз. Нашатирний спирт використовують як збуджуючий засіб при непритомному стані.

Сполуки Фосфору, зокрема АТФ та креатин фосфат, вживають як енергетичні препарати при дистрофії м'язів, атонії внутрішніх органів та міокардіодистрофії.

Хлор. У медичній практиці застосовують розбавлений розчин хлоридної кислоти в разі зниженої кислотності шлункового соку. Атоми хлору входять до складу деяких наркотичних і анестезуючих лікарських препаратів.

Йод. Спиртовий розчин йоду (5%) використовують як антисептичний засіб для обробки ран, розчин Люголя – при ангінах; препарати, що містять йодид-іони – для профілактики ендемічного зобу; органічні сполуки йоду (йодоформ, йодинол) використовують для лікування гіпертиреозів.

5. Токсична дія сполук.

Карбон(II) оксид, або *чадний газ* CO – це безбарвний, дуже отруйний газ, який одержують при неповному згорянні різних видів палива.

Гідроген ціанід HCN за звичайних умов існує у вигляді рідини, яка добре змішується з водою, утворюючи ціанідну кислоту. Ця кислота та її солі – дуже отруйні сполуки. Навіть у мізерних дозах вони смертельно діють на організм.

Аніони NO_3^- та NO_2^- потрапляють в організм із продуктами харчування і в надмірних дозах токсичні. Це пояснюють їх взаємодією з йонами $Fe(II)$, що входять до складу гемоглобіну.

Гідроген сульфід H_2S – це отруйний газ з неприємним запахом тухлих яєць.

Хлор у формі простої речовини Cl_2 – це отруйний газ, який діє на слизову оболонку дихальних шляхів.

Плюмбум і його сполуки токсичні. Надлишок Плюмбуму в організмі є причиною серйозних порушень ЦНС та механізмів синтезу гемоглобіну, пошкодження нирок, шлунково-кишкового каналу.

Арсен та його сполуки токсичні. Вони інгібують ферменти, які містять сульфогрупи – SH .

1. Метали життя.

З усіх *d*-елементів достатньо повно вивчені кількісний вміст, топографія, форми перебування та специфічна фізіологічна роль у восьми хімічних елементів (Fe , Cu , Zn , Mn , Co , Ni , Cr , Mo). Саме ці елементи входять до складу великої кількості металоферментів, яких нині відомо близько 300, металопротеїнів, а також деяких вітамінів. В організмі людини вказані

елементи існують, переважно, у вигляді комплексних сполук та гідратованих іонів.

Життєво необхідні *d*-елементи Zn, Cu, Fe, Mn, Co, Mo називають **металами життя**.

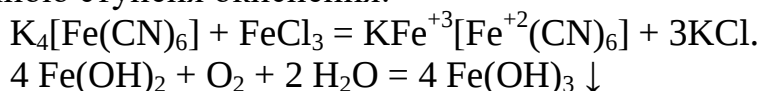
2. Електронна структура біогенних *d*-елементів:

Валентну електронну конфігурацію *d*-елементів можна зобразити у вигляді формули $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$, де *n* - номер періоду в якому стоїть елемент. Валентними для *d*-елементів є *s*-електрони і *s*-орбіталі зовнішнього рівня та *d*-електрони й *d*-орбіталі передзовнішнього рівня. У кожного 4-го (Cr, Mo) і 9-го (Cu, Ag, Au) елемента є «провал»: з спідрівня *n*-го рівня на (*n*-1) *d*- підрівень, що пояснюється тим, що повністю або наполовину заповнені підрівні мають підвищену енергетичну стійкість.

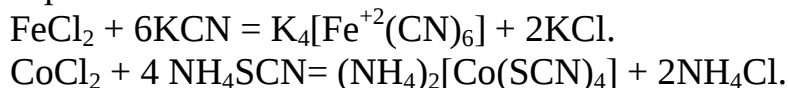
Невелика кількість електронів на зовнішньому рівні визначає металічні властивості простих речовин *d*-елементів. Ці елементи практично не проявляють негативних ступенів окиснення.

3. Типові хімічні властивості *d*-елементів та їх сполук

а) реакції зі зміною ступеня окиснення:



б) комплексоутворення:



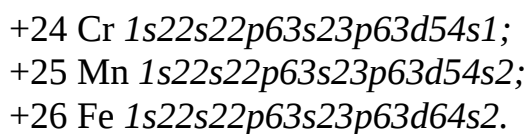
Здатність *d*-елементів утворювати хімічний зв'язок *d*-електронами і *d*-орбіталями зумовлює:

- а) забарвленість їх сполук;
- б) різноманітність ступенів окиснення;
- в) високу здатність до комплексоутворення, що пояснює їх біологічну роль.

Окисно-відновні властивості пов'язані зі здатністю елементів та їх сполук віддавати або приєднувати електрони, тобто змінювати ступінь окиснення.

У вільному стані метали є донорами електронів, тобто віддають свої валентні електрони іншому атому і тому є відновниками.

Перехідні елементи мають незавершену *d*-орбіталь, тому ступінь окиснення їх у сполуках є змінною. З цим пов'язана багатоманітність окисно-відновних реакцій *d*-елементів.



Зі збільшенням порядкового номеру вздовж періоду спостерігається, в цілому, збільшення здатності до комплексоутворення, що пояснюється

зменшенням радіусів і збільшенням їх поляризуючої дії. У підгрупах *d*-елементів зі збільшенням порядкового номера величина координаційного числа збільшується.

4. Біологічна роль біогенних *d*-елементів.

- входять до складу гемоглобіну;
- беруть участь у процесах обміну речовин, тканинного дихання та кровотворення;
- входять до складу ферментів пероксидази, каталази, альдолази;
- впливають на діяльність залоз внутрішньої секреції;
- є компонентами ферментативних систем, приймають участь у білковому, ліпідному, вуглеводневому, мінеральному обміні;
- впливають на процеси розмноження, росту і розвитку;
- активують ферменти;
- зв'язують «неорганічний азот», який задіяний у процесах біосинтезу білків, НК, ферментів;
- проявляють ліотропну дію (знижують відкладання жиру);
- знижують рівень глюкози в крові;
- сприяють засвоєнню Йоду і синтезу гормонів та ін.

5. Застосування в медицині.

Ферум (II) сульфат гептагідрат $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, ферум лактат тригідрат $(\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COO})_2\text{Fe} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, ферум аскорбінат застосовують для лікування ферумдефіцитних анемій.

Цинк сульфат ZnSO_4 використовують у вигляді розчинів з масовою часткою 0,1 – 0,25% для лікування очних хвороб. Цинк оксид ZnO застосовують у дерматологічній практиці у вигляді мазей, паст і присипок. Суспензію цинк інсулін, що складається з цинк хлориду та інсуліну, використовують для ін'єкцій при цукровому діабеті.

Хром піколінат – $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2)_3$ (50 – 100 мкг) використовують у разі порушень вуглеводного та жирового обмінів.

Хром(III) оксид Cr_2O_3 входить до складу деяких стоматологічних паст.

Амоній або натрій молібдат $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ або $(\text{Na}_2\text{MoO}_4)$ у мікродозах вводять до складу різних вітамінних комплексів, враховуючи той факт, що Молібден підвищує фагоцитарну функцію крові.

Манган(II) сульфат та хлорид $\text{MnSO}_4 + \text{MnCl}_2$ як мінеральні добавки входять до складу різних полівітамінів.

Калій перманганат KMnO_4 у вигляді розведених розчинів застосовують як протимікробний препарат.

Вітамін B_{12} (ціанокобаламін) використовують для лікування мегалобластичної анемії, дистрофії та при захворюваннях печінки.

Радіоактивний нуклід Кобальту ^{60}Co застосовують для лікування злоякісних пухлин радіоактивним випромінюванням.

Купрум(II) сульфат у вигляді розведених розчинів для внутрішнього застосування; 5% - ний розчин – для пов'язок при опіках білим фосфором, а 2% – ний розчин – внутрішньо при отруєнні білим фосфором.

Аргентум(I) нітрат має в'яжучу, підсушуючу та протизапальну дію. Зовнішньо він використовується у вигляді 1-10% розчинів або мазей, а внутрішньо – 0,05%- ний розчин при виразці шлунку та гастритах.

1. Токсична дія *d*-елементів та їх сполук.

Токсичні властивості багатьох *d*-елементів обумовлені їх здатністю до комплексоутворення. Так, отруєння сполуками *d*-елементів пояснюється утворенням в організмі міцних комплексів з білками, ферментами, внаслідок чого порушуються важливі процеси обміну. Наприклад: **сполуки Cr (VI)** належать до групи найсильніших канцерогенних речовин з-поміж неорганічних сполук. За даними Міжнародного агентства досліджень раку, Хром (VI) належить до групи I, тобто до групи речовин із доведеним епідеміологічним канцерогенним впливом. Найважливішою причиною мутагенної активності сполук Cr (VI) є його окислювальні здатності.

Кадмій (Cd) порушує метаболізм білку, обмежує засвоєння заліза, збільшує видалення кальцію. Вищезазначений вплив зумовлений здатністю кадмію до витиснення цинку і міді зі сполук з металотіонеїном – білком, що містить 30 % цистеїну, з сульфогрупами -SH якого кадмій утворює дуже стійкі сполуки. Відома в літературі хвороба *itai-itai*, окрім ураження нирок виявляється в розм'якшенні кісток (остеомаляція) та в зростанні їхньої ламкості (остеопороз). У хворих людей спостерігається порушення метаболізму кальцію, фосфору, вітаміну D.

Свинець (Pb) впливає на кровотвірну і нервову системи, шлунково-кишковий тракт і нирки. Спричиняє анемію (оскільки включається до ланцюгу біосинтезу гема і скорочує період життя еритроцитів), а також енцефалопатію, зниження розумових властивостей, викликає гіперкінетичні або агресивні стани, розлади травної системи, диспепсію, коліки, нефропатію.

Сировина і харчові продукти забруднюються токсичними елементами через газоподібні, рідкі та тверді викиди і відходи промислових та енергетичних підприємств, транспортних засобів, комунальних та агропромислових господарств, через технологічне обладнання тощо. Ці елементи через повітря, воду і ґрунти потрапляють до рослин та організму тварин і риб, а в результаті — через харчові продукти до організму людини.

Матеріали для самоконтролю

А. Завдання для самоконтролю:

1. Вказати правильну електронну формулу, що характеризує валентні електрони *s*-елементів I-A групи.

а) ns^1 ; б) ns^2 ; в) $2ns^1$; г) $2ns^2$.

2. Які із запропонованих *s*-елементів мають валентність I?

а). Cu

б). Ca

в). Ag

г). Mg

д). Rb

3. Вкажіть *s*-елемент, зниження концентрації йонів якого у крові

приводить до зменшення згортання крові.

- а). Н
- б). Na
- в). К
- г). Са
- д). Ва

4. Вибрати правильну електронну формулу для валентних електронів s-елементів II-A групи.

- а) ns^1 ;
- б) $2ns^1$;
- в) ns^2 ;
- г) $ns^{1(n-1)}$.

5. Вказати характерний ступінь окиснення для s-елементів II-A групи в сполуках

- а) +2;
- б) -2;
- в) +3;
- г) +1.

6. Завершити рівняння реакції та урівняти його: $MgCO_3 + H_3PO_4 =$

7. p-елементом є:

- а) Натрій
- б). Фосфор
- в). Кальцій
- г). Манган

8. Знайдіть відповідність між ендемічними захворюваннями та елементами, нестача чи надлишок яких їх спричиняють.

- 1. Зоб.....а). Мо
- 2. Подаграб). F
- 3. Карієс.....в). Mn
- 4. Залізодефіцитна анеміяг). Fe
-д). I

9. Вміст хімічних елементів в організмі відповідає наступній закономірності:

- а). Чим менше порядковий номер, тим більше вміст
- б). Чим більше порядковий номер, тим більше вміст
- в). Положення в періодичній системі не має значення
- г). Порядковий номер не визначає вмісту.

10. Знайдіть відповідність між стовпчиками, закінчуючи вираз:

- 1. Сполуки d-елементів з мінімальним ступенем окиснення виявляють
- 2. Сполуки d-елементів з максимальним ступенем окиснення виявляють
- 3. Сполуки d-елементів з проміжним ступенем окиснення виявляють
- 4. Оксид Мангану (IV) виявляє

- а) тільки окиснювальні і кислотні властивості
- б) окиснювальні і амфотерні властивості
- в) тільки відновні і основні властивості
- г) амфотерні властивості
- д) тільки відновні і кислотні

2. Вказати правильну електронну формулу, що характеризує валентні електрони атома хрому

- а) $3d^5 4s^2$ б) $3d^5 4s^1$ в) $3d^4 4s^2$ г) $4d^4 4s^2$

Б. Задачі для самоконтролю:

1. Напишіть електронну формулу елемента, атом якого містить на 3p-підрівні три електрони. У якому періоді, якій підгрупі він перебуває і як цей елемент називається?
2. Складіть електронну формулу елемента з порядковим номером 53.
3. Напишіть електронну формулу елемента, атом якого містить на 3d-підрівні сім електронів. В якому періоді, якій підгрупі він перебуває і як цей елемент називається?
4. Складіть електронну формулу елемента з порядковим номером 30.
5. Запишіть реакцію яку каталізує фермент карбоангідраза.

Література

Основна:

1. Медична хімія: підручник для ВНЗ / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін.; за ред. проф. В.О. Калібабчук – К. ВСВ «Медицина», 2013 – 328с. (С. 278 – 290).
2. Медична хімія / В.О. Калібабчук, Л.І. Грищенко, В.І. Галинська, С.М. Гождзінський, Т.О. Овсянікова, В.А. Самарський. – К. «Інтермед», 2006, – 460с. (С. 327 – 351).
3. Харченко С. В. Медична хімія. – Полтава: Полтавський літератор, 2014. – 212 с. (С. 11 – 24).

Додаткова:

1. Музиченко В.П. Медична хімія. Медицина (Київ). – 2010. – 496 с.
2. Миронович Л.М. Медична хімія: Навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2008. – 159 с. (С. 5 – 15).
3. Миронович Л. М. Медична хімія : навч. посібник / Л. М. Миронович, О. О. Мардашко. - К.: Каравела, 2007. - 168 с.
4. Порецький А.В., Баннікова-Безродна О.В., Філіппова Л.В. Медична хімія: Підручник. — К.: ВСВ «Медицина», 2012. — 384 с.
5. Мороз А.С. Медична хімія : підручник / Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська. - Вінниця : Нова книга, 2006. - 776 с. (С. 38 – 44, 210 – 225)

Інформаційні ресурси:

1. www.umsa.edu.ua
(веб-сторінка Української медичної стоматологічної академії).

Методичну вказівку
підготувала

науковий ступінь, вчене звання
прізвище, ім'я, по батькові

під
пис