

Versenyző jeliséje:

Beküldési határidő: 2023. október 06.

11-12. osztály
1. forduló

1. feladat	2. feladat	3. feladat	4. feladat	5. feladat	Összesített pontszám	Százalék	Javította

1. **feladat: Esettanulmány:** A Magyar Kémikusok Lapjának 2023. májusi számában megjelent Kutasi Csaba által írt cikk inspirálta ezt a feladatot, a teljes cikk elérhető ezen a honlap címen:

https://www.mkl.mke.org.hu/images/Dokumentumtar/2023/2023-majus/MKL_2023-

majus_KutasiCs_Zold-ruhak.pdf Olvasd el a következő szövegrészetet, és válaszolj a kérdésekre! A feladat megoldásáért 33 pont kapható.

Hogyan okoz mérgezést az arzén?

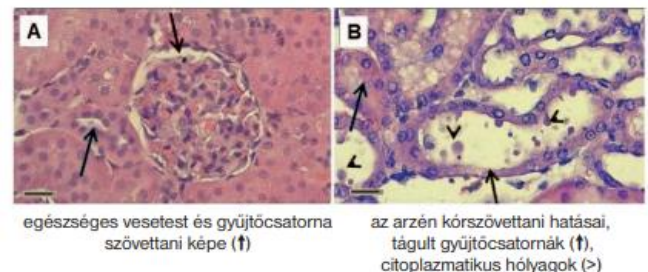
Az elemi arzénnek nincs mérgező hatása, azonban főleg a *három vegyértékű arzénvegyületek* méregtani szempontból veszélyesek az élőszervezetekre. Azok az öt vegyértékű arzénből felépülő vegyületek (pl. arzén-pentoxid, arzénsav) szintén mérgezőek, amelyekből a szervezetbe kerülve három vegyértékű arzén képződik. Az arzén sejtekre mérgező (citotoxikus) hatása szaporodást/burjánzást elősegítő építőelemekben, sejtközi állományokban a legfokozottabb, így például a vérképző rendszer, az embrionális szövetek, a ráksejtkultúrák veszélyeztetettek. A mérgező hatás leegyszerűsítve azon is alapul, hogy az arzén az élő sejtekben képes beépülni a *foszfor helyére*, ezzel gátolva több enzim működését, akadályozva létfontosságú biokémiai reakciók lefolyását. Az enzimbenítással ható arzénvegyületek egyik legagresszívabb gyilkos változata a *harc anyagok* csoportjába tartozó klór-vinil-diklór-arzin, amely bőrön át is könnyen felszívódó arzéntartalmú, hólyaghúzó hatású vegyület (hólyagos bőrgyulladást okozva, valamely belső szerv vérbőségét radikálisan csökkenti). Az arzén rákkeltő hatása is bizonyított (6. ábra).

6. ábra. Arzénmérgezés okozta bőrelváltozások



A szöveteket károsító arzén a fehérjéket nem csapja ki, nincs maró, ill. helyi irritáló hatása. A toxicitás a mérgezést okozó arzénvegyületek oldékonyságától jelentősen függ. *Kapillármérgeként* ismertek, miután a hajszálerek bénulását okozva a hajszálcsövecskék maximálisan kitágulnak, faluk a fehérjék számára átteresztő lesz. Így vérnyomáscsökkenés következik be, amit tovább fokoz az arteriolák (az artériák kicsi ágai, amelyek kapillárisokhoz vezetnek) bénulása. Emiatt például a gyomor-bél, vesekapillárisok súlyos elváltozása következik be. A kitáguló erek áteresztik a fehérjéket, a hajszálérgomolyagok megduzzadnak, funkciójuk nagyon leromlik. A vérnyomáscsökkenés, illetve a kiszáradás veseelégtelenséghez vezet. Akut arzénmérgezést okoz a *porinhalió* és a *belélegzett gáz*, mert a vörösvérsejtekben felhalmozódó anyag a sejtszinten felszabaduló hidrogén-peroxidtól védő *kataláz enzim* aktiválását gátolja. A felszaporodó peroxidok *hemolízist* (a vörösvértest membránjának sérülése), vörösvérsejtpusztulást okoznak. A vérnyomás hirtelen esése *eszméletvesztéshez* vezet, az agyi keringés zavara *kómát* idéz elő. A halál a *sokk* és súlyos agyi *oxigénéltelenség* következménye (7. ábra).

7. ábra. Veséről készült szövettani képek



egészséges vesetest és gyűjtőcsatorna szövettani képe (†)

az arzén kórszövettani hatásai, tágtult gyűjtőcsatornák (†), citoplazmatikus hólyagok (>)

Versenyző jeligéje:

Beküldési határidő: 2023. október 06.

Kérdések:

1. A cikkben felsorolt öt vegyértékű arzént tartalmazó vegyületek képletét és nevét írd le!
.....
.....
2. Az arzén mérgező hatását mi okozza?
.....
3. Milyen vegyületekbe épül be az arzén? Sorolj fel legalább három különböző molekula csoportot, vagy konkrét vegyületet!
.....
.....
.....
4. Mely kémiai anyag szabadul fel sejtszinten az akut arzénmérgezés esetén? (név, képlet)
.....
5. A 4-es pontban leírt anyag hat a kataláz enzimre. Hogyan?
.....
6. Hogy hívja a kémia tudománya a 4-es pontban megemlített anyagot, írd az ilyen anyagokat összefoglaló néven!
.....
7. Okozhatta-e Napóleon halálát arzén mérgezés? Indokold a válaszodat az olvasottak alapján!
.....
.....
8. 1830-as évek óta az arzént a Marsh-tesztetel igazolják! Rendezd az egyenletet oxidációs számmal!
$$\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2 = \text{AsH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{AsH}_3 = \text{As} + \text{H}_2$$
9. Hogy hívják Hippokratész által fekélybetegségre használt anyagokat? Válaszolj képletekkel, jelöld a vegyületekben az atomok oxidációs számát!
.....

Versenyző jelige:

Beküldési határidő: 2023. október 06.

10. Mi a fehér arzén képlete kik és mire használták?.....
.....**11. Mi a szövegben emlegetett klór-vinil-diklór-arzén szerkezeti képlete és a UPAC szabályai szerint tudományos névvel nevezd el!**

mérgező, ún. *tiszazugi* (Nagyrev, Tiszakürt, Ókéske, Tiszaföldvár, Kunszentmárton, Mesterszállás és Öcsöd) gyilkosság-sorozat. A *nátrium-arzenit* (NaAsO_2) átitatott légyfogó papír vizet kivonatát használták fel: a „*légyfogó leves*” borból, ételbe elkeverve mérgezte férjeiket 30–60 napig, akik idült arzénmérgezéses tünetek között haltak meg. Egy felnőtt másvilágra küldéséhez átlag *napi 2–4 mg arzént* kellett adagolni, azaz mindennap egy-két légyfogó kivonatának beadására volt szükség (csecsemők esetében – az abortuszt is végző „nagyrevi angyalcsinálók” mellett – kis mennyiség is elegendő volt). Egy légyfogópapírban összesen 1–2 mg arzénnek megfelelő mennyiségű nátrium-arzenit volt, ami önmagában alacsony kockázatot jelentett (a heveny halálos adag kb. 1–2%-át tette ki). 100 db légyfogópapír kiáztatásával nyert egyetlen adag hatására gyorsan elhunyt a kiszemelt áldozat, 10–20-szal is rövidebb idő alatt el lehet intézni a „célszemélyt”. A gyilkos asszonyok ügyeltek arra, hogy feltűnést kerülve ne egyetlen nő vásároljon nagy tételben légyirtót, így tucatnyi asszony vette meg napközben. Majd este a kútnál összejöttek, és kötényt alát összeadták a mérget, amit a soron következő férjlikvidáló asszonyság hazavitt. Két bábaasszony pénzért is árusította a „*légyvíz*” elnevezésű gyilkos oldatot, amivel nem kellett bíbelődni. 1911–1929 között akár több száz ilyen gyilkosság fordult elő (egyes források szerint csak Nagyrev és Tiszakürt temetőiben az exhumálás során 162 arzénrel meggyilkolt ember tetemét tárták fel). A „*tiszazugi méregkeverő asszonyok*” azt hittek, hogy nem hagynak maguk után nyomot.

Pedig az arzénrel megmérgezett áldozatból, annak teteméből – amely éppen az arzénvegyületek erős toxicitása miatt a szokásos lebomlás helyett mintegy mumifikálódik – egyértelműen kimutatható a gyilkos kémiai elem. A bűnesetek lezárása után az *arzéntartalmú légyfogó papírokat*, a nagyobb koncentrációjú növényvédő szereket, majd a konzerváló fapácokat is *betiltották*. Az

ún. Marsh-teszt (arzéntükör-próba) az 1830-as évek óta az arzénmérgezés igazolása rutinfeladat (8–9. ábra):

Az arzén gyógyíthat is

Az i. e. 5. században Hippokratész kezelte fekélybetegeket *realgár* (As_4S_4) és *auripigment* (As_2S_3) tartalmú kenőcsökkel. Több ókori civilizáció is használta az arzént orvossággént, a kínaiak sikeresen alkalmazták a *fehér arzént* (arzén-trioxid) a malária ellen szereként, és a perzsáknál is említik a láz fehér arzénrel való gyógyítását.

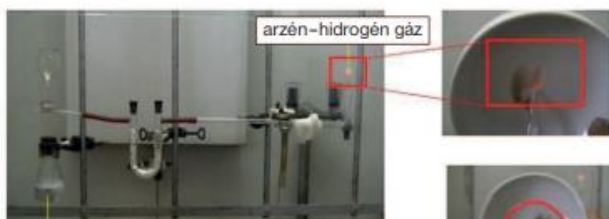
Nagy áttörést hozott a Paul Erlich által 1909-ben kifejlesztett *Salvarsan* nevű, szerves arzéntartalmú antibiotikum. A baktériumpusztító hatás eredményes lett, így sikeresen alkalmazta a szert a szifilisz kórokozói, ill. a spirochaetabaktériumok ellen.

Csontbetegségek (csontlágylás) és ideges görcsök (ún. vitustánc), ill. idegszába ellen szintén sikerrel alkalmazták az arzén hatóanyagú készítményeket, pl. az ún. *Fowler-oldat* (arzénessavas-kálium oldat) formájában.

Az 1970-es években a kínai Harbin Egyetemen az arzén-trioxid és nyomokban előforduló higany együttes hatását tovább kutatták, és eredményes *leukémiát* kezelő szert állítottak elő.

**10. ábra. Az arzén gyógyító hatására utaló gyógyszerek**

Az arzént radiokészítményként is alkalmazzák, izotópjának bomlási módjától függően a diagnosztikai és terápiás célokra egyaránt (10. ábra).



Versenyző jeligéje:

Beküldési határidő: 2023. október 06.

2. feladat: Számolás: „Légyszívó leves”

Az előző szövegben találod a szükséges adatokat. Keresd ki őket! Mindig a számtani középértékekkel számolj! Mennyi a halálos arzén mennyisége? Halálos-e az a légyvíz oldat, melyet úgy készítünk, hogy 90 db légyapírt áztatunk be 3 dl vízben. Számold ki az oldat koncentrációit: m/m%, n/n%, V/V% (térfogatok összeadhatók), c, c_t molalitása (oldott anyag anyagmennyisége/oldószer tömeg (mol/kg)). Az arzén sűrűsége: 5,22 g/cm³. A feladat helyes megoldásáért 20 pont kapható.

Számolás menete:

Versenyző jeligéje:

Beküldési határidő: 2023. október 06.

3. feladat: Keresztrejtvény

Írd be a helyes választ a keresztrejtvény megfelelő sorába, a számozott rubrikába ne írd betűt! A kérdések közül néhány a szöveg elolvasása után megoldható. Minden helyes válasz 1 pontot ér! A feladatban elérhető összes pontszám 21 pont.

Állítások:

1. Arzén-trioxiddal eredményesen kezelhető betegség.
2. A kémiai tulajdonságai miatt ebbe a csoportba soroljuk az arzént a szilíciummal és a germániummal együtt.
3. Az arzén színe.
4. Malária ellenes szer nevében levő szín megnevezése.
5. Ő állította elő elemi állapotban 1250-ben az arzént.
6. Görög eredetű nevének: arzenikosz, magyar jelentése.
7. Hippokratész ezzel az arzén tartalmú szerrel kezelte a fekélybetegségeket.
8. Szifilisz kórokozójával szemben alkalmazott arzén tartalmú antibiotikum.
9. Idegzsába ellen szintén sikerrel alkalmazott szer neve.
10. Az arzén nyelvújításkori magyar neve.
11. A peszticidek is ilyen szerek.
12. Császár, akinek rejtélyes halálakor vizsgálták az arzén mérgezés lehetőségét.
13. Ideges görcsök megnevezése.
14. Arzén tartalmú gyógyszerrel gyógyítható nemi betegség.
15. Magyarországi terület, mely elhíresült az arzén mérgezésekről.
16. Ebbe a főcsoportba tartozik az arzén.
17. Borgia család az arzén felhasználásával készített mérgének neve.
18. Borba, ételbe kevert „leves” neve.
19. Az arzénszulfidját már ismerte ez az ókori görög tudós és filozófus.
20. Az i.e az 5. században eredményesen kezelte a betegségeket az auripigment nevű szerrel.

Versenyző jelgége:

Beküldési határidő: 2023. október 06.

[illegible]

Versenyző jeligéje:

Beküldési határidő: 2023. október 06.

Keresztrejtvény megoldása:

.....

4. feladat: Töltsd ki a táblázatot! A Nitrogén-csoport elemeinek ismertebb sava: A feladat megoldásáért 30 pont jár.

neve			Arzénsav
képlet		H_3PO_4	
hétköznapi név	Választóvíz		
szerkezeti képlet			
saverősség			
savi értékűség			
sói neve			arzenátok
proton száma			
neutron száma			
elektron száma			
kötő elektronpár száma			
nemkötő elektronpár száma			

Versenyző jelige:

Beküldési határidő: 2023. október 06.

5. feladat: Kísérletelemzés: Emelt szintű érettségi: 9. feladat

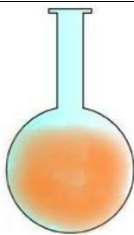
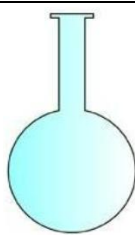
Minden helyes válasz 1 pontot ér! A feladatban elérhető összes pontszám 12 pont.

A nitrogén-dioxid - molekulaszervezetéből adódóan – megfordítható reakcióban képes dimerizálódni. A keletkező dinitrogén-tetraoxid 10 °C felett, légköri nyomáson szintelen gáz. A dimerizáció exoterm folyamat. Egy dugattyúval ellátott, változtatható térfogatú, átlátszó falú tartályba töltött nitrogén-dioxid-gázt

a) 40 °C-ról 20 °C-ra lehűtünk,

b) a dugattyú segítségével – állandó hőmérsékleten – összepréselünk.

Fogalmazza meg és indokolja tapasztalatait!

			
Anyag neve:			
Képlete:			
Szerkezeti képlete:			
		Nyilakkal jelöld a változást	
Nyomás növelésével	_____		_____
Hőmérséklet növelésével:	_____		_____

Versenyző jeligéje:

Beküldési határidő: 2023. október 06.

Hőmérséklet csökkenésével:	_____		_____
NO ₂ koncentrációjának csökkentésével	_____		_____
N ₂ O ₄ koncentrációjának csökkentésével	_____		_____

Gratulálok a feladatmegoldáshoz!

