

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

A megoldások beküldésére az alábbi útmutatás vonatkozik:

- A feleletválasztós, illetve gondolkodtató kérdéseket **egy-egy lapra**, a számolási példákat pedig **külön-külön lapokra** kérjük megoldani, kizárólag **kézzel, olvashatóan írt** megoldásokat fogadunk el.
- Minden lap jobb felső sarkában **jól látható** módon fel kell tüntetni a versenyző regisztrációkor kapott **azonosítóját** és **kategóriáját**, valamint a feladat számát. Fontos, hogy a neveteket ne írjátok rá a lapokra.
- Átláthatatlanul, vagy nem kellő alaposággal kidolgozott, illetve olvashatatlan megoldásokat jó végeredmény esetén sem fogadunk el.
- A megoldások beküldésére a verseny honlapján, a „Feltöltés” menüpontban van lehetőség, bejelentkezést követően. Kérjük a megoldásokat .pdf formátumban töltsétek fel.
- Kizárólag azok a feladatlapok kerülnek értékelésre, amelyek a határidő napján **23:59-ig** beérkeztek.

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

1 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

A feladatsorokat lektorálta:

Dóbéné Cserjés Edit

Együttműködő partnerek:



BME VEGYÉSZMÉRNÖKI ÉS BIOMÉRNÖKI KAR
VEGY-ÉRTÉK TEHETSÉGPONT



Támogatók:



Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

2 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Feleletválasztós kérdések (10p)

Készíts egy táblázatot a feladatok számából és a hozzájuk tartozó helyes válasz betűjeléből, ezek egy külön lapra kerüljenek!

1. Mi a timföld összetétele?

- a) $\text{AlO}(\text{OH})$
- b) Al_2O_3
- c) Al_2O
- d) $\text{Al}(\text{OH})_2$
- e) Na_3AlF_6

2. A felsorolt anyagok vizes oldatába piros színű fenolftalein-oldatot cseppentünk. Melyik oldatban színtelenedik el a fenolftalein?

- a) NH_4Cl
- b) NaCl
- c) NaOH
- d) NH_4OH
- e) mindegyikben

3. Mi a szisztematikus neve a kumolnak?

- a) izopropil-benzol
- b) propil-benzol
- c) dimetil-toluol
- d) izopropil-toluol

4. Milyen színű oldata nincs a jódnak?

- a) barna
- b) lila
- c) halvány sárga
- d) kék
- e) fakózöld

5. Melyik ezüstvegyületet használták régen a fényképezésnél?

- a) AgF
- b) AgCl
- c) AgBr
- d) AgI
- e) Ag_2S

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

3 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

6. A motorbenzin minőségét jelölő oktánszám jelentése:
- a benzin %-os oktántartalma
 - a benzin oktán- és heptántartalmának aránya
 - a benzin izooktántartalmának és heptántartalmának aránya
 - azonos robbanási tulajdonságokkal rendelkező oktán-heptán- keverék %-os oktántartalma
 - azonos robbanási tulajdonságokkal rendelkező izooktán-heptán- keverék %-os izooktántartalma
7. A piridin forráspontja magasabb, mint a benzolé, mert:
- lényegesen nagyobb a molekulatömege, mint a benzolé
 - sokkal kisebb molekulatömegű, mint a benzol
 - molekulája dipólus, míg a benzolé apoláris
 - vízben oldódik, a benzol pedig nem oldódik vízben
 - a nitrogén atom több elektronnal vesz részt az aromás gyűrűben, mint a szén atomok
8. Az alábbiak közül melyiknek nincs geometriai vagy sztereoizomere?
- aszorbinsav
 - borkósav
 - fumársav
 - benzoesav
 - almasav
9. Melyik sor tartalmazza a Kr-atom elektronszerkezetével megegyező ionokat növekvő méret szerinti sorrendben?
- Sr^{2+} , Rb^+ , Se^{2-} , Br^- , As^{3-}
 - Sr^{2+} , Rb^+ , Se^{2-} , As^{3-} , Br^-
 - As^{3-} , Se^{2-} , Br^- , Rb^+ , Sr^{2+}
 - Sr^{2+} , Rb^+ , Br^- , Se^{2-} , As^{3-}
 - As^{3-} , Se^{2-} , Rb^+ , Br^- , Sr^{2+}
10. Az alkoholok és a nátrium
- nem lépnek reakcióba.
 - nátrium-hidroxidot képeznek.
 - hidrogénfejlődés közben reagálnak egymással.
 - reakciója során az alkoholok protont vesznek fel.
 - reakcióterméke a nátrium-hidroxidnál kevésbé reaktív

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

4 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Számolási feladatok (13p)

A számolási példák megoldásai külön-külön lapokra kerüljenek!

1. Egy különleges fémötvözetet oldunk híg kénsavban. Az ötvözet tömegszázalékos összetétele: 1,00% nátrium, 31,0% cink, 32,0% réz és 36,0% vas. Írd fel a lejátszódó reakció(k) egyenleteit! 2017 g ötvözetből mekkora térfogatú, szobahőmérsékletű, standard nyomású hidrogéngáz fejlődik? **(5p)**
2. 150 g tömegű, 100 °C-os, 10 tömeg%-os Na_2CO_3 -oldathoz hány gramm Na_2CO_3 -at kell adni, hogy az oldat telített legyen? Hány gramm $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kristályosodik ki, ha az oldatot 20 °C-ra hűtjük le? (20 °C-on 100 g víz 21,5 g Na_2CO_3 -ot old, 100 °C-on pedig 45,5 g-ot. **(8p)**

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

5 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Gondolkodtató kérdések (7p)

A gondolkodtató kérdések megoldásai egy lapra kerüljenek!

1. Mindenki ismeri az aktív mozgást általában követő izomlázat. Melyik vegyület a felelős ezért? Hogyan és miért keletkezik? Rajzold fel a szerkezeti képletét! (3p)
2. A higanyos lázmérők fénykorában gyakori eset volt, hogy eltörtek ezek az eszközök. A kiömlött higany összeszedése után mivel ártalmatlaníthatóak az apró, szemmel nem látható higanycseppecskék? Milyen reakció játszódik le ekkor (reakcióegyenlet)? (2p)
3. Miért mérgezőek a nehézfémek (pl.: réz, higany, ólom) vegyületei? (2p)

Gondolatkísérlet (6p)

A gondolatkísérlet megoldása egy konkrét kémiai anyag. A feladat ennek a meghatározása egyértelmű módon. Ehhez szükséges a megfelelő reakcióegyenletek feltüntetése, melyeket számozással jeleztünk. A teljes értékű megoldáshoz szükséges a megoldás menetét is feltüntetni. Ehhez feltüntetendők a számokkal jelölt reakcióegyenletek és ezek alapján a lehetséges ionok és a reakciók sorozatából jelölendő, hogy miként szűkül le a keresett ionokra a megoldás. A végleges megoldás az anyag képletéből, a kért egyenletekből és a megoldáshoz vezető logikusan leírt útból tevődik össze.

Egy átlátszó oldat oldott anyagának meghatározása a feladat. Az oldat lúgos kémhatású. Sósav hatására kezdetben nem tapasztalunk változást, de rövid idő múlva az oldat megzavarosodik (1). Eközben egy szűrőpapírra kálium-jodátot és keményítőt cseppentve a kémcső szája felett kék elszíneződést tapasztalunk (2). Bárium-klorid hozzáadása után fehér csapadék kiválását tapasztaljuk (3). Ezüst-nitráttal kezdetben fehér csapadékot kapunk, mely idővel megfeketedik (4, 5). Az eredeti oldattal lángfestést végezve jellemző sárga lángot figyelhetünk meg.

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

6 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Esettanulmány (12p)

Az Arzén reneszánsza

Izotópok a gyógyítás szolgálatában

Szerkesztő: Balatoni-Oláh Zita • 2016/09/09

Mengyelejev periódusos rendszerének 33-as rendszámú eleme kétes hírnévnek örvend. Az arzénről legtöbbünknek a mérgező anyag jut először eszébe, viszont az kevésbé köztudott, hogy régóta alkalmazzák gyógyszerként. Így jogosan tehetjük fel a kérdést, lényegében melyik táborba sorolhatjuk az iménti kémiai elemet és annak radioaktív izotópjait?

Magyarázatként a Paracelsus által megfogalmazott néhány mondat szolgál, amit a toxikológia őstanának tekintenek: □Mi az, ami nem mérgező? Minden anyag mérgező, és nincs semmi mérgező nélkül. Egyedül a dózis határozza meg, hogy mi nem mérgező. □ Ez magában foglalja a méregtan egyik legfontosabb alapfogalmát is, a dózist, amely koncentrációegységekben (például mg vagy $\mu\text{g}/\text{testsúly kg}$) adja meg a mérgező anyag mennyiségét a szervezetre. Paracelsus tézisére jó példa az arzén, amit már kétezer évvel ezelőtt is használtak orvossággént a görögök és a kínaiak, de ugyanúgy kiérdemelte a □mérgek királya, a királyok mérge □ jelzöt is, mivel évszázadokon át alkalmazták méregként a hatalomra éhes trónkövetelők vagy a férjüktől máshogy megszabadulni nem tudó asszonyok.

Méreg vagy gyógyszer?

Először Hippokratész alkalmazta gyógyszerként, aki már a Kr.e. 5. században is kezelte fekélybetegeket realgár (As_4S_4) és auripigment (As_2S_3) pasztákkal. Több ókori civilizáció is alkalmazta az arzént orvossággént, például a kínaiak sikeresen használták a fehér arzént (arzén-trioxid) a malária ellenszereként, és a perzsáknál is találunk említést a láz fehér arzénnel történő kezelésére.

A következő nagy áttörést a Paul Erlich által 1909-ben felfedezett Salvarsan nevű, szerves arzéntartalmú antibiotikum jelentette. Erlich arzénvegyületeket vizsgált, hogy képesek-e baktériumokat elpusztítani, és végül sikeresen alkalmazta a szert a szifilisz kórokozói, a spirochaeta-baktériumok ellen.

Az 1970-es években a kínai Harbin Egyetemen arzén-trioxidot nyomnyi mennyiségű higannyal együtt használva, eredményesen kezelték a leukémiát. Az arzént radiógyógyszerként jelenleg is alkalmazzák kísérleti fázisban, izotópjától, vagyis annak bomlási módjától függően mind a diagnosztikában, mind terápiás eljárásokban.

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

7 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny



Arzén-trioxid - minden a dózistól függ

Az arzén sötétebbik oldalát valószínűleg mindenki jobban ismeri. Számos művészeti és történelmi említést találunk, ahol az arzén mérgező tulajdonságát használták fel. Először Flaubert Bovarynéját említhetjük, ahol a címadó főhős nő arzénal követ el öngyilkosságot. Vagy ott vannak Agatha Christie, a világhírű író népszerű művei. Joseph Kesselring Arzén és levendula című krimikomédiájában idős testvérpár édesíti meg magányos férfiak utolsó óráit ribizliborba kevert arzénal.

A nagyrevi sorozatgyilkosságok névvel elhíresült történet szerint a XX. század elején helybeli asszonyok - élükön a település bábájával - férfiak tucatjait tették el láb alól úgy, hogy arzént keverték ételükbe, italukba.

Talán a legismertebb arzénmérgezés a történelem során Napóleon nevéhez fűződik. A történelemkönyvek szerint a halál oka gyomordaganat volt, ám hívei között erősen élt az elképzelés, hogy a császárt az angolok ügynökei mérgezték meg. A neutronaktivációs analitikával elvégzett mérések nem bizonyították az arzénmérgezést, csak antimontartalmú gyógyszer szedését, ezt 1982-ben a Nature-ben publikálták is. A kételyt 2007-ben oldotta meg egy nemzetközi tudóscsoport, a történelmi tényeket és Napóleon alkoholban tartósított gyomrát egyaránt felhasználva. A vizsgálatok egyértelműen kimutatták, hogy az egykori császár halálát gyomorrák okozta.

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

8 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Radioaktivitás a gyógyászatban

A radioaktivitás legfontosabb alkalmazása a természettudományokhoz köthető, azon belül az orvosbiológiai kutatásokhoz. Ennek alapkövét Hevesy György fektette le a radioaktív izotópon alapuló nyomjelzéses technika kidolgozásával. A radioaktív izotóp detektálásával a szervezetben nyomon követhető, hogy milyen utat jár végig a jelzett molekula, és arra is következtethetünk, hogy a biokémiai folyamatok során milyen molekulákba juthat át eközben. Az orvosi alkalmazás alapelve, hogy a biológiai rendszerek (például az emberi szervezet) az egyes elemek izotópjai között nem tesznek különbséget, vagyis ugyanazon kémiai elem inaktív, illetve radioaktív izotópja ugyanúgy viselkedik, ugyanazt az utat járja be a szervezetben. Munkásságának elismeréseként Hevesy, radioaktív izotópok indikátorként való alkalmazásáért a kémiai kutatásban indoklással 1943-ban Nobel-díjat kapott. A módszer alkalmazásával a kutatók, orvosok olyan vizsgálati lehetőséghez jutottak, amilyenről korábban nem is álmodhattak.



Ciklotron és oktatóreaktor, valamint a velük előállítható izotópok

Az arzén egyetlen stabil izotópjja a 75-ös tömegszámú, a többi radioaktív. A \square radio \square jelentése sugárzás, a radioaktív izotópok sugárzással adják le energiafeleslegüket, hogy stabil izotóppá váljanak. Az arzénizotópok két nagy csoportra oszthatók, a negatív béta-bomló izotópokra, amik elektront (e^-) adnak le, illetve a pozitív béta-bomlókra, amik az elektron antirészecskéjét, a pozitront (e^+) adják le. A sugárzásuk alapján lehet a felhasználásukat csoportosítani: a pozitív béta-bomló izotópokat a diagnosztikában alkalmazzák, amikor felderítik, keresik a betegségeket, a negatív béta-bomló izotópot tartalmazó radiógyógyszereket pedig a terápia, vagyis a betegségek kezelése során alkalmazzák.

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

9 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Izotópdiaгностика esetén az élő emberi szervezetbe olyan radioaktív készítményeket juttatnak be, amelyek részt vesznek a fiziológiai, biokémiai folyamatokban, de anélkül, hogy azok végbemenetelét befolyásolnák. Terápiás alkalmazás esetén viszont az a cél, hogy az izotóppal jelölt biomolekula a kóros szövetekben dúsuljon fel. Így az izotóp által kibocsátott sugárzás végzi a célzott sejtpusztítást, ami tulajdonképpen az elemi részecskék dimenziójában lezajló sebészeti beavatkozás.

Orvosbiológiai felhasználás

A pozitív béta-bomló izotópokat tartalmazó radiogyógyszerek fő alkalmazási területe a Pozitron Emissziós Tomográfia (PET), ami egy sebészeti beavatkozást nem igénylő diagnosztikus eljárás. A bomlás közben pozitront kibocsátó izotópok előállítása ciklotronnal történik. Ez egy részecskegyorsító, ahol a mágneses térnek köszönhetően a részecskék belülről kifelé haladnak a spirális térben. Ezekkel a részecskékkel ütköztetve a céltárgyat, létrehozhatjuk a kívánt radioaktív izotópokat. Arzén esetében természetes germánium céltárgyat használnak, amiből közvetlenül arzénizotóp keletkezik. Az arzénizotópok közül a 71, 72 és a 74-es tömegszámú izotópok pozitron-bomlók, tehát PET-eljárásoknál jól használhatók.

A negatív béta-bomló izotópokkal jelölt gyógyszermolekulákat elsősorban terápiás célokra alkalmazzák, illetve speciális képalkotó diagnosztikákban. Előállításuk reaktorral történik, ami ebben az esetben nagy neutronforrásként szolgál, és a neutronok aktiválják radioaktívvá a besugárzott anyagot. Arzén esetében a célszubsztancia természetes összetételű germánium-dioxid, ami először radioaktív germániummá aktiválódik, és később ez bomlik tovább radioaktív arzénre. A reaktoros besugárzás esetén nemcsak radioaktív arzént nyerünk, hanem radioaktív germániumot is fog tartalmazni az aktivált minta. Éppen ezért használják az arzén 77-es izotópját radiokémiai elválasztási módszerek optimalizálására, mert az elválasztási folyamat fejlesztése során mindkét izotóp nyomon követhető nukleáris méréses technikai módszerekkel. Nukleáris mérések során akár egyetlen atom is detektálható, ami a kémiában ismert molalitás ($6,022 \times 10^{23}$ db atomot jelent egy mól) töredék része, így érzékeny analitikai eljárások kifejlesztése vált lehetővé.

Megfelelő kémiai elválasztási módszer alkalmazása után a radioaktív arzénizotóp elválasztható a besugárzott germánium-dioxid targettól, és tiszta arzénfrakció nyerhető, ami megfelelő potenciál a radiogyógyszer gyártásban.

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

10 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló

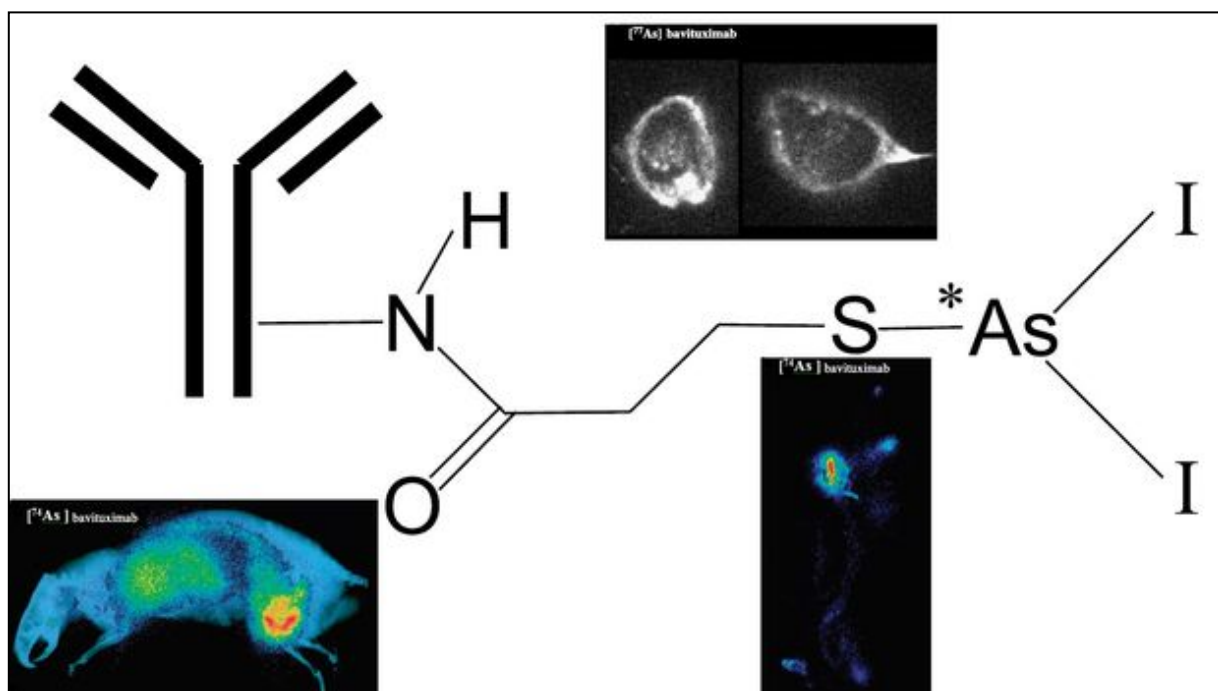


Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Új eredmények

Az új radiógyógyszerek tervezésénél nehéz a radioaktív nyomjelzőt úgy hozzákötni a molekulához, hogy ne történjen jelentős szerkezeti változás. Épp ezért, ha arzénizotóppal akarjuk jelölni a biomolekulát, az egyik lehetséges megoldás, ha a nitrogént vagy a foszforatomot cseréljük le arzénra, mivel mindhárom elem a periódusos rendszer ugyanazon oszlopába tartozik, így kémiaiailag hasonlóak. Ráadásul mindkét elem (nitrogén, foszfor) gyakori a biológiaiailag aktív molekulákban. Erre példa a kolin bioszintézise, amikor nitrogént



cseréltek ki arzén-72 izotópra, a jelzett vegyületet pedig PET-diagnosztikumként alkalmazták állatkísérletekben.

Bavituximab kísérleti fázisú diagnosztikus és terápiás alkalmazása

Másik lehetséges jelölési módszer, ha az arzénizotópot egy kéntartalmú biomolekulához kötjük, mert az arzén a kénnel erős kovalens kötést hoz létre. Utóbbira példa az As-74 jelölése egy bavituximab nevű speciális fehérjével. Ez a fehérje egy antitest (ellenanyag), ami a tumorok felületén található zsírokhoz kötődik. A fehérjéhez egy speciális, kéntartalmú oldalláncot kötnék hozzá, ami erős kovalens kötéssel kapcsolódik az arzénhoz. Ebben a technikában az alkalmazott arzén mennyisége milliomod része a mérgező szintnek, és kisebb aktivitású, mint az általában alkalmazott izotópok.

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

11 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Az arzén-77 izotóp teljes mértékben negatív béta-bomló, ami lehetővé teszi terápiás radiogyógyszerként való alkalmazását, az intravaszkuláris sugárterápiában (éren belüli besugárzás), továbbá a radioimmunoterápiában (immunsejtekhez kötik az izotópot), ami a rossz irányú folyamatokat például autoimmun betegségek esetén visszafordíthatja a megfelelő irányba. Szinovektómiás alkalmazása is ismert, amikor az ízületi folyadék túlermelését kell megakadályozni. Az előbb említett bavituximab nevű fehérje is ígéretes molekula, ha arzén-77 izotóppal jelöljük arzén-74 helyett, akkor szintén alkalmassá válik terápiás alkalmazásra.

Egy új alkalmazási területe az orvosi izotópoknak a teranosztikus felhasználás. Ebben az esetben a diagnosztikus és terápiás tulajdonságokat egyetlen ágensben kombinálják, illetve egyénre szabott terápiákat lehet kialakítani számos betegség esetén. Erre példa az As-72 izotóp, ami többféle sugárzással adja le többletenergiáját, ezért alkalmas egyszerre diagnosztikus és terápiás alkalmazásra. Az eddigi vizsgálatokban ezt az izotópot egy TRC105 nevű antitesthez kötötték, ami kénatomot tartalmaz, így az arzén direkt hozzáköthető. A TRC105 egy olyan transzmembrán fehérjéhez kötődik, ami vérerek növekedésének és működésének fenntartásában vesz részt, így az érből kiinduló rákos sejtek szaporodását csökkenti.

Az említett molekulák még nem törzkönyvezett radiogyógyszerek, tehát humán felhasználásuk nem engedélyezett, de több olyan is akad köztük, ami már a gyógyszerfejlesztés utolsó állomásaiban van, és sikeres zárókísérletek után, pár év múlva radiogyógyszerként is használható lesz.

Forrás: http://www.eletestudomany.hu/az_arzen_reneszansza

Kérdések

1. Mi a dózis? Mi a mértékegysége? (1p)
2. Írd fel az arzén elektronszerkezetét! (1p)
3. Mely keveréket alkalmazták sikeresen a leukémia kezelésére? (1p)
4. Mit értünk radioaktív izotópon alapuló nyomjelzéses technika alatt? (2p)
5. Mely arzén izotópokat alkalmazhatjuk PET eljárásoknál, és mi ennek az oka? (1,5p)
6. Amennyiben biomolekulát szeretnénk arzénizotóppal jelölni, mely elemek cseréjét érdemes megvalósítani? Miért? (2p)

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

12 / 13 oldal

I. kategória

Első forduló



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

7. Mit értünk teranosztikus felhasználás alatt? (1,5p)

8. Mely két csoportját különböztetjük meg az arzénizotópoknak? (2p)

Leadási határidő: 2017. November 6.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

13 / 13 oldal