

LIETUVOS MOKINIŲ CHEMIJOS OLIMPIADOS II TURAS

2017 m. sausio 20 d.

11-12 klasės užduotys

Užduočių rinkinį sudaro 5 lapai, kuriuose pateikiamos 7 užduotys. Joms atlikti skiriamos 4 val.
Bendras taškų skaičius 105. Sprendimai bus skelbiami internete: www.olimpiados.lt.

Užduotis parengė ir sėkmės linki: S. Balkaitis, M. Jonušis, V. Kavaliauskas, N. Pajanok, R. Raudonis, E. Sipavičius, L. Šteinys, G. Usevičius.

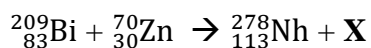
1 užduotis. Periodinės lentelės naujovės

Iš dabar žinomų 118 elementų keturi buvo likę be pavadinimų. 2016 m. lapkričio 30 dieną Tarptautinė teorinės ir taikomosios chemijos organizacija (International Union of Pure and Applied Chemistry, trumpinama IUPAC) oficialiai patvirtino šių elementų pavadinimus.

Elemento atominis skaičius	113	115	117	118
Pavadinimas (lotyniškas ir lietuviškas)	Nihonium Nihonis	Moscovium Moskovis	Tennessine Tenesis	Oganesson Oganesonas
Cheminis simbolis	Nh	Mc	Ts	Og
Pavadinimas kilo iš:	Japonijos pavadinimo	Maskvos miesto pavadinimo	Tenesio valstijos (JAV) pavadinimo	Mokslininko J. Oganesiano pavardės

- Kelintam periodui ir kelintai grupei priklauso elementas Og?
- Keliais sluoksniais yra išsidėstę Ts atomo elektronai?
- Kiek protonų, neutronų ir elektronų turi jonas $^{294}\text{Ts}^{5+}$?
- Visi šioje užduotyje aptariami elementai yra dirbtiniai, jų gauta tik po keletą atomų. Jeigu pavyktų pagaminti didelį skaičių Mc atomų, kokios agregatinės būsenos normaliosiomis sąlygomis turėtų būti (tikėtina) ši medžiaga?
- Manoma, kad Mc oksidacijos laipsnis junginiuose galėtų būti +3. Parašykite šio elemento oksido ir nitrato formules.

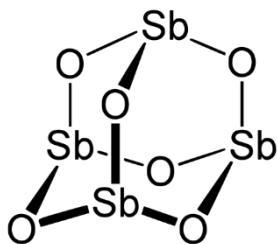
Naujieji elementai sintetunami vieno elemento atomus apšaudant dideliu greičiu skriejančiais kito elemento branduoliais. Vienos iš įvykdytų branduolinių reakcijų yra:



- Nurodykite, kokia dalelė šioje branduolinės reakcijos lygtyje pažymėta simboliu X.
(10 taškų)

2 uždutis. Stibis

Stibio junginiai naudojami degumą mažinančių priedų gamybai. Tokiais priedais paveikiama mediena, jų dedama į plastikus.



- Paveiksle (kairėje) parodyta vieno iš degumą mažinančio junginio molekulės sandara. Tokia ji būna dujinėje būsenoje. Parašykite šio junginio molekulinę ir empirinę formulę.
 - Vienas iš labiausiai paplitusių stibio mineralų yra Sb_2S_3 . Nurodykite, kaip iš Sb_2S_3 galima gauti junginį, kurio sandara parodyta paveiksle. Parašykite ir išlyginkite tą virsmą rodančią bendrąją lygtį.
- c) Sb_2S_3 yra labiausiai paplitęs, bet ne vienintelis stibio mineralas. Išanalizavus vieną iš stibio mineralų nustatyta jo sudėtis masės procentais: 21,25% gyvsidabrio, 51,58% stibio ir 27,17% sieros. Sudarykite šio mineralo empirinę formulę.

(9 taškai)

3 uždutis. Kietas ir minkštas vanduo

Kaip atsirado terminas „kietas vanduo“ nėra visai aišku. Angliškose interneto platybėse galima rasti tokią aiškinimą: terminą „hard water“ pradėta vartoti pastebėjus, kad tokia vandenyje sunku išskalbti rūbus (hard to clean). Gal ir taip, bet ne tai svarbiausia. Vandeniui kietumo suteikia Ca^{2+} ir Mg^{2+} jonai, o nuo anijono priklauso kietumo rūšis (kietumas būna laikinasis arba pastovusis).

- Parašykite cheminę formulę vieno kalcio junginio, kuris vandeniui suteikia laikinąjį kietumą ir vieno kalcio junginio, kuris suteikia pastovųjį kietumą.

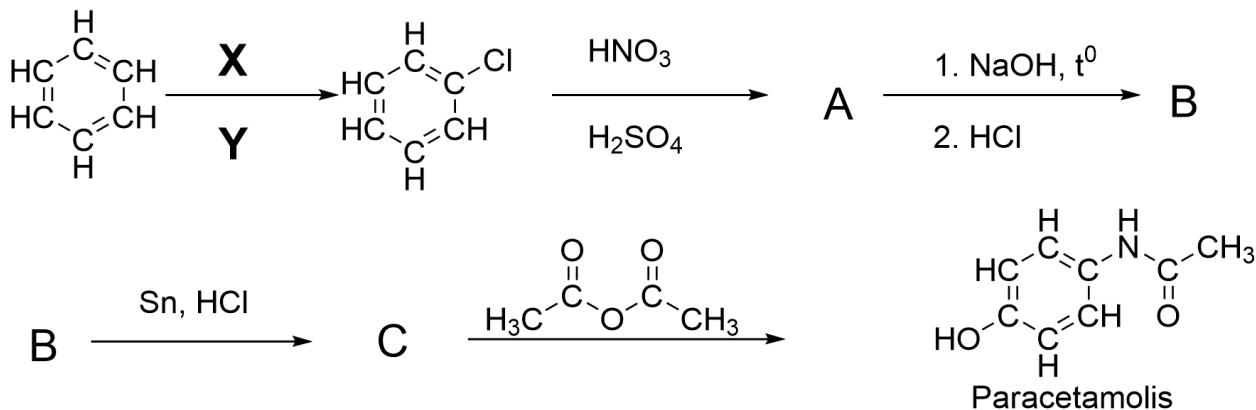
Kad žinotų, kiek dėti vandens minkštiklio, gimnazistės Aušrinės mama paprašė dukros nustatyti vandens kietumą. Aušrinė paėmė 1,5 litrus vandens ir pirmiausiai jį pavirino pusvalandį. Bevirinant susidarė nedidelis kiekis nuosėdų. Po to gimnazistė dar įdėjo didelį kiekį natrio karbonato Na_2CO_3 ir ištirpino. Po šio veiksmo nuosėdų kiekis vandenyje šiek tiek padidėjo. Filtruodama tiriamąjį vandenį Aušrinė atskyrė nuosėdas, jas išdžiovino ir pasvėrė. Nuosėdų masė buvo 0,375 g. Žinodama, kad susidariusios nuosėdos yra magnio ir kalcio karbonatų mišinys, Aušrinė jas užpylė dideliu kiekiu druskos rūgšties HCl ir surinko išsiskiriančias dujas. Dujų masė buvo 0,171 g.

- Parašykite ir išlyginkite bendrąsias lygtis reakcijų, vykusių įpylus druskos rūgšties.
- Vandens kietumą rodo bendra kalcio ir magnio jonų koncentracija, kuri gali būti išreiškiama milimoliais litre mmol/l. Apskaičiuokite Aušrinės tirtą vandens bendrąjį kietumą išreikšdami jį mmol/l.
- Apskaičiuokite Aušrinės tirtą vandens kietumą, išreikšdami jį mg/l (nurodoma bendra kalcio ir magnio jonų masė (mg) viename litre vandens).
- Virinant arbatinuko sienelės apsineša kalcio ir magnio karbonatų sluoksniu. Pasiūlykite vieną medžiagą, kuri tinka šioms apnašoms pašalinti. Geriausia, kad jūsų siūloma medžiaga būtų naudojama buityje.

(17 taškų)

4 užduotis. Kad galvos neskaudėtų

Paracetamolis – vis dar plačiai naudojamas analgetikas (vaistas nuo skausmo) ir antipiretikas (vaistas nuo karščiavimo). Jo veikimas pagrįstas slopinimu fermentų, katalizuojančių prostaglandinų (medžiagų, organizme sukeliančių skausmą ir aukštą temperatūrą) sintezę. Žemiau pateikta paracetamolio sintezės iš benzeno schema.

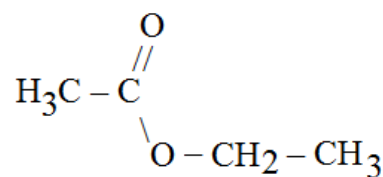


- Užrašykite reagento **X** bei katalizatoriaus **Y** chemines formules.
- Nurodykite sieros rūgšties vaidmenį, kai iš chlorbenzeno gaminamas junginys **A**?
- Sudarykite junginių **A**, **B** ir **C** struktūrines formules.
- Parašykite cheminę lygtį, rodančią, kaip paracetamolis reaguoja su natrio hidroksido tirpalu. Organinius junginius užrašykite struktūrinėmis formulėmis.
- Nurodykite, kiek σ ir kiek π ryšių yra paracetamolio molekulėje?
- Pramonėje gaminant paracetamolį iš benzeno kiekvienos reakcijos išeiga yra 90,0%. Apskaičiuokite, kiek gramų paracetamolio būtų gauta iš vieno litro benzeno (benzeno tankis 0,8670 g/ml).

(14 taškų)

5 užduotis. Spiritus Aethylicus

Alchemikas Pranas (vardas pakeistas) nusipirko pilną 200 litrų tūrio statinę medžiagos. Etiketėje buvo nurodyta šios medžiagos formulė (žr. paveikslą dešinėje).



- Parašykite pavadinimą medžiagos, kurią nusipirko Pranas.

Alchemikas nusprendė iš savo nusipirktos medžiagos pagaminti etanolį. Pirmiausiai jis pasėmė 1 litrą nusipirktos medžiagos ir nustatė, kad jos masė 897 g. Po to atliko kažkokių skaičiavimus ir, remdamasis jais, pagamino reikiamą kiekį natrio hidroksido tirpalo. Didžiuliame inde Pranas sumaišė nusipirktą medžiagą, natrio hidroksido tirpalą ir mišinį kaitino tol, kol baigėsi reakcija.

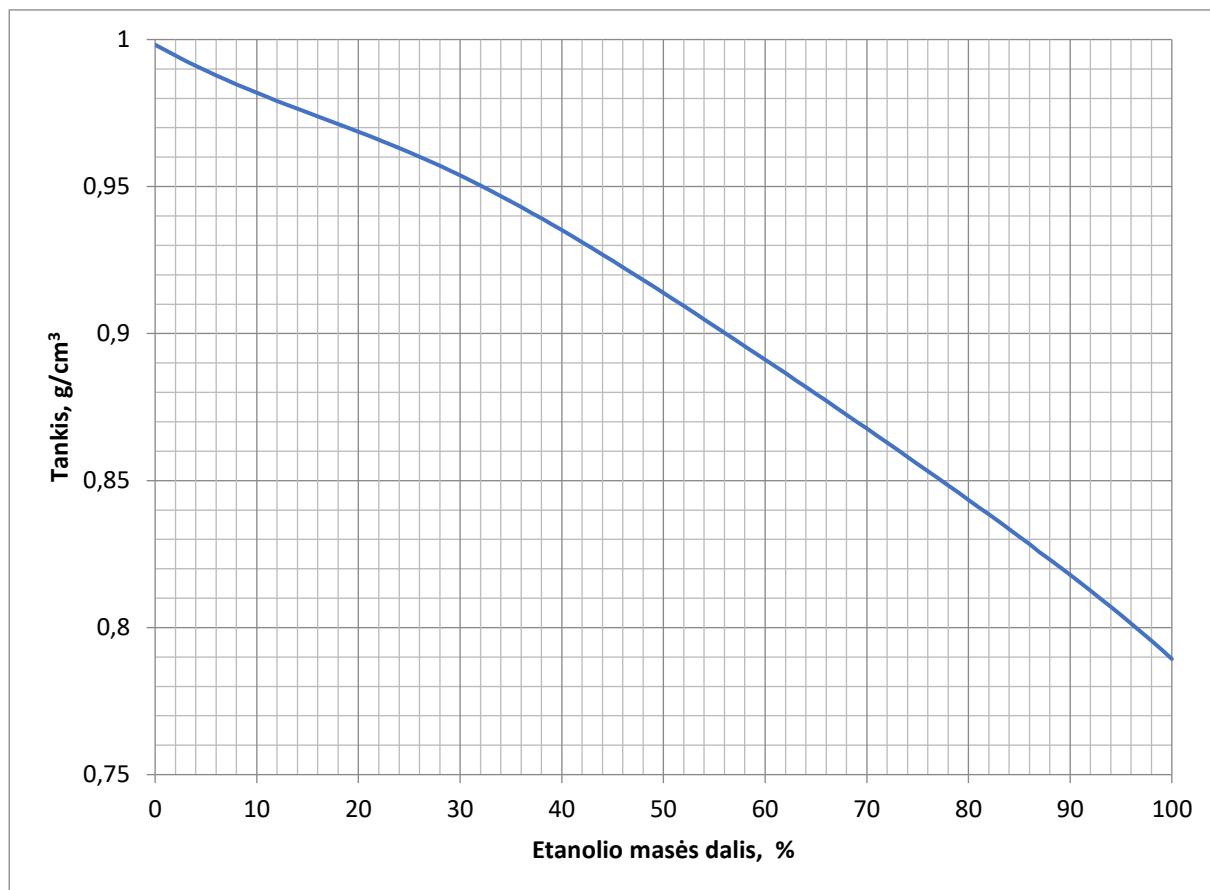
- Parašykite vykusių cheminės reakcijos bendrąją lygtį. Organinius junginius užrašykite sutrumpintomis struktūrinėmis formulėmis. Po kiekvieno reakcijos produkto formule parašykite junginio pavadinimą.
- Apskaičiuokite reakcijai sunaudoto natrio hidroksido masę.

Pranas turėjo gerą medžiagų gryninimo įrangą, kuria pasinaudojęs išskyrė visą susidariusį etanolį.

- Kokį gryninimo metodą galima taikyti etanolui iš reakcijos mišinio išskirti?

Filosofinio akmens sintezei alchemikai naudoja įvairių augalų spiritinius ekstraktus. Tokiems ekstraktams reikia praskiesto etanolio. Todėl Pranas sumaišė penkis litrus savo pagaminto etanolio (kuriame gryno etanolio masės dalis yra 96%) ir vieną litrą vandens.

e) Pasinaudoję žemiau duotu grafiku apskaičiuokite susidariusio mišinio tūrį.



(17 taškų)

6 uždutis. Rūgštys

Rūgštys – vienos iš svarbiausių cheminių junginių. Žemiau lentelėje pateiktos kelių rūgščių cheminės formulės ir jonizacijos konstantos.

Rūgšties pavadinimas	Cheminė formulė	Jonizacijos konstanta, K_a
Benzenkarboksirūgštis	C_6H_5COOH	$6,3 \cdot 10^{-5}$
Cianato rūgštis	$HOCN$	$3,5 \cdot 10^{-4}$
Dichloretano rūgštis	$CHCl_2COOH$	$5,7 \cdot 10^{-2}$

- Nurodykite, kuri iš pateiktų rūgščių yra stipriausia ir kuri – silpniausia. Paaiškinkite, kaip tai nustatėte.
- Apskaičiuokite 0,1 mol/l dichloretano rūgšties tirpalo pH.

Dukart Nobelio premijos (chemijos ir taikos) laureatas L. Polingas (L. Pauling) pasiūlė apytikslę formulę deguoninių rūgščių jonizacijos konstantoms apskaičiuoti. Deguoninių rūgščių vandenilio atomas yra sujungtas su deguonies atomu, tad kokio nors nemetalo E deguoninės rūgšties bendroji formulė yra $(\text{HO})_x\text{EO}_y$, kur x ir y yra nedideli sveikieji skaičiai. Tokios rūgšties apytikslė jonizacijos konstanta yra:

$$K_a = 10^{-8} \cdot 10^{5y}$$

- c) Apskaičiuokite apytiksles HClO , HClO_2 ir HClO_3 rūgščių jonizacijos konstantas ir kiekvienu atveju nurodykite, kokia tai rūgštis – stiprioji ar silpnoji.
d) Suformuluokite apibendrinimą, kaip keičiasi rūgščių stiprumas didėjant skaičiui y.

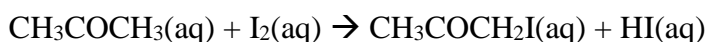
Tirpinant vandenyje 0,31 g NaClO pagaminta 25 ml tirpalo, kurio pH yra 10,34.

- e) Parašykite sutrumpintą joninę cheminę lygtį (nurodydami agregatines būsenas), kuri paaiškintų, kodėl šios druskos tirpalas yra bazinis.
f) Iš NaClO tirpalo pH matavimo rezultatų apskaičiuokite HClO rūgšties jonizacijos konstantą. Laikydami, kad iš eksperimento duomenų apskaičiuota jonizacijos konstanta yra teisinga, nustatykite iš Polingo formulės gautos jonizacijos konstantos santykinę paklaidą.

(21 taškas)

7 uždutis. Cheminės reakcijos greičio tyrimas

Laboratorijoje 25 °C temperatūroje buvo tiriama acetono jodavimo reakcijos kinetika:



Tyrimo metu buvo palaikoma nekintama rūgštinė terpė, nes H^+ jonai katalizuoja šią reakciją. Tyrėjas kaitaliojo pradinę medžiagų koncentracijas ir matavo laiką, per kurį pradinė jodo koncentracija sumažėja 0,010 mol/l (t.y. $\Delta c = -0,010$ mol/l). Tyrimo rezultatai pateikti lentelėje.

Bandymo nr.	Pradinė $\text{CH}_3\text{COCH}_3(\text{aq})$ koncentracija, mol/l	Pradinė $\text{I}_2(\text{aq})$ koncentracija, mol/l	Laikas, per kurį jodo koncentracija sumažėja 0,010 mol/l
1	0,25	0,050	432 s
2	0,50	0,050	215 s
3	1,00	0,050	109 s
4	0,50	0,100	216 s

- a) Sudarykite tiriamosios reakcijos kinetinę lygtį (nustatykite kinetinius laipsnių rodiklius ir eksperimentinę (tariamąją) greičio konstantą).
b) Nurodykite, per kiek laiko jodo koncentracija sumažėtų 0,010 mol/l, jei pradinė acetono koncentracija būtų 0,25 mol/l, o pradinė jodo koncentracija 0,100 mol/l.
c) Apskaičiuokite laiką, per kurį sureaguotų 75% CH_3COCH_3 , jeigu jodo būtų perteklius.
d) Pakartojus 1-ą bandymą 35 °C temperatūroje jodo koncentracija sumažėjo 0,010 mol/l per 196 sekundes. Apskaičiuokite tiriamosios reakcijos aktyvacijos energiją.

Formulės, kurių gali prireikti:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad \ln \frac{[\text{A}]_t}{[\text{A}]_0} = -k \cdot t \quad \frac{1}{[\text{A}]_t} - \frac{1}{[\text{A}]_0} = kt \quad t_{1/2} = \frac{1}{k[\text{A}]_0}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

(17 taškų)