Skolotāja kartīte

PADARĪSIM OTRREIZĒJO PĀRSTRĀDI VIDEI DRAUDZĪGU!

Universāla sistēma kritisko izejvielu ilgtspējīgai atgūšanai no ūdens

Satura rādītājs

Vispārīgs ievads.....2

Paplašināta pamatinformācija 2

Mācīšanās rezultāti 5

Galveno kompetenču Eiropas ietvars.....6

Apvienoto Nāciju Organizācijas ilgtspējīgas attīstības mērķi 7

Saturs – Teorētiskie principi 8

Laboratorijas procedūra 9

Mācīšanās process 10

Izvērtēšana.....10

Skolēna kartīte.....11

Avoti.....12

Apliecinājums.....12

EIT RawMaterials is supported by the EIT, a body of the European Union

Skolotāja kartīte

Vispārīgais ievads

Šis rīku komplekts ir balstīts uz eksperimentālām aktivitātēm un palīdz skolotājiem uzlabot skolēnu izpratni par metālu pārstrādi, ūdens piesārņojumu un aprites ekonomikas nozīmi. Turklāt tas ļauj pētīt koordinācijas savienojumu uzvedību.

Skolēnu mērķauditorijas vecums: 11 līdz 19 gadi. Tas tāpēc, ka aktivitātes ir iespējams sadalīt divos posmos:

- Prūsijas zilā sintēze. Tā ir grūtāka, un skolotājam ir jādarbojas ķīmijas laboratorijā. Tā ir paredzēta skolēniem no 16 gadu vecuma.
- Ūdens filtrēšana. Tajā tiek izmantots Prūsijas zilais savienojums, lai ūdenī notvertu metāla jonus. Tā ir vieglāka, tāpēc piemērota arī jaunākiem skolēniem (no 11 gadiem), un skolotājs var piedalīties klasē.

Prūsijas zilais ir viens no pirmajiem sintētiskajiem radītajiem pigmentiem. Pateicoties tā īpašajai struktūrai, tas spēj mijiedarboties ar KIV joniem, tos piesaistot. Prūsijas zilo var sintezēt laboratorijā vai iegādāties, tāpēc sintēzes veikšana paredzēta skolēniem, kas sasnieguši 16 gadu vecumu, bet ar jaunākiem skolēniem varam veikt tikai metālu iegūšanu no ūdens.

Atslēgas vārdi:

Ilgtspējība, *Atgūšana*, *Koordinācijas savienojumi*, *Kritiskās izejvielas*, *Adsorbcija*

Paplašināta pamatinformācija

Kas ir kritiskās izejvielas?

Kritiskās izejvielas (KIV) ir tās izejvielas, kas ir ekonomiski un stratēģiski svarīgas Eiropas ekonomikai, bet kuru piegāde ir saistīta ar augstu risku. Šīs izejvielas ir ne tikai „kritiski svarīgas" galvenajām rūpniecības nozarēm un nākotnes lietojumiem, bet arī Eiropas ekonomikas ilgtspējīgai darbībai, jo tās izmanto vides tehnoloģijās, sadzīves elektronikā, veselībā, tērauda ražošanā, aizsardzībā, kosmosa izpētē un aviācijā.

Ir svarīgi atzīmēt, ka šīs izejvielas nav klasificētas kā „kritiskas" tāpēc, ka tās tiek uzskatīti par nepietiekamām, bet gan tāpēc, ka:

1. **tām ir liela ekonomiskā nozīme Eiropas galvenajās ekonomikas nozarēs**, piemēram, sadzīves elektronikas, vides tehnoloģiju, autobūves, aviācijas, aizsardzības, veselības un tērauda nozarē.

UN

RawMaterials
EIT RawMaterials is supported by the EIT, a body of the European Union

Skolotāja kartīte

2. **tām ir augsts piegādes risks**, jo ir ļoti liela atkarība no importa un augsts kritisko izejvielu koncentrācijas līmenis konkrētās valstīs, un **trūkst (dzīvotspējīgu) aizstājēju,** jo šīm izejvielām piemīt ļoti unikālas un stabilas īpašības gan pašreizējiem, gan nākotnes lietojumiem.

Tādējādi izejvielas tiek sarindotas atkarībā no materiāla ekonomiskās nozīmes salīdzinājumā ar risku, kas saistīts ar piekļuvi izejvielai (piegādes risks). Ja piegādes risks ir augsts un materiālam ir liela ekonomiskā nozīme, tad tas tiks uzskatīts par kritisku izejvielu Eiropas ekonomikas darbībai.

Atslēgas punkti:

Iemesli, kādēļ kāda izejviela kļūst kritiska:

- Iegulas atrodas vienā vai ļoti nedaudzās valstīs.
- Maza izplatība Zemes garozā
- Problēmas ar ieguvi un/vai izstrādi
- Alternatīvu trūkums stratēģiskos pielietojumos
- Nav vai neatbilstošs pārstrādes tīkls

Kādēļ KIV ir tik svarīgas?

- **Saikne ar rūpniecību** – ar enerģiju nesaistītas izejvielas ir saistītas ar visām rūpniecības nozarēm visos piegādes ķēdes posmos.
- **Modernās tehnoloģijas** – tehnoloģiskais progress un dzīves kvalitāte ir atkarīga no piekļuves arvien lielākam skaitam izejvielu. Piemēram, viedtālrunī var būt līdz pat 50 dažādu metālu veidiem, katram no tiem veicinot to, ka viedtālruņi ir kompakti, viegli un funkcionāli.
- **Vide** – izejvielas ir cieši saistītas ar „tīrām" tehnoloģijām. Tās ir neaizstājamas saules paneļos, vēja turbīnās, elektriskajos transportlīdzekļos un energoefektīvā apgaismojumā.

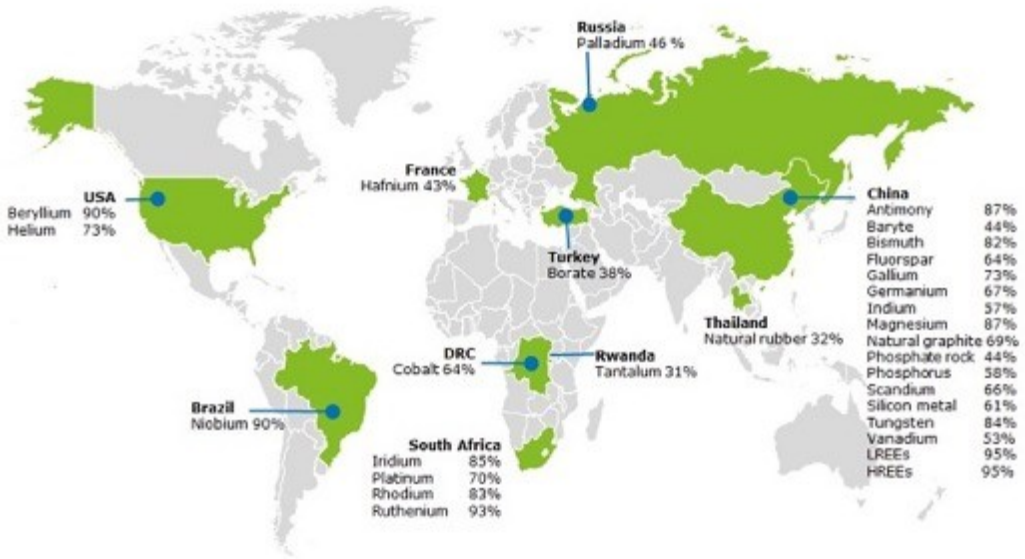
Kur mēs varam atrast KIV?

ES rūpniecība un ekonomika ir atkarīga no starptautiskajiem tirgiem, kas nodrošina piekļuvi daudzām svarīgām izejvielām, jo tās ražo un piegādā trešās valstis. Lai gan ES tiek ražotas dažas svarīgas izejvielas, it īpaši hafnijs, tomēr vairumā gadījumu ES ir atkarīga no importa no valstīm, kas nav ES dalībvalstis.

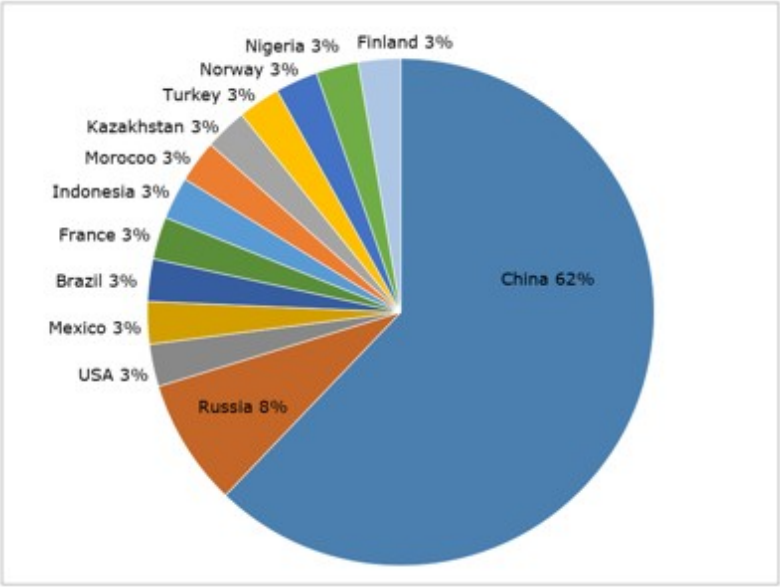
Ķīna ir galvenā svarīgāko izejvielu piegādātāja, nodrošinot 70% no to globālās piegādes un 62% no to piegādes apjoma ES (piemēram, retzemju elementi, magnijs, antimons, dabiskais grafīts utt.). Brazīlija (niobijs), ASV (berilijs un hēlijs), Krievija (pallādijs) un Dienvidāfrika (irīdijs, platīns, rodijs un rutēnijs) arī ir nozīmīgi kritisko izejvielu ražotāji. Ar ražošanas koncentrāciju saistītos riskus daudzos gadījumos pastiprina zems aizstāšanas un pārstrādes līmenis.

Skolotāja kartīte

Valstis ar vislielāko daļu no globālā KIV piedāvājuma



Galvenie ES KIV piegādātāji (pēc piegādāto KIV skaita no 37), vidēji no 2010. līdz 2014. gadam



Avots: Deloitte Sustainability et al., Study on the Review of the List of Critical Raw Materials, cit., p. 16.

ES kritisko izejvielu saraksts 2017. gadam

2017. gadā Eiropas Komisija publicēja pārskatīto kritisko izejvielu sarakstu. Jaunajā sarakstām, salīdzot ar 2014. gada sarakstu, ir iekļauti 9 jauni materiāli: barīts, bismuts, hafnijs, hēlijs, dabiskais kaučuks, fosfors, skandijs, tantals, vanādijs. Līdz ar to izejvielu, kuras Komisija tagad uzskata par kritiski svarīgām, skaits palielinās līdz 27. Trīs no tām sarakstā ir pilnīgi jaunas: bismuts, hēlijs, fosfors. Pārējās 17 kritiskās izejvielas ir iekļautas KIV tabulā zemāk. Pirmo reizi individuālo novērtējumu rezultāti ir pieejami 3 grupētiem metāliem: SRZE (smagie retzemju elementi), VRZE (vieglie retzemju elementi) un PGM

(platīna grupas metāli). Visas izejvielas, pat ja tās nav klasificētas kā kritiski svarīgas, ir svarīgas ES ekonomikai.

2017. gada KIV					
Antimons	**Kobalts**	**Hafnijs**	**Dabiskais kaučuks**	**Silīcija metāls**	**SRZE***
Barīts	**Koksa ogles**	**Hēlijs**	**Niobijs**	**Tantals**	**VRZE***
Berilijs	**Fluoršpats**	**Indijs**	**Fosfātu ieži**	**Volframs**	**PGM***
Bismuts	**Gallijs**	**Magnijs**	**Fosfors**	**Vanādijs**	
Borāts	**Ģermānijs**	**Dabiskais grafīts**	**Skandijs**		

*SRZE (smagie retzemju elementi)[1], VRZE (vieglie retzemju elementi)[2] un PGM (platīna grupas metāli)[3].
1 – disprozijs, erbijs, eiropijs, gadolīnijs, holmijs, lutēcijs, terbijs, tūlijs, iterbijs, itrijs;
2 – cērijs, lantāns, neodīms, prazeodīms, samārijs
3 – irīdijs, platīns, pallādijs, rodijs, rutēnijs

Kādēļ saraksts?

KIV saraksta, kas pirmo reizi tika izveidots 2010. gadā, mērķis bija pievērst politikas veidotāju, ieinteresēto personu un citu personu uzmanību dažu vielu nozīmei Eiropas ekonomikā. Lai gan šāda nozīmīguma izcelšana ir pozitīva, nav vērts pielikt pūles, ja šis saraksts netiek ņemts vērā pašreizējā politikas veidošanā un likumdošanā. Jāpieliek pūles, lai noformētu KIV pozīciju politikas veidošanā. KIV ir īpaši svarīgas šādās politikas jomās: rūpniecības attīstība, it īpaši augsto tehnoloģiju nozares, starptautiskā tirdzniecība, pētniecība un izstrāde, vides un veselības tiesību akti.

Mācīšanās rezultāti

Pabeidzot aktivitāti, skolēni spēs:

- Dalīties par KIV un to atgūšanas koncepciju
- Pateikt, kas ir koordinācijas savienojums un kā praktiski piemērot tā īpašības
- Izvēlēties sintēzes procesu atbilstoši parametriem
- Piemērot eksperimentālo metodi un verificēt tās efektivitāti ar dažādiem metāla jonu risinājumiem

Galveno kompetenču Eiropas ietvars

Lasīt un rakstīt prasmes kompetence
S1. Spēja saprast un interpretēt jēdzienus, sajūtas, faktus vai viedokļus mutiski un rakstiski.

Skolotāja kartīte

S2. Spēja rakstiski un mutiski izteikt jēdzienus, sajūtas, faktus vai viedokli.
S3. Spēja interpretēt pasauli un veidot attiecības ar citiem.
S4. Spēja atbilstoši un radoši mijiedarboties jebkurā situācijā.
Daudzvalodu kompetence
S1. Spēja saprast un interpretēt jēdzienus, sajūtas, faktus vai viedokļus mutiski un rakstiski.
S2. Spēja izteikt jēdzienus, sajūtas, faktus vai viedokli mutiski un rakstiski.
S3. Spēja interpretēt pasauli un veidot attiecības ar citiem.
S4. Spēja atbilstoši un radoši mijiedarboties jebkurā situācijā.
S5. Vārdu krājuma, gramatikas un valodas zināšanas.
S6. Kulturālās dažādības novērtēšana.
S7. Spēja lietot darba jomai atbilstošu tehnisko valodu.
Matemātiskā kompetence un kompetence dabaszinātnēs, tehnoloģijās un inženierzinātnēs
S1. Spēja izmantot konstruktīvu domāšanu, lai atrisinātu problēmu jebkurā situācijā.
S4. Gatavība risināt jaunas problēmas no jaunām jomām.
S6. Spēja iegūt kvalitatīvu informāciju no kvantitatīviem datiem.
S8. Spēja izstrādāt eksperimentālus un novērojumu pētījumus un analizēt tajos iegūtos datus.
S9. Spēja formulēt sarežģītas optimizācijas un lēmumu pieņemšanas problēmas un interpretēt risinājumus sākotnējā problēmu kontekstā.
Digitālā kompetence
S2. IKT pamatprasmes
Personīgā, sociālā un mācīšanās mācīties kompetence
S1. Spēja turpināt un neatlaidīgi apgūt dažādus mācību veidus.
S2. Identificēt pieejamās iespējas.
S3. Spēja apgūt un apgūt jaunas zināšanas, prasmes un kvalifikāciju, kas nepieciešama karjeras mērķu sasniegšanai.
Pilsoniskā kompetence
S1. Spēja efektīvi mijiedarboties ar citiem cilvēkiem.
S2. Spēja pielāgoties mainīgajai situācijai, būt elastīgam un strādāt spiediena apstākļos.
S3. Spēja efektīvi strādāt un sadarboties ar citiem komandas locekļiem.
Uzņēmējdarbības kompetence

Skolotāja kartīte

S1. Izpratne par vietējo, nacionālo un Eiropas kultūras mantojumu un to vietu pasaulē.
S2. Pamatzināšanas par mūsdienu kultūru.
S3. Izpratne par kultūru atšķirībām.
Kultūras izpratne un izteiksmes prasmes
S1. Spēja pārvērst ideju rīcībā.
S2. Radošais gars/inovācijas.
S3. Spēja plānot un pārvaldīt uzdevumus.
S4. Neatkarība, motivācija un apņēmība.

Apvienoto Nāciju Organizācijas ilgtspējīgas attīstības mērķi

Ilgtspējīgas attīstības mērķi ir plāns, kā panākt labāku un ilgtspējīgāku nākotni visiem. Tie risina globālās problēmas, ar kurām saskaramies, tostarp nabadzības, nevienlīdzības, klimata pārmaiņu, vides degradācijas, miera un taisnīguma problēmas. *Mērķi ir saistīti ar šīm aktivitātēm:*

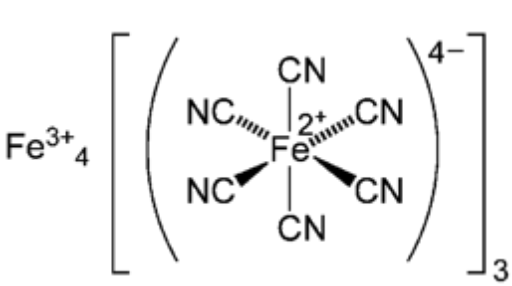
	1 NO POVERTY, 2 ZERO HUNGER — Enable access to basic services		10 REDUCED INEQUALITIES — Equal access to global expertise
	3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING — Safe medical devices		11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES — Sustainable urbanization
✓	4 QUALITY EDUCATION — Access to education		12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION — Responsible consumption and production
	5 GENDER EQUALITY — Less hardship, more opportunities		13 CLIMATE ACTION — Strengthen resilience, reduce disaster impact
✓	6 CLEAN WATER AND SANITATION — Safe and affordable water	✓	14 LIFE BELOW WATER — Reduce marine pollution
	7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY — Energy – the golden thread	✓	15 LIFE ON LAND — Sustainable use of terrestrial ecosystems

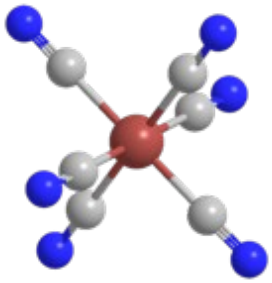
Skolotāja kartīte

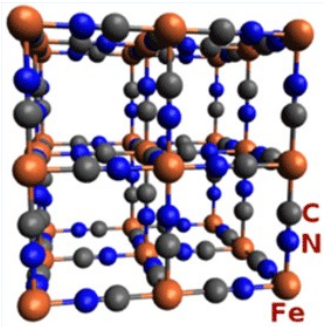
	8 Safety of workers and economic growth		16 Promote peaceful and inclusive societies
	9 Resilient infrastructure and sustainable industrialization	✓	17 Better access to technology and innovation

Saturs – Teorētiskie principi

Prūsijas zilais (dzelzs heksacianoferāts: $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$) ir komplekss metāls.







Prūsijas zilā pigments sastāv no dzelzs katjoniem, cianīda anjoniem un ūdens. Šis komplekss satur Fe(II) un Fe(III).

Kā parādīts divos augšējos zīmējumos, Prūsijas zilajā ir oktaedrisks $Fe(CN)_6$ anjons. Apakšējā zīmējumā ir parādīta tā elementšūna, kurai ir kubiska režģa struktūra. Papildus tam, ka vienā formulas vienībā ir līdz 16 ūdens molekulām, savienojums parasti satur neorganiskus piemaisījumus, kas var ietekmēt tā krāsu.

Nosaukums „Prūsijas zilais" radies 18. gadsimtā, kad šo maisījumu izmantoja Prūsijas armijas formastērpu krāsošanai. Laika gaitā šis pigments ieguva vairākus citus „zilos" nosaukumus, tostarp Berlīnes, Parīzes un Tērnbula zilais. To jau gadsimtiem ilgi izmanto neparasti daudzveidīgiem mērķiem. Neraugoties uz cianīdu grupu klātbūtni, šis pigments nav toksisks cilvēkiem.

Skolotāja kartīte

Prūsijas zilo pirmo reizi sintezēja ap 1704. gadu, +2 oksidācijas stāvoklī esošiem dzelzs sāļiem (dzelzs sāļi) reaģējot ar kālija ferocianīdu; mūsdienu komerciālās metodes ir līdzīgas:

$$4FeCl_3 \cdot 6H_2O + 3K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl$$

Koordinācijas savienojumi ir molekulas, kurās ir viens vai vairāki metāla centri, kas saistīti ar ligandiem (atomiem, joniem vai molekulām, kas atdod elektronus metālam). Šie kompleksi var būt neitrāli vai uzlādēti. Ja komplekss ir uzlādēts, to stabilizē blakus esošie pretjoni. Kompleksa jonam centrā ir metāla jons ar vairākām citām molekulām vai joniem, kas to ieskauj. Tos var uzskatīt par savienotiem ar centrālo jonu ar koordinācijas (datīvām kovalentajām) saitēm, un dažos gadījumos šīs saites patiesībā ir sarežģītākas. Molekulas vai jonus, kas ieskauj centrālo metāla jonu, sauc par ligandiem.

Prūsijas zilā kompleksa joni ir Fe^{2+} un Fe^{3+}, bet ligandi ir cianīda joni CN^-.
Pie kristāliskajiem sāļiem, kas satur kompleksos jonus, pieder kālija heksacianoferāts(3-) (kālija ferocianīds), $K_3[Fe(CN)_6]$. Kompleksa jona lādiņu līdzsvaro joni ar pretēju lādiņu. Kālija ferocianīdā trīs pozitīvi uzlādēti d kālija joni, K^+, līdzsvaro kompleksa negatīvo lādiņu. Centrālā metāla oksidācijas stāvokli nosaka pēc ligandu lādiņiem. Heksacianoferātā (3-) visiem sešiem cianīda ligandiem ir -1 lādiņš; tādējādi kopējais lādiņš -3 nosaka, ka Fe oksidācijas stāvoklis ir +3.
Kad metāla jonus saturošs šķīdums izplūst cauri Prūsijas zilajam, Fe 3+ tiek aizstāts ar metāla jonu, veidojot stabilāku kompleksu.

Laboratorijas procedūra

Laboratorijas nodarbība sastāv no diviem moduļiem: pirmais ir sarežģītāks (skolēniem, kas vecāki par 16 gadiem), bet otrais ir vieglāks (visiem skolēniem):

1- Prūsijas zilā sintezēšana
2- Metāla jonu ekstrakcija no ūdens

Šai aktivitātei nav nepieciešami īpaši instrumenti, tikai daži reaģenti. Ja plānojat veikt tikai otro darbību, jums būs jāiegādājas Prūsijas zilais.

1. modulis – Prūsijas zilā sintēze laboratorijā

2. modulis – Metāla jonu ekstrakcija no ūdens

Mācīšanās process

1. solis – Ilgums un aktivitāte: 1 stunda: Skolotāji sniedz īsu ievadu, izmantojot sagatavotu PowerPoint prezentāciju (Ievads par KIV un teorētiskie principi).

Skolotāja kartīte

2. solis (1. modulis) – Ilgums un aktivitāte: 45 minūtes: Skolēni tiek sadalīti grupās (vēlams, lai katrā grupā būtu 3–4 skolēni, ne vairāk kā 5). Katra grupa veic Prūsijas zilā sintēzi, lai to izmantotu otrajā daļā.

3. solis (2. modulis) – Ilgums un aktivitāte: 20 minūtes: skolotājs katrai grupai uzdod sagatavot šķīdumu, kas satur metāla jonu ar noteiktu koncentrāciju.

4. solis (2. modulis) – Ilgums un aktivitāte: 30 minūtes: katra grupa sagatavo filtrēšanas aprīkojumu un testē visus iepriekš sagatavotos šķīdumus, pierakstot savus novērojumus.

5. solis – Ilgums un aktivitāte: 15 minūtes: dažādu grupu iegūto rezultātu apspriešana.

6. solis (1. un 2. modulis) – Ilgums un aktivitāte: 45 minūtes: vērtēšanas tests. Vērtēšanas testā pavadītais laiks ir atkarīgs no ievadīto jautājumu skaita.

Vērtēšana

Piedāvātais vērtējums attiecas uz abiem moduļiem; skolotājam būs jāizvēlas, kurus jautājumus uzdot, pamatojoties uz veiktajiem moduļiem. Jautājumus iespējams papildināt ar citām vērtēšanas sistēmām.

1. Kas ir KIV?
2. Kādēļ KIV ir tik svarīgas?
3. Kur mēs varam atrast KIV?
4. Kas ir koordinācijas saite?

   Saiti, kas satur kopā koordinācijas savienojumu atomus, sauc par koordinācijas saiti. Tā rodas starp saistvielas grupas donora atomu un metāla atomu.

   Kopumā saistviela ir molekula vai jons, kas satur donora atomu, kuram ir viens vai vairāki nedalīti elektroniskie dublikāti, kurus var izmantot, lai veidotu saites ar centrālo metāla jonu.

5. Kāpēc koordinācijas savienojumi bieži ir krāsaini?

   Daudzu koordinācijas savienojumu krāsa rodas no elektronu ierosināšanas, kas veic enerģijas lēcienus, ieņemot augstākas enerģijas tukšās orbītas; šo efektu izraisa redzamais starojums. Absorbētā enerģija hv šai pārejai atbilst atdalīšanas enerģijai. Novērojamā krāsa ir tā, kas papildina absorbētās gaismas λ.

6. Paskaidrojiet abu Prūsijas zilā sintezēšanas veidu atšķirīgās stehiometrisko attiecības.

Strādājot ar divreiz lielāku dzelzs hlorīda daudzumu, nekā ar otru reaģentu, reakcijas iznākums būs labāks.

7. Kāpēc papīrs, kas piesūcināts ar heksacianoferātu, iekrāsojas, kad tas nonāk saskarē ar metāla jonu šķīdumu?

   Šķīduma metāla jons reaģē ar kālija heksacianoferātu, aizstājot kāliju ar metāla jonu, kas atkarībā no metāla nodrošina zināmu iekrāsošanos.

8. Kāpēc papīrs nemaina krāsu un neiekrāsojas?

   Izejot cauri Prūsijas zilajam, krāsainais šķīdums, kas satur metāla jonu, kļūst bezkrāsains, jo metāla jonu ir „notvēris" koordinācijas savienojums.

9. Vai šis process ir ekonomiskāks no materiālu un enerģijas izmaksu viedokļa?

   Prūsijas zilā sintēzei ir augsta produktivitāte un zemas izmaksas. Šī metode ļauj no ūdens izvadīt arī bīstamos izšķīdušos metālus.

10. Vai procedūra darbojas tikai ar metāliem?

    Procedūra darbojas tikai ar metālu joniem, jo tiem jāaizstāj Prūsijas zilā esošais dzelzs jons, un izveidotajam kompleksam jābūt arī stabilākam.

11. Kāda ir negatīvā ietekme uz vidi?

    Ietekme uz vidi ir pozitīva. Protams, dažādas izmantotās vielas nedrīkst izkliedēt, tās ir jāsavāc un pareizi jāiznīcina.

Ja vēlaties pārbaudīt arī priekšnoteikumus, varat ieviest uzdevumu par stehiometrisko reakciju attiecībām (fakultatīvie aprēķini – skolēna kartīte Nr. 1):

Nosakiet reaģentu daudzumu, kas nepieciešams, lai pagatavotu 1 kg Prūsijas zilā, izmantojot eksperimentāli noteikto reakcijas iznākumu.

Skolēna kartīšu apraksts

Šī aktivitāte piedāvā izmantot Prūsijas zilo, kas zināms arī kā dzelzs heksacianoferāts, lai absorbētu KIV jonus no ūdens. Šis pigments patiesībā var mijiedarboties ar metāliem, piemēram, varu, mangānu un citiem.
Prūsijas zilais ir viens no pirmajiem izveidotajiem sintētiskajiem pigmentiem.
Pateicoties tā īpašajai struktūrai, tas spēj mijiedarboties ar KIV joniem, tos piesaistot. Patiesībā to izmanto arī farmācijas nozarē, lai absorbētu bīstamas vielas, piemēram, cēziju un talliju inficētos saimniekorganismos.

To var sintezēt laboratorijā vai iegādāties, tāpēc sintēzi var veikt skolēni, kas vecāki par 16 gadiem, bet jaunāki skolēni iegūs metālus no ūdens.

Ar šo rīku komplektu saistīto skolēnu kartīšu saraksts.

Skolēna kartīte Nr. 1 – Prūsijas zilā sintēze laboratorijā

Skolēna kartīte Nr. 2 – Metāla jonu ekstrakcija no ūdens

Avoti

- http://criticalrawmaterials.org
- https://en.wikiversity.org/wiki/Critical_materials
- http://www.iai.it/en/pubblicazioni/europes-dependence-critical-raw-materials
- *Legambiente* ziņojums par ūdens stāvokli Eiropas Savienības valstīs 2020. gada jūnijā.

Apliecinājums

KIV pateicas *I.S.* A. Sobrero – *Casale Monferrato (Alessandria)*, Itālija, it īpaši profesorei Federikai Borasi un Danielai Sigaudo par vērtīgo sadarbību, izstrādājot un testējot šo rīku komplektu.

I.S. „A. SOBRERO”

EIT RawMaterials is supported by the EIT, a body of the European Union