Pentsaera konputazionala jolasen bidezko kimikaren irakaskuntzan

Irakaskuntza-masterra:

Natur Zientziak eta Matematika

(IMNMM)

Irati Berasarte Urroz

Zuzendariak:

Aitzol Astigarraga Pagoaga

Edurne Larraza Mendiluze

Ikerketa-lana

2021-2022 ikasturtea

goimailako online institutua

eman ta zabal zazu

Universidad del País Vasco

Euskal Herriko Unibertsitatea

Laburpena

Master Amaierako Lan honetan pentsaera konputazionala (PK), gamifikazioa eta kimikaren irakaskuntza bateratu dira. Berrikuspen bibliografiko baten bidez marko teorikoa osatu da, lantzen diren alorren inguruko kontzeptuak era sakonean ezagutzeko. Horrela, iturri ez zuzenen azterketa bidez, lehenengo PK eta gamifikazioa aztertu dira. Ondoren, alor hauek bateratzen dituzten erreferentziak bilatu eta bildu dira: PK eta gamifikazioa, PK eta kimika, gamifikazioa eta kimika eta hiru alorrak bateratzen dituztenak. Egun martxan dauden proiektuak eta hezkuntza-testuinguruan erabiltzen diren jokoak ezagutu dira, aldagai eta gako garrantzitsuenak identifikatuz. Ikerketa kualitatibo horren ostean, 3 jokoen proposamena garatu da. Lehena, Werner izenekoa, nomenklatura inorganikoa errepasatzeko karta-jokoa da. UNO® karta-jokoaren dinamika jarraituz, ikasleek karta bakoitzean konposatu kimiko bat edukiko dute, eta hau botatzean, konposatuaren izena esan beharko dute, nomenklaturaren lanketa sustatuz. Bigarren jokoa, Kimitribia, oinarrizko kimika lantzeko jokoa da. Trivial® joko ezagunean oinarrituta, ikasleek bost kategoria ezberdinetako gaztatxoak lortu beharko dituzte: nomenklatura, erreakzioen doiketa, estekiometria, tabu eta galdera teorikoak. Ikasturtean zehar ikasitako hainbat kontzeptu landuko dituzte ikasleek. Hirugarren eta azken jokoa, Bira!, formulazioa errepasatzeko karta-jokoa da. Palabrea® jolasa inspirazio-iturri gisa hartuz, kimikarako egokitzapena egin da. Txanpon bakoitzak alde batean talde funtzional bat edukiko du, eta bestean, hiru elementu. Txanponari buelta ematean, ikasleek talde funtzional horrekin eta elementuetako batekin sor daitekeen konposatuaren izena esan beharko dute. Erantzun zuzen bakarra egongo da, eta era honetan, nomenklatura inorganikoa errepasatuko dute. Joko hauei esker ikasleen motibazioa handitzea espero da, ikasleei sariak eskaintzeko aukera baitago. Jokoak DBHko 3.mailan (hiruak) eta 4.mailan (Werner eta Bira!) lantzeko egokitu dira. Gainera, jokoetako bakoitzean pentsaera konputazionalaren lanketa nola ematen den azaldu da, baita hau ikasleekin era esplizituan lantzeko ideia batzuk ere.

Hitz gakoak: pentsaera konputazionala, gamifikazioa, kimika, jokoak, Derrigorrezko Bigarren Hezkuntza.

Abstract

In this Master's Degree Project, computational thinking (CT), gamification and chemistry were combined. Through a literature review, a theoretical framework was set for the areas being worked on. Thus, through the analysis of indirect sources, CT and gamification were analysed first. References combining CT and gamification, CT and chemistry, gamification and chemistry and the three areas were also compiled. This way, ongoing projects and educational games were recognized, identifying the most relevant variables and keys. After this qualitative study, three games were developed. The first one, called Werner, is a card-game to review inorganic nomenclature. Following the dynamics of UNO®, students will have a chemical compound in each card and, when throwing it, they will have to say the name of the compound. The second game, Kimitribia, is a game to review basic chemistry. Based on the popular Trivial® game, students will have to solve problems about five different categories: nomenclature, adjustment of reactions, stoichiometry, taboo and theoretical questions. Students will work on the different concepts learned throughout the course. The third and last game, Bira!, is a card-game to review inorganic nomenclature. Taking the game Palabrea® as inspiration, an adaptation to chemistry was made. Each card will have a functional group on one side and three elements on the other one. When turning the card, students must say the name of the compound that can be formed. There will be one correct answer, and this way, students will review inorganic nomenclature. With these games, students' motivation is expected to increase, as prizes can be offered. This proposal was adapted for Secondary Education, both 3rd (the three) and 4th (Werner and Bira!) levels. How computational thinking is developed in each game is also explained, as well as some ideas to work this explicitly with students.

Keywords: computational thinking, gamification, chemistry, games, Secondary Education.

AURKIBIDEA

1. SARRERA 1
1.1. Arazoaren aurkezpena eta justifikazioa 1
1.2. Helburuak 2
1.3. Lanaren egitura 2
2. OINARRI TEORIKOA 3
2.1. Pentsaera konputazionala 3
2.1.1. Testuingurua 3
2.1.2. Oinarrizko kontzeptuak 4
2.1.3. Pentsaera konputazionala hezkuntzaren testuinguruan 6
2.1.4. Pentsaera konputazionalaren mugak 9
2.2. Gamifikazioa 10
2.2.1. Testuingurua 10
2.2.2. Oinarrizko kontzeptuak 12
2.2.3. Eragina irakaskuntzan 12
2.2.4. Zailtasunak, desabantailak eta kritikak 14
2.3. Pentsaera konputazionala, gamifikazioa eta kimika 15
2.3.1. Pentsaera konputazionala eta gamifikazioa 15
2.3.2. Pentsaera konputazionala eta kimika 16
2.3.3. Gamifikazioa eta kimika 16
2.3.4. Pentsaera konputazionala, gamifikazioa eta kimika 17
3. METODOLOGIA 18
3.1. Hipotesiak 18
3.2. Ikerketaren diseinua 18
4. KIMIKA LANTZEKO JOKOAK: PROPOSAMENAK 19
4.1. Nomenklatura inorganikoa lantzeko Werner karta-jokoa 19
4.2. Kimitribia: oinarrizko kimika lantzeko jokoa 23
4.3. Bira!: formulazioa errepasatzeko jokoa 26
4.4. Pentsaera konputazionalaren lanketa, ebaluazioa eta sariak 29
5. ONDORIOAK 30
6. BIBLIOGRAFIA 32
7. ERANSKINAK 37

1. SARRERA

1.1. Arazoaren aurkezpena eta justifikazioa

Azken urteetan eztabaida eta ikerketa ugari egon dira ikasleen motibazioaren eta eskola-arrakastaren inguruan. Fisika eta Kimika irakasgaia zaila edo konplikatua kontsideratzen da, eta askotan, gai abstraktuak edo konplexuak lantzean ikasleek deskonektatu egiten dute. Era berean, honek gauza gutxiago ulertzera eramaten ditu, eta azkenean, frustrazioa handitu egiten da. Horren aurrean, gamifikazioak garrantzia hartu du, jolasa gizakiaren identitatearen parte baita. Gainera, jolasek erantzun emozional indartsuak eragiten dituzte, hala nola, jakin-mina, frustrazioa eta poza, eraginkortasuna handitzeaz gain (Buckley eta Doyle, 2016).

Ildo beretik eta arazo konplexuen ebazpenarekin erlazionatuz, ikerketa ezberdinek pentsaera konputazionala lantzearen onurak azpimarratzen dituzte arazo horien ebazpenerako. Honi esker, eta beharrezko gakoak identifikatuz, problemak modu eraginkorragoan ebatz ditzakete ikasleek (Mohaghegh eta Mccauley, 2016). Pentsaera konputazionala herrialde batzuetako curriculumean txertatuta dago, hala nola, Erresuma Batua, Frantzia edo Finlandia. 2016 urterako 11 herrialdetan zegoen jada (Bocconi et al., 2016). Espainiar estatuaren kasuan, Kanariar Uharteak, Gaztela eta Leon, Nafarroa eta Katalunia dira proposamenak garatu dituzten autonomia erkidegoak (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2017). Gainera, askok PK informatikarekin soilik lotuta dagoen alorra dela uste duten arren, lan honek PK informatikaren esparrutik kanpo ere erabilgarria dela erakutsi nahi du.

Aipatutako bi arlo nagusiak, jolasak eta pentsaera konputazionala, bateratzea irakasgai batzuetan aurrera eraman da jada, esaterako, informatikan, ingelesean eta matematikan. Gainera, lanketa hauek maila ezberdinetan garatu dira, Lehen Hezkuntzan, Bigarren Hezkuntzan eta unibertsitatean (Lyon eta Magana, 2020). Esandakoa kontuan hartuz, garrantzitsua eta beharrezkoa da horrelako metodologiak garatzea. Bi metodologia horien uztartzeak ikasleen ikas-prozesuan onurak ekar ditzakeela uste da eta hor kokatzen da ikerketa-lan honen xedea.

Lan honetan gamifikazioaren eta pentsaera konputazionalaren inguruko analisi bibliografikoa egingo da, publikatutako lanak ezagutu eta hauen metodologia aztertzeko. Bestalde, Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzako Fisika eta Kimika irakasgaian erabiltzeko 3 joko proposatuko dira, hauetan pentsaera konputazionalaren lanketa nola gauzatzen den azalduz. Gainera, jokoetako bakoitza aurrera eramateko materiala moldatu edo sortu, euskaratu eta intereseko ikasmailetara egokituko da, ikasturte bakoitzean lantzen diren kimikako edukiak kontuan hartuz.

1.2. Helburuak

Master amaierako lan honek helburu orokor eta espezifiko hauek ditu:

Helburu orokorrak

- Pentsaera konputazionala jokoen bidez nola landu daitekeen identifikatu eta aztertzea.
- Bibliografian oinarrituta kimika lantzeko joko ezberdinak proposatzea.

Helburu zehatzak

- Pentsaera konputazionalaren nondik norakoak ezagutzea eta hezkuntza testuinguruan nola integratzen den identifikatzea.
- Analisi bibliografiko bat burutzea kimika lantzeko jokoen inguruan.
- Beharrezko moldaketak egitea joko horiek Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzan erabili ahal izateko.
- Pentsaera konputazionala joko horietan nola landu eta garatzen den identifikatzea.
- Jokoen bidez ikasleen ikasketa-prozesuarekiko motibazioa handitzea.

1.3. Lanaren egitura

Master amaierako lan hau bost zati nagusitan banatu da. Lehenengo atalean, sarreran, arazoaren aurkezpena, justifikazioa eta lanaren helburuak zehaztu dira. Ondoren, marko teorikoa definitu, metodologiaren diseinua azaldu eta kimika lantzeko jokoen proposamen didaktikoa garatu da. Azkenik, lanaren ondorio nagusiak azaldu dira.

SARRERA	• Arazoaren aurkezpena eta justifikazioa • Helburuak
MARKO TEORIKOA	• PK • Gamifikazioa • Kimika
METODOLOGIA	• Hipotesiak • Ikerketaren diseinua
PROPOSAMENA	• Kimika lantzeko 3 jolas • Sariak eta ebaluazioa
ONDORIOAK	• Lanaren eduki garrantzitsuenak • Mugak eta etorkizunerako ildoak

1.irudia. Master amaierako lan honen egitura, bost atal nagusitan banatuta.

2. OINARRI TEORIKOA

2.1. Pentsaera konputazionala

2.1.1. Testuingurua

Pentsaera konputazionala (aurrerantzean PK) kontzeptuak jatorria gutxienez 50eko hamarkadan dauka, Alan Perlis-ek kodetzearen balioa nabarmendu zuenean era guztietako arazoak ulertzeko tresna mental gisa. Erlazionatutako kontzeptu batzuetan oinarrituz, *pentsaera konputazionala* terminoa lehen aldiz 1980.urtean publikatu zen Seymour Papert-en eskutik (Tedre eta Denning, 2016). Dena den, 2006. urtean berriro ere mahaigaineratu zen, eta ordutik, ospea irabazi duen alorra da. Urte batzuk beranduago, 2013an gutxi gorabehera, PKren inguruko erreferentzia bibliografikoak nabarmenki handitu ziren (Ilic et al., 2018). Gorakada hori, seguru aski, herrialde ezberdinetan Lehen eta Bigarren hezkuntzan PK eta erlazionatutako beste kontzeptu batzuk txertatzeko egindako ahaleginen ondorio izan daiteke. Horretaz gain, lan munduan zientzia konputazionala ezinbestekotzat jo da nazioaren lehiakortasuna mantentzeko (NRC, 2011).

Zutabe nagusia zera da: konputazioan erabiltzen diren hainbat kontzeptu beste arlo batzuetako arazoak ebazteko erabilgarriak izan daitezke. Pérez Angulo ikerlariaren ustetan, arazoen ebazpena da XXI. mendeko ikaskuntza berriaren oinarria. Hori dela eta, PKri buruz hausnartzea gaur egungo erronka da (Pérez Angulo, 2019).

PKk ez du definizio bateratu bat literaturan. Horren bide laburra duen alor hau identifikatzea oso zaila da, hainbat eta hainbat definizio eta lan eremu proposatu baitira literaturan (Barr eta Stephenson, 2011; Grover eta Pea, 2013; Kalelioglu et al., 2016). Hurbilpen ezagunenean, 2006.urtean, Wing-ek honakoa adierazi zuen: “pentsaera konputazionala informatikaren oinarrizko kontzeptuetatik abiatuta arazoak konpontzea, sistemak diseinatzea eta giza portaera ulertzea barne hartzen dituen metodoa da.” (Wing, 2006, 33.or).

Zenbait urte geroago, Aho-k (2012) PKren irismena gehiago zehaztu zuen. Horretarako, prozesu hitza erabili zuen: “PK problemak formulatzerako garaian erabiltzen den gogoeta prozesua da, eta ideiatik ideiara egindako bidea pausu edota algoritmo konputazionaltzat har daiteke” (832. or). Definizio horri esker, nabarmenki zehaztu da PKren irismena, problemen ebazpenera mugatuz. Hala ere, definizioak aplikazio eremuak inplizituki uzten ditu agerian (Aho, 2012). Horren ostean, Basogain, Olabe eta Olabe ikertzaileek (2015) zuzenki lotu zuten PK eguneroko bizitzako jarduerekin, honela definituz: “zientziaren oinarrizko kontzeptuen aplikazioan oinarritzen den metodologia eguneroko bizitzaren problemak ebazteko eta ohiko atazak egiteko” (Basogain et al., 2015, 3.or).

2.1.2. Oinarrizko kontzeptuak

Literaturako definizioak aintzat hartuta, baiezta daiteke PK problemen ebazpenerako metodologia eraginkorra dela eta honako lau ezaugarri nagusiak dituela (BBC Bitesize):

- **Deskonposizioa:** ataza konplexuak arazo txikiagoetan zatitzean datza; eta hala, ebazten errazagoak diren ariketak lortzea.

  Zergatik da garrantzitsua? Arazoa ez bada deskonposatzen, honen ebazpena askoz ere zailagoa da, atal guztiak aldi berean analizatzea konplexuegia baita. Ataletako bakoitza indibidualki aztertzeak arazoaren zailtasuna nabarmenki murrizten du, eta gainera, xehetasun handiagoarekin lan egitea ahalbidetzen da.

  Adibidea: pertsona bati nonbaitera joateko jarraibideak ematea (100 m zuzen, eskuinera biratu, 200 m zuzen, ezkerrera biratu eta 10 m egin) edo tarta bat egiteko prozedura (bizkotxoa egin, krema egin eta muntatu).

- **Patroien detekzioa:** deskonposatutako arazo txikien artean antzekotasunak edo patroiak identifikatu eta definitzean datza, arazo konplexuagoak modu eraginkorragoan ebatzi ahal izateko. Joerak egon daitezke arazo ezberdinen artean edota arazo beraren barruan.

  Zergatik da garrantzitsua? Joerak edo patroiak bilatzea bereziki interesgarria da, hauek aurkituz gero ebazpen-prozedura bera erabili ahal izango delako ataletako bakoitzean. Zenbat eta patroi gehiago aurkitu, orduan eta errazagoa eta azkarragoa izango da arazoak konpontzea.

  Adibidea: gaixotasun baten kausak edo sintomak identifikatzeko kasu ezberdinak aztertu eta konparatzea edo pertsona batek ikusten dituen filmen artean antzekotasunak bilatzea beste film batzuk gomendatzeko (plataforma digitalek egiten duten moduan).

- **Abstrakzioa:** patroien ezaugarrien artean beharrezkoak ez direnak kontuan ez hartzean datza. Horrela, interesgarrienak diren ezaugarrietan bakarrik jarriko da arreta eta ebatzi behar denaren ideia argiagoa lortuko da, arazoa errazago ebaztea ahalbidetuz.

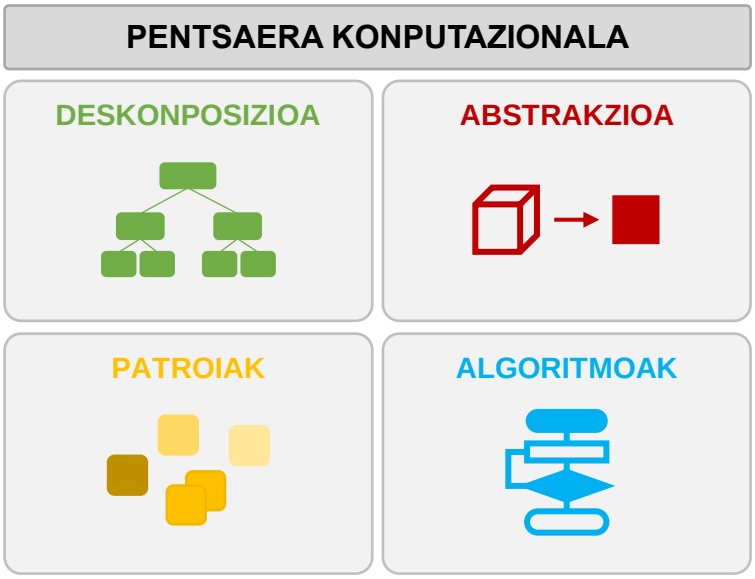
  Zergatik da garrantzitsua? Abstrakzioari esker arazoaren ideia orokorra sortzen da, baita hau nola ebatzi behar den ere. Prozesu honi esker, problema ebazteko baliagarriak ez diren detaileak ezabatuko dira, arazoaren “modeloa” edo “eredua” sortuz. Abstrakzio prozesua egin ezean, baliteke problemaren ebazpen okerra egitea.

  Adibidea: mapa bat sortzean (zuhaitzak non dauden ez adieraztea, esaterako) edo ekonomista batek zifra eta joera nabarmenenak bakarrik hartzea kontuan iragarpenak egiteko.

- **Algoritmoen diseinua:** pausoz pausokako gida diseinatu eta sortzea problema ebazteko eta etorkizuneko antzeko problemak ebatzi ahal izateko.

Zergatik da garrantzitsua? Garrantzitsua da arazo baten irtenbidea planifikatzea, erantzuna zuzena dela ziurtatzeko. Deskonposizioari esker arazoa zati txikiagoetan bana daiteke, eta ondoren, zati bakoitzaren ebazpena burutu orden egoki batean, arazo nagusiaren ebazpenarekin amaitzeko. Orden hau algoritmo bezala adieraz daiteke eta argia izan behar da, abiapuntua, jarraibide argiak eta amaiera eduki behar ditu, problemaren ebazpena erraztuz.

Adibidea: errezeta jakin baten pausuz pausuko azalpena edo koreografia baten diseinua.



2.irudia. PKren lau alor nagusiak (deskonposizioa, abstrakzioa, patroien identifikazioa eta algoritmoen diseinua) erakusten dituen piktograma.

Zenbait ikerlek beste ezaugarri batzuk ere gehitzen dituzte. Alde batetik, **automatizazioa**, hau da, tresna teknologikoak erabiliz problemen ebazpena mekanizatzea. Bestalde, **logika**, eskura dagoen informaziotik ahalik eta informazio berri gehien deduzitzea ondoriorik atera gabe. Azkenik, **ebaluazioa**, erantzunak maiztasunez begiratu eta zuzena den konprobatzea, hori analizatu eta behar izanez gero aldaketak egitea (CSTA & ISTE, 2011; Yadav et al., 2018).

Aurkeztutako lau faseek pertsona batek PKren bitartez problema bat ebazteko beharrezkoak dituen gaitasunak definitzen dituzte. Perez-Angulo ikertzailearentzat, lehenengo fasean dago PKren gakoa. Izan ere, harentzat, fase honek beste fase guztien aplikazioa ahalbidetzen du. Hau da, problema baten deskonposaketak eta atalka aztertzeak patroien identifikazio eta orokortzea dakar, eta ezinbestean, beste fase guztien uztarketara eramaten gaitu problema ebazteko, hau da, algoritmoaren diseinura (Pérez Angulo, 2019).

2.1.3. Pentsaera konputazionala hezkuntzaren testuinguruan

PK zenbait ikasgaietan aplikatu da STEM (ingelesez S*cience, Technology, Engineering and Mathematics*, hau da, Zientzia, Teknologia, Ingeniaritza eta Matematika) hezkuntza bultzatuz, hala nola, matematika, programazioa, zientzia konputazionala edota biologia ikasgaietan. Dena dela, STEM hezkuntzatik at dauden beste aplikazio eremu batzuk topa daitezke, idazketa profesional ikastaroetan, adibidez. Honek PKk instrukzioen diseinurako, atazen eta edukien diseinurako eta ebaluazioen diseinurako balio duela iradokitzen du. Hori gutxi balitz, zenbait ikerketek PKren erabilera aztertu dute curriculuma egokitu nahian, ikasgelan PK lantzeak sormenaren suspertzea, arrazoitzeko eta pentsamendu kritikorako gaitasunaren lanketa, talde-lanaren sustatzea eta zenbaki- eta hizkuntza-trebetasunak garatu eta indartzea bultzatzen duelako (Lyon eta Magana, 2020).

PK edozein ikasgaietan integratzeko hainbat irakaskuntza estrategia erabil daitezke, ikasleek XXI. menderako ezinbestekoak diren gaitasunak garatzeko. Aztertutako ikerketen arabera, honako estrategia pedagogikoak dira erabilienak: ikerketan oinarritutako ikaskuntza, diseinuan oinarritutako ikaskuntza, problemetan oinarritutako ikaskuntza, proiektuetan oinarritutako ikaskuntza, modeloetan oinarritutako ikaskuntza eta jokoetan oinarritutako ikaskuntza (Ogegbo eta Ramnarain, 2021).

Ikasketa prozesuaren aldaketa eta eboluzioa aztertzeko orduan, ikerketa gehienak haiek sortutako galdetegi eta neurketetan oinarritu dira. PK ebaluatzeko honako estrategiak eta erremintak erabiltzen dira: lan-sorta bidezko ebaluazioak, elkarrizketak, arrakasta testak, behaketak eta galdetegiak. Hauen bidez, ikasleek PK gaitasunak eta garapena ebaluatzeko aukera dago ikastaroan zehar. Dena den, ebaluazioa modu bateratuan ikertzen jarraitu beharko litzateke, ikerketa bakoitzaren araberakoa izan ez dadin (Allsop, 2019; Román-González et al., 2019).

PK euskal curriculumean

Euskal Autonomia Erkidegoan indarrean dagoen hezkuntza-plana HEZIBERRI 2020 izenekoa da. Planaren barruan, eredu pedagogikoa hiru dekretuk zehazten dute, Haur Hezkuntza (237/2015), Oinarrizko Hezkuntza (236/2015) eta Batxilergoa (127/2016) banatuz (Eusko Jaurlaritza, 2015). Oinarrizko Hezkuntzari dagokion dekretua aztertu eta gero, II. eranskina zehazki esanda, ondorengo ataletan biltzen dituzte konpetentziek PKren inguruko kontzeptuak (Agirrezabala Iradi, 2021):

1.taula. Heziberri 2020 markoaren barruan PKren lanketaren azalpena.

KONPETENTZIAK	PK lanketa
Hitzezko eta hitzik gabeko eta komunikazio digitalerako konpetentzia	
• Informazioaren kudeaketa "Artxiboak, edukiak eta informazioa gordetzen eta etiketatzen jakin behar da, zehaztuta izan behar ditu norberak haiek biltegiratzeko estrategiak, eta gordetako informazioa eta edukiak berreskuratzen eta kudeatzen jakin behar da".	Patroien identifikazioa Algoritmoen diseinua
• Edukiak sortzea "Programazioaren printzipioak ulertu behar dira eta programa baten oinarrian zer dagoen jakin behar da, programa informatikoetan, aplikazioetan eta gailuen konfigurazioetan aldaketak egiteko".	Algoritmoen diseinua
• Arazoak konpontzea "Era berean, gai izan behar da beharrizan teknologikoak aztertu, ezarritako helburuari dagokion tresna egokia aukeratu eta atazak ebazteko, eta hori guztia balizko irtenbideak eta tresna digitalak modu kritikoan ebaluatuta egin behar da".	Abstrakzioa
Ikasten eta pentsatzen ikasteko konpetentzia	
• "Ikasteko eta lan egiteko ohiturak, ikasteko estrategiak eta pentsaera zorrotza izatea da, ikasitakoa mobilizatu eta beste testuinguru eta egoera batzuetara transferituta, norberaren ikaskuntza autonomiaz antolatzeko".	Patroien identifikazioa
• "Ideiak ebaluatzea eta ebaluazio irizpideak zehaztea".	Ebaluazioa
• "Ideiak sortzea, aukeratzea eta adieraztea" (pentsaera sortzailea)	Abstrakzioa
• "Baliabide kognitiboen erabilera estrategikoa egitea, ikasitakoa baliatuz eta beste egoera batzuetara transferituz".	Patroien identifikazioa
Ekimenerako eta espiritu ekintzailerako konpetentzia	
• "Ideiak edo proiektuak sortzea eta/edo nork bere gain hartzea, proiektuen plangintza egitea eta haien bideragarritasuna aztertzea".	Algoritmoen diseinua
• "Egindako ekintzak ebaluatzea, haien berri ematea eta hobetzeko proposamenak egitea".	Ebaluazioa
Zientziarako konpetentzia	
• Zientzia jakintzak modu zuzenean erabiltzea, arrazoituz gizartearen bizitza hobetzeko eta ingurunea zaintzeko.	Abstrakzioa
• Arazo zientifikoak identifikatzea eta esperimentazioko eta dokumentazioko ikerketa txikiak eginez konponbideak bilatzea.	Algoritmoen diseinua
• Sistema eta fenomeno naturalak ulertu eta iragartzea, errealitatea ebidentzia zientifikoaren ikuspegitik ulertuz.	Deskonp. eta abstrakzioa
• Zientzien oinarrizko kontzeptuak errealitatearekin erlazionatzea, zientziak enpirikoki egiaztatu daitezkeen iragarpenak egiten dituela onartuz.	Patroien identifikazioa

Zehazki kimika lantzen den irakasgaian zentratuz, hauek dira PK lantzeko aukera eman dezaketen eduki multzoak, DBHko 3. eta 4. mailei dagozkienak:

2.taula. Heziberri 2020 markoaren barruan PKren lanketa nola ematen den intereseko irakasgaietan.

IRAKASGAIAK	PK lanketa
Fisika eta Kimika	
1. multzoa: eduki komunak.	
• Informazioa identifikatzea, lotzea eta gordetzea.	Deskonposizioa
• Informazioa ulertzea (konparatzea, sailkatzeka, sekuentziatzea, aztertzea, laburbiltzea).	
• Informazio iturrien eta informazio beraren egokitasuna ebaluatzea.	Abstrakzioa
• Informazioa balioestea eta adieraztea (argudioak azaldu eta arrazoiak eman).	
• Ideiak sortu, hautatu eta adieraztea.	
• Ideiak, zereginak eta proiektuak planifikatzea, eta haien bideragarritasuna aztertzea	Algoritmoen diseinua
3. DBH	
2. multzoa: materiaren egitura-unitatea.	
• Gasen legeei buruzko diseinu esperimental txikiak egiteko arauak.	Algoritmoen diseinua
• Gasen eredu zinetiko-molekularra materiaren beste egoera batzuetara estrapolatzea.	Patroien identifikazioa
• Material bat substantzia purua den edo nahaste bat den jakiteko diseinu esperimental txikiak egiteko arauak, eta nahaste batean substantzia puruak banatzekoak egitekoak.	Algoritmoen diseinua
• Substantzia ohikoenen formulazioa eta nomenklatura, IUPACen arauei jarraituz.	Deskonposizioa Patroien identifikazioa
3. multzoa: aldaketa kimikoak.	
• Zenbait aldaketa kimikori buruzko diseinu esperimental txikiak egiteko arauak.	Algoritmoen diseinua
4. DBH	
4. multzoa: erreakzio kimikoak eta haien garrantzia.	
• Substantzien sailkapena, propietateak kontuan hartuta. Substantzien propietateei buruzko diseinu esperimental txikiak egiteko arauak.	Patroien identifikazioa Algoritmoen diseinua
• Erreakzio-abiaduran eragiten duten faktoreei buruzko diseinu esperimental txikiak egiteko arauak.	Algoritmoen diseinua
• Konposatu inorganiko hirutarren formulazioa eta nomenklatura, IUPACen arauei jarraituz.	Deskonposizioa Patroien identifikazioa

2.1.4. Pentsaera konputazionalaren mugak

PK trebetasun oso baliagarria da eta hezkuntzako lehen urteetatik goi-mailako hezkuntzara arte menderatu behar da, gaur egungo gizarte digitalizatu honetako arazoak eraginkortasunez ebatzi ahal izateko. Onura handiak ekar ditzake trebetasun honek, besteak beste, pentsaera kritikoa eta analitikoa bultzatzea, STEM hezkuntzaren bitarteko lanketa eta curriculuma eta garapen pedagogikoak hobetzea PKren bitartez. Hala ere, hezkuntzan integratzerako orduan hainbat muga ere topa daitezke, jarraian laburbiltzen direnak (Denning, 2017; Saidin et al., 2021).

Erronka nagusia PKren definizio argiaren faltak sortzen duena da. Izan ere, PK beste eremu batzuetara zabaltze nahiaren ondorioz definizio lauso eta nahasiak sortu ziren, eta horregatik, PK benetan zer den argi ez edukitzeak eragin handia dauka irakasleengan. Hortaz, zalantzak eta arazoak sortzen dira beharrezko azpiegiturari, irakaskuntza-materialari, ebaluazio-estrategiei eta denbora-mugei dagokionez. Arazo hauek guztiz erlazionatuta daude irakasleen formakuntza profesional faltarekin. Gainera, irakasle askok pentsatzen dute PK teknologiarekin bakarrik dagoela erlazionatuta eta ezin dela beste arlo batzuetan aplikatu.

Beste arazoetako bat da irakasleek ez dutela konfiantzarik erakusten ari diren horretan, daukaten ezagutza mugatuagatik nagusiki. Horregatik, eta lehenago aipatu bezala, beharrezkoa da etengabeko formakuntza jasotzea, erakusten ari diren hori konfiantzaz egin dezaten. Izan ere, konfiantza-maila altuak irakasleen irakasteko moduan positiboki eragingo du, konpromiso handiagoa hartzera bideratuko ditu eta asebetetze-maila ere hobetuko da. Era horretan, ikasleei modu argiagoan eta eraginkorragoan iritsiko zaie transmititu nahi duten informazioa.

Azkenik, ikasleek PK onartzea ere erronka bat da hezkuntzan. Izan ere, irakasleak ikasle-taldera egokitu behar dira, PKrekin erlazionatutako kontzeptuak modu egokienean transmititu ahal izateko. PK ikasgelan era eraginkorrean txertatzeko eta lantzeko kontuan hartu beharreko alderdien artean ikasleen pentsatzeko gaitasuna, hezkuntza-maila eta generoa aurki daitezke. Dena den, ikerketa sakonagoa behar duen alderdia da oraindik ere (Angeli eta Giannakos, 2020).

2.2. Gamifikazioa

2.2.1. Testuingurua

Pentsaera konputazionalaz gain, gamifikazioak ere garrantzia nabarmena hartu du azken urteetan. Metodoa irakaskuntza konstruktibistan oinarritzen da eta joko-elementuak erabiltzen ditu irakaskuntza helburuak lortzeko, hauek aplikatuz jokoekin zerikusirik ez duten testuinguruetan. Aurrerapen teknologikoek irakaskuntzan izan dituzten ondorioak garrantzitsuak izan arren, gamifikazio pedagogien babesa eta konpromisoari eustea erronka handia da oraindik ere. Gero eta ikerketa gehiagok iradokitzen dute gamifikazioa ikaskuntza-estrategia eraginkor gisa onartzen ari dela, ikaskuntza-esperientzia oso interesgarriak sortzeko erabiltzen baita (Zainuddin et al., 2020).

Jokoak, hezkuntza-eremuari dagokionez, XX. mendetik erabili dira. Paperean oinarritutako hezkuntza-jokoen erabilera hirurogeiko eta hirurogeita hamarreko hamarkadetan zabaldu zen, 1970eko hamarkadan eman zen irakaskuntza-estiloaren aldaketarekin batera. Mugimendu indartsu baten bidez ikasleak irakurketan, idazketan eta aritmetikan zentratzeko borrokatu zen, baita curriculuma indartzeko ere (Hankin eta Sachs, 2002). Horren harira, Clark C. Abt-ek “joko serio” terminoa (*serious game*) sortu zuen, honela definituta: “joko serioek ondo pentsatutako hezkuntza-helburu esplizitua dute eta ez dira dibertsiorako sortu”. Dena den, onartu zuen horrek ez duela esan nahi ez dutenik edo ezin dutenik entretenigarriak izan (Djaouti et al., 2011).

Hezkuntzan jolasak erabiltzeari buruzko lehen ikerketa sakona 1980.urtean publikatu zuen Thomas W. Malonek (1980). Lan zabal horretan, *What makes thing fun to learn? A study of intrinsically motivating computer games* titulupean, hiru ikerketa ezberdin eramaten ditu aurrera. Lehenengo, ordenagailu-jokoak dibertigarri egiten dituzten ezaugarrietan jartzen du arreta. Ondoren, joko espezifikoen aldaera ezberdinak aztertzen ditu, irudien aurkezpena, musika eta puntuazio-sistema aldatuz, besteak beste. Azken ikerketan lehen hezkuntzako ikasleei zatikiak erakusteko ordenagailu-joko bat aztertzen da, generoak eragindako desberdintasun adierazgarriak aurkituz. Lana borobiltzeko, jolas informatiko hezigarriak diseinatzeko jarraibideak eskaintzen ditu:

- Helburu egokia eduki ezean, ingurune aberatsak ere erakargarritasun gutxikoak izan daitezke.
- Jokalaria ziur badago irabazi edo galdu egingo duela, ez du jokoa erronka bat bezala ikusiko.
- Oro har, fantasia duten jokoek objektu fisikoen edo egoera sozialen irudiak erakusten edo gogora ekartzen dituzte. Fantasiarik gabeko jokoek sinbolo abstraktuak besterik ez dituzte.

- Inguruneak interesgarriak izan daitezen, sentikor bihurtu behar dira. Ikaslearen jakinmina pizteko, atzeraelikadurak harrigarria izan behar du; eta hezigarria izateko, eraikitzailea.

Azkenik, gogoeta oso interesgarria azaleratzen du:

"Ordenagailuen teknologia berriak – fantasia erakargarria, zentzumen-efektu interesgarriak eta norberaren egokitzapena garatzeko aukera aberatsekin – aurrekaririk gabeko ahalmena eskaintzen du hezkuntza-ingurune liluragarri bat sortzeko. Dena den, eta telebistarekin dugun esperientziak adierazten duen bezala, potentzial handia izateak ez du zentzuzko erabilera bermatzen. Lan honetan hezkuntza-teknologia berri horren giza eta ekoizpen-erabilerarako bidea argitzen saiatu naiz, arimarik gabeko faltsifikazioaren eta kontzientziarik gabeko entretenimenduaren arriskuak saihesteko".

Nahiz eta jokoak eta hezkuntza konbinatzeko saiakerak egon, joko hauek ez zuten esperotako arrakasta lortu, eta ondorioz, 1990eko hamarkadaren amaieran kontzeptuak berraztertu behar izan ziren. Horrela, zenbait adituk jokoek beste helburu batzuetarako duten erabilgarritasuna aztertu zuten, helburu berriak lortzeko gero eta interes handiagoa piztuz. Azkenean, 2002an, *Serious Games Initiative* ekimena sortu zen (Washigton DC, Wilson Center) arlo ezberdinak lantzeko jokoen garapena sustatzeko (Sawyer eta Rejeski, 2002).

Urte pare bat beranduago, 2004. urtean, Kirriemuir eta McFarlane-k hezkuntza-ingurunean jolas digitalen erabilerari buruzko ikerlana eraman zuten aurrera, kontzeptuak era sakonean aztertuz. Berrikuspen horretan hezkuntzan jokoak erabiltzearen inguruko ikerketa-eremu nagusi batzuk identifikatu zituzten. Horien artean, hiru gai nabarmentzen dira: hezkuntzan jolaserako elementuak garatzea, elementu hauek aplikatzea eta hezkuntzan duten eragina aztertzea (Ofosu-Ampong, 2020).

Malone-ren eta Kirriemuir eta McFarlane-n lanak eta *Serious Games Initiative* ekimenak kontzientzia sortzeko eta jokoak hezkuntza-testuinguruan erabiltzera bultzatzeko balio izan zutela uste da. Izan ere, joko-elementuek eragina dute ikasleen motibazioan, konpromisoan eta gizarteratzean. Gero eta lan gehiagok iradokitzen dute gamifikazioa irakaskuntza-estrategia eraginkorra izan daitekeela eta jarduera erakargarriak sortzeko erabil daitekeela (Zainuddin et al., 2020). Izan ere, Manzano-León eta lankideek (2021) aurkeztutako ikerlanean azaldu bezala, 2019an hezkuntzaren gamifikazioari buruzko artikulu esperimentalak hirukoiztu ziren, agerian utziz metodologia horrekiko interesa existitzen dela eta garatzen ari den ikerketa-eremua dela, bai ikasleen motibazioa handitzeko eta baita ezagutza akademikoak lortzeko ere.

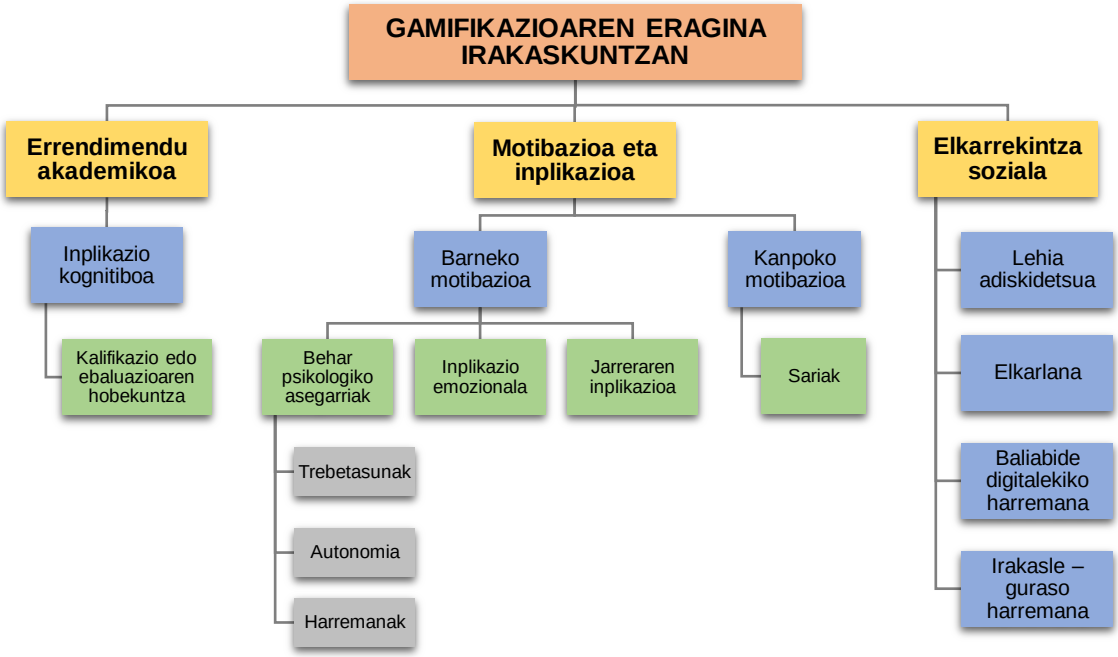
2.2.2. Oinarrizko kontzeptuak

Definizioz, gamifikazioa jokoekin zerikusirik ez duten inguruneetan jokoak dituen dinamikak eta tresnak erabiltzea proposatzen duen teknika da. Era honetan, eta hezkuntza-inguruneari dagokionez, ikasleekiko interakzio zuzena sustatzen da, eta ondorioz, haien curriculum-, ezagutza- eta gizarte-gaitasunak era nabarmenean garatzeko aukera sortzen da. Horrela, helburu nagusia da motibazio intrintsekoa (jarduera egitea haren berezko poztasunagatik eta ez bestelako ondorio batengatik) eta motibazio estrintsekoa (kanpo-sari bat lortzeak bultzatuta egindako jarduera) lantzea eta ikasleak jokoen bidez lanean murgiltzea. Gamifikazio estrategia bat diseinatzerako orduan, garrantzitsua da erabiltzaileak lanpetuta eta murgilduta mantenduko dituen atazak bilatzea (Alsawaier, 2018).

Zanuddin eta lankideek (2020), bilaketa bibliografiko sakon batean, gehien erabiltzen diren joko-elementuak identifikatu zituzten. Honakoak dira: puntuak, intsigniak, *ranking*-ak, markagailuak eta *avatar*-ak. Ikasleek, nagusiki, markagailuak identifikatu zituzten elementu guztietatik erakargarrien bezala. Halaber, talde hauei esker giro lehiakorragoa eta ikasteko motibazio handiagoa sortzen zirela iradoki zuten. Hezkuntzaren gamifikazioa aplikatzeak ikasleen parte-hartzea sustatzen du ikasgelan, erabiltzen diren joko-elementuek ezarritako helburuak eta sariak badituzte bereziki. Motibazio txikiagoa duten ikasleen kasuan, oso eraginkorra izan daiteke berehalako saridun (puntuak eta intsigniak) jokoak erabiltzea. Unibertsitateko irakaskuntzari dagokionez, ikasleen parte-hartzea eta inplikazioa esponentzialki handitzen direla ikusi da, eta hortaz, ikasleen errendimendu akademikoak hobera egiten du (Manzano-León et al., 2021).

2.2.3. Eragina irakaskuntzan

Atal honetako bibliografian bildutako artikuluek azaleratzen dutena laburbilduz, ondoko irudian biltzen dira gamifikazioak irakaskuntzan dituen eragin-arlo nagusienak (3.irudia). Aldagai aztertuenak motibazioa, errendimendu akademikoa eta konpromisoa edo inplikazioa dira, baina elkarrekintza sozialarekin erlazionatutakoak ere aztertzen dira. Ikasleen hobekuntza handiena bermatzen duena elementu ezberdinen arteko orekan datza. Horregatik, jolas-bidezko programa bat sortzeko orduan, garrantzitsua da ikasleak ezagutzea, zein joko mota erabiltzen dituzten aztertzea eta haien arteko interakzioak behatzea, jokoak haien beharretara egokitu ahal izateko, eta horrela, joko arrakastatsuak sortzeko.



3.irudia. Gamifikazioak hezkuntzaren hainbat arlotan izandako eraginaren laburpena, 46 ikerlanen berrikuspenean oinarrituta. Hiru alderdi positibo nabarmentzen dira, jakintza mailaren lorpena, motibazioa eta inplikazioaren handipena eta elkarrekintza sozialaren hobekuntza. Irudiaren moldaketa eta jatorrizko erreferentzia: Zainuddin et al., 2020.

Lehenengo, errendimendu akademikoari dagokionez, hainbat lanek ondorio bera partekatzen dute: jokoak erabiliz lan egin duten ikasleek lortutako jakintza-maila handiagoa da gamifikatu gabeko irakaskuntza-programa tradizionala erabili duten ikasleekin alderatuz (Huang et al., 2019; Jo et al., 2018; Ortiz-Rojas et al., 2019).

Ikasleen motibazioari eta inplikazioari dagokionez, esan daiteke hezkuntza-arloan jokoak erabiltzeak ikasleen motibazio intrintsekoa pizten duela eta erakargarritasun, erabilgarritasun eta dibertsio handiagoarekin hartzen dituztela jarduerak (Jurgelaitis et al., 2019). Beste ikerketa batzuen arabera, gamifikazioak ondorio positibo argiak eduki zituen ikasleen konpromisoan, bai portaerari eta baita ezagutzari dagokionez ere. Gainera, kasu batzuetan jolasak aurrera eraman baino lehenago eta beranduago egindako azterketa txikien bidez (*quiz* interaktibo moduan) ikasleen inplikazioa handitzea lortu zen, haien motibazioa handituz eskola-jarduerak egin bitartean eta inplikazio kognitiboa, emozionala eta jarrerazkoa hobetuz (Huang eta Hew, 2018; Jo et al., 2018; Lo eta Hew, 2018; Huang et al., 2019).

Azkenik, elkarrekintza sozialari dagokionez, sistema gamifikatu batek tolerantzian oinarritutako lagunarteko atzeraelikadura errazten du eta ikasleen edo lagunen arteko elkarreraginak bultzatzen ditu (Tsay et al., 2018). Beste ikerketa batzuek azaleratzen duten bezala, beharrezkoa da jokoetan oinarritutako jarduerek elementu ezberdinak uztartu eta

konfiantzazko espazio bat sortzea ikasleen arteko elkarrekintza soziala bultzatzeko (Chang eta Wei, 2016; Sailer et al., 2017). Horren harira, jakina da konparaketa soziala oso ohikoa dela, gizarte- eta auto-onarpena bilatuz. Horregatik, beharrezkoa da gamifikazio programetan gertaera hori era positibo eta egoki batean bideratzea (Ding et al., 2017).

2.2.4. Zailtasunak, desabantailak eta kritikak

Dena den, gamifikazioak ere baditu alderdi negatiboak. Malonek 1980an egindako hausnarketan adierazi bezala, garrantzitsua da programazioa ondo lantzea, ikasleek benetan ikas dezaten eta jokoak entretenimendu hutsa izan ez daitezen.

Toda, Valle eta Isotani ikertzaileek (2018) gamifikazioak hezkuntzan eduki ditzakeen eragin negatiboen azterketan zentratu zuten euren lana (Toda et al., 2018). Horrela, 4 eragin negatibo nagusi identifikatu zituzten, jarraian azalduko direnak:

- Errendimenduaren jaitsiera (*loss of performance)*: bibliografian aurkitutako arazorik ohikoena da eta gamifikazioak ikasleen irakaskuntza prozesuari kalte edo traba egiten dionean sortzen da.
- Espero ez diren ondorioak (*undesired behavior*): maiztasun handienarekin aipatzen den bigarren efektu negatiboa da. Gamifikazioak eragin desberdinak dauzka aplikatutako inguruneetan, sarri planifikazio okerragatik edo horren faltagatik. Eraginak positiboak ala negatiboak izan daitezke, baina ez dira espero direnak eta nahiko aldakorrak izaten dira.
- Axolagabetasuna (*indiference*): gamifikazioak ikasleengan eraginik izan ez duenean gertatzen da, ez hoberako ezta okerrerako ere.
- Gainbehera (*declining effects*): motibazioaren eta konpromisoaren pixkanakako galerari egiten diote erreferentzia eta denborak duen eragina azpimarratzen da.

Beste ikertzaile batzuek ere erronka eta oztopo ezberdinak identifikatu dituzte; esaterako, ikasleen nahia puntuak edo intsigniak irabazteko eta edukiak ikastearekiko interes falta (Baydas eta Cicek, 2019), ikasleen etsipena erronka konplikatuegia ikusi eta frustrazioak jaten dituztenean (Jagušt et al., 2018) eta parte-hartze eskasa lan-karga handiegia zen kasuetan (Ding et al., 2018).

Ikerketa horietan egindako aurkikuntzetan oinarriz, argi esan daiteke eragin negatibo horiek gamifikazioa hezkuntza-testuinguruan era okerrean aplikatzearen ondorioz sortu direla, planifikatzeko eta gauzatzerako orduan metodo edota egitura egokiak ez edukitzeagatik. Guztiz beharrezkoa da alderdi hauek kontuan hartzea jolasak hezkuntzan txertatu baino lehen.

2.3. Pentsaera konputazionala, gamifikazioa eta kimika

2.3.1. Pentsaera konputazionala eta gamifikazioa

Jolasen bidezko irakaskuntza hezkuntzan PK garatzeko esparru pedagogiko gisa erabili izan da, azken urteetan bibliografian hazkuntza ikus daitekeelarik, bereziki joko digitalen inguruan, Scratch aplikazioa erabiliz adibidez (Hooshyar et al., 2021). Digitalak ez diren jokoak ere erabili izan dira (Jagušt et al., 2018).

Ildo horretatik, PK eta jolasen bidezko irakaskuntza uztartu dituen proiektu bat garatu zuten Donostiako Informatikako Fakultateko (Euskal Herriko Unibertsitatea/Universidad del País Vasco – EHU/UPV) irakasle eta ikasleek. Proiektu honek JolasMATIKA du izena eta helburu nagusia informatikaren transmisioa hobetzea da, hau zientzia bezala ikus dadin eta ez bakarrik konputagailuen erabilera moduan. Bertan, unibertsitateko ikasleek Bigarren Hezkuntzako ikasleei eta Bigarren Hezkuntzakoek Lehen Hezkuntzakoei ematen dizkiete azalpenak. Lantzen diren gaiak PK, programazioaren oinarriak, konputagailuen egitura eta sistema bitarra dira, irudiak barne. Proiektu honen bidez ikusi da oso aberasgarria dela ikasleentzat *learning-by-teaching* metodologia aplikatzea, ikasleak irakasle bihurtzen baitira eta azalpenak emanez gehiago ikasten baitute (Larraza-Mendiluze et al., 2020).

Deustuko Unibertsitateak, *Deusto Learning Lab* ikerketa-taldeak bultzatuta eta beste ikastetxe eta enpresa batzuekin batera, “MOON:1110011” mahai-jokoa sortu du. Joko honen bitartez, jokalariek zenbaki bitarrak ezagutzeko aukera izango dute, baita eragiketa logiko eta matematikoak egiteko ere. Jokoaren kartak web-gunetik inprima daitezke, *online* jokoa ere eskuragarri dago, eta gainera, joko fisikoa ere badago. 1 eta 4 jokalari arteko joko hau hizkuntza askotan dago eskuragarri, horien artean euskara (COMPUS, pentsaera konputazionala garatzeko mahai-jolasen bilduma).

Bestalde, Madrilgo Rey Juan Carlos Unibertsitateko ikertzaile talde batek ere PK eta jokoak bateratu zituen. Problemen ebazpenean oinarritutako ikaskuntza estrategia eta 3D eremu digital batekin, jolasen bidezko ikaskuntza-programa garatu da, bakarka edo taldean jokatzeko aukerarekin. Gainera, jokoa bera ikas- eta ebaluazio-tresna bezala erabil daiteke. Proiektua Lehen Hezkuntzako 176 ikaslerekin jarri zen martxan. Emaitzek iradokitzen dutenez, bai jolasa eta bai ingurunea egokiak dira adin horretako ikasleek PKrekin erlazionatutako trebetasunak ikasteko, konputazioaren inguruan esperotakoa baina jakintza-maila hobea lortuz. Gainera, ikusi da emaitza hobeak lortzen direla taldean jokatuz gero (Zapata-Caceres et al., 2021).

2.3.2. Pentsaera konputazionala eta kimika

Bibliografian antzeko proposamenak aurki daitezke baina Kimikaren alorrean. Esaterako, Samri eta lankideek elektrokimika lantzeko online eta offline jarduerak garatu zituzten, baita Malaysiako eskola ezberdinetan martxan jarri ere. Proiektu honen bidez ondorioztatu zuten elektrokimikako kontzeptu konplexu eta abstraktuak ulertzeko metodologia eraginkorra zela, eta gainera, PK kimikaren irakaskuntzan txertatzeak eragin positiboa duela (Samri et al., 2021).

Bestalde, Bigarren Hezkuntzan kimika-ikastaro batean PK trebetasunak garatzeko jarduerak deskribatu zituzten Matsumoto eta Cao ikertzaileek. Garapen hori aurrera eramateko nagusiki Excel (Microsoft Office) software famatua erabili zuten, baita Mathematica (Wolfram Research) softwarea eta programazio lengoaia ere. Lehena simulazio sinpleak egiteko erabiltzea gomendatzen dute, eta bigarrena, sistema konplexuagoentzat. Jardueren artean simulazioa eta modelizazioa, datu esperimentalen analisia, kodetzea edo programazioa, arrazoiketa algoritmikoa eta estatistikaren analisia bereizi zituzten. Jarduera hauei esker ikasleek PKren inguruko oinarriak lor ditzakete. Muga bezala denbora identifikatzen dute, klase batzuk motzegi gelditzen baitira dena landu ahal izateko (Matsumoto eta Cao, 2017).

2.3.3. Gamifikazioa eta kimika

Nahiz eta joko-bidezko irakaskuntzari buruzko ikerlan sakonak egin diren, gehienak zientziaren irakaskuntzan jarri dute ardatza, era zabalean, oso ikerketa gutxi mugatu direlarik kimikaren irakaskuntzara. Egindako ikerlan gutxi hauetan jokoak dokumentatu dira, ikasleei kimika-kontzeptuak ikasten edo ikasteko motibazioa handitzen nola lagundu dieten azalduz. Joko ezberdinen artean kartak, jarduera-txartelak (*activity cards*), ordenagailu-jokoak, 3D rol jokoak, errealitate areagotuko aplikazioak eta izen propiodun jokoak aurki daitezke, 24 zehazki esanda 2010 eta 2021 urteen artean (Byusa et al., 2022). Berrikusketa bibliografiko horren arabera, kimika irakasteko joko gehienak kontzeptu teorikoetan sakontzeko erabili dira, besteak beste, elementuak eta konposatuak, kimika organikoa, erreakzio organikoen mekanismoak, katioi eta anioien nomenklatura eta laborategiko aparatuak.

Fung eta lankideek (2021), esaterako, ikasleek kimika organikoarekiko duten motibazioa handitzeko mahai-joko digitala garatu zuten, ChemPOV izenekoa eta *online* aritzekoa. Joko honek ikasleen arteko lehia sustatzen du, hauen inplikazioa handitzeko eta aldi berean kimika organikoa lantzeko. Zehazki, erreakzio jakin batzuen sintesiari buruzko galderak erantzutea da helburu nagusia. Jokoa Singapurko Unibertsitatean jarri zen martxan Kimika graduko lehen mailako ikasleekin, emaitza onak lortuz ikasketa kolaboratiboari eta interakzio sozialen sustatzeari dagokionean (Fung et al., 2021).

2.3.4. Pentsaera konputazionala, gamifikazioa eta kimika

Aipatutako guztia kontuan hartuz, interesgarria izango litzateke PKk eta gamifikazioak eskaintzen dituzten onurak fusionatzea. Era berean, proiektu horiek kimikaren irakaskuntzan aplikatzea interes handikoa da, ikasleek irakasgai honekiko duten motibazioa handitzeko.

Bibliografian halako adibideak bilatuz, Kataluniako Unibertsitate Politeknikoak garatutako proiektua aurki daiteke, Quí-Bot-H2O izenekoa. Lan horretan kimika eta programazioa nahasten dira: industrian erreakzio kimikoak egiteko erabiltzen diren robot jakin batzuk erreproduzitzen dira eskala txikian, eta horrela, kimikaren eta teknologiaren arteko erlazioa lantzen da ikasgelan, aldi berean bi alorrei buruzko ezagutza lortuz eta garatuz (Tarrés eta Dorado, 2021).

Egindako bilaketa bibliografikoan hiru alorrak bateratzen dituen proiektu bakarra aurkitu da. Honek gabezia argi bat azaleratu du, kimikaren irakaskuntza oso garrantzitsua baita gizartearentzat. Hori dela eta, lan honetan jolasak, pentsaera konputazionala eta kimika bateratuko dituen proposamena egingo da.

3. METODOLOGIA

3.1. Hipotesiak

Marko teorikoari esker intereseko alorren errealitatea zein den identifikatu ahal izan da, horretarako datuak bildu eta interpretatu direlarik. Datuen analisi horri esker ikerketa esparrua definitu eta zehaztu da. Esandako guztia kontuan hartuz, honako hipotesi hauek definitu dira:

Hipotesi nagusiak

- PK eguneroko ekintza guztietan erabiltzen da eta ikas-prozesuan arazoak ebazteko baliagarria da.
- Ikasleak ez daude kimika ikasteko motibatuta eta jolasen bidez hau suspertu daiteke.
- Ikasleek jolasen bidez PKren kontzeptuak barneratu eta erabiltzen dituzte.

3.2. Ikerketaren diseinua

Lan hau aurrera eramateko, lehenengo datuen bilketa egin da. Berrikuspen bibliografiko sakon baten bidez marko teorikoa zehaztu ahal izan da, ikerketa esparrua mugatuz. Horretarako, iturri ez zuzenen azterketa teknika erabili da (Juaristi Larrinaga, 2003). Hainbat ikertzailek egindako ikerketak eta lortutako emaitzak aztertu dira, bai artikuluetan aurkeztutakoak, konferentzietan edo webguneetan publikatutakoak. Horrela, alde batetik PKrekin erlazionatutako oinarrizko kontzeptu guztiak eta hau hezkuntzaren testuinguruan nola txertatzen den (zehazki EAEko curriculumean) identifikatu da. Bestalde, gamifikazioaren nondik norakoak ere identifikatu dira, honek irakaskuntzan duen eragin positiboa ezagutuz baina baita dauzkan zailtasunak eta jasotzen dituen kritikak ere. Bi alor horiek eta kimikaren irakaskuntza gehituz, atal ezberdinak elkartzen zituen lanen analisia egin da: bikoteka, PK eta gamifikazioa, PK eta kimikaren lanketa eta gamifikazioa eta kimika aztertu dira. Bukatzeko, hiru alorrak bateratzen zituen ikerlanak bilatu dira.

Bildutako informazio guztia analizatu eta interpretatu da ondoren, martxan dauden edo egon diren proiektuak/jolasak ezagutzeko aukera eduki da, aldagai garrantzitsuenak identifikatuz. Lehen ikerketa kualitatiboaren ostean, jolasen bidez kimika lantzeko hiru proposamen garatu dira. Gainera, proposamen didaktiko hauetan PKren lanketa nola ematen den azaldu da.

4. KIMIKA LANTZEKO JOKOAK: PROPOSAMENAK

Marko teorikoan PKren eta gamifikazioaren inguruko terminoak eta nondik norakoak zehaztu dira era sakonean. Era berean, alor horiek eta kimika uztartzen dituzten lanen analisi bibliografikoa ere eraman da aurrera. PK/gamifikazioa eta PK/kimika alorretan erreferentzia dezente aurki daitezke.

Gamifikazioa/kimika alorrari buruzko bibliografia ere ugaria da. Hainbat joko *online* erakoak dira, beste batzuk nomenklatura edo erreakzio organikoak lantzeko, beste hainbat unibertsitate mailakoak. Lan honetan adibide batzuk eman dira soilik, baina hezkuntzarako jokoen alorra oso zabala da. Kontuan hartuz lan honen helburua Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzarako proposamen bat egitea dela, erreferentzia batzuk (kimika organikoari buruzkoak, esaterako) alde batera utzi dira. Bestalde, ikastetxeetan askotariko egoerak aurki daitezkeenez, ordenagailu-jokoak edo *online* plataforma bidezkoak ere alde batera utzi dira. Azkenik, ulertzeko zein azaltzeko errazenak izan daitezkeen proposamenetan jarri da arretan, eta horietan oinarrituz garatu da proposamen hau.

Tamalez, kimikari buruzko joko bakarrean aurkitu da PKren erreferentzia eta lanketa esplizitua. Hori dela eta, lan honetan PK, gamifikazioa eta kimika bateratu dira, bibliografian ikusitako hutsunean oinarrituz. Hortaz, hainbat jolas ezagun euskarara ekarri eta moldatzeko lan handia egin da, eta horri esker, hezkuntzarako baliagarriak diren 3 joko berri proposatzen dira. Esan beharra dago joko hauen helburua ez dela gaia aurkeztea, kontzeptuak errepasatzea baizik. Dena dela, jokoen xehetasun guztiak bildu dira datozen orrietan, PKren lanketa barne.

Oharra: itzulpenak eta moldaketak jatorrizko lanen lizentziak errespetatuz egin dira.

4.1. Nomenklatura inorganikoa lantzeko Werner karta-jokoa

Lehen proposamen hau Buendía-Atencio eta lankideek (2022) proposatutako karta-jokoan oinarritzen da. Lan horretan, *WERNER: A card game for reinforcement learning of Inorganic Chemistry nomenclature* titulupean, nomenklatura inorganikoa lantzeko karta-jokoa plazaratzen da Bigarren Hezkuntzako eta graduko lehen mailako ikasleentzat. Jokoari Werner izena jarri zioten Alfred Werner kimikariaren omenez, honek kimika inorganikoari egindako ekarpen aberatsak direla eta (Buendía-Atencio et al., 2022).

Joko originalean nomenklatura inorganikoa lantzeko sei kategoria ezberdin proposatzen dira: azidoak (gorriak), baseak (urdinak), konposatu bitarrak (berdeak), gatzak (moreak), oxidoak (horiak) eta elementu berriak (grisak). Gainera, normalean lantzen ez diren elementuak erabiltzea ere proposatzen du, hala nola, holmioa (Ho), europioa (Eu), lantanoa (La) edo vanadioa (V), baita

elementu berriak ere (110 - 119 elementuak). Jokatzeko modua UNO® karta-jokoaren antzerakoa da.

Lan honen helburua joko hau DBH 3. eta 4.mailako ikasleekin erabili ahal izatea da, eta beraz, garrantzitsua da materiala ikasmailari egokitzea eta lantzen diren edukiak kontuan hartzea. Horregatik, jatorrizko materiala moldatu da ikasturte bakoitzean lantzen den nomenklaturara. Jarraian azaltzen dira jokoaren xehetasun guztiak moldaketak kontuan hartuta. Jokatzeko materiala 1. eranskinean bildu da.

Jokoaren ezaugarriak

Werner karta-jokoa kimika inorganikoko konpostatuak izendatzeko nomenklatura ikastea erakargarriagoa egiten duen tresna interesgarria da. Joko honen bitartez, Kimika Puru eta Aplikatuko Nazioarteko Batasunak (IUPAC, *International Union of Pure and Applied Chemistry*) proposatutako nomenklatura sistemak landuko dira, bai nomenklatura sistematikoa eta baita stock nomenklatura ere. Lan honetan elementu berrien lanketa egitea proposatzen da, ez ordea ohikoak ez diren elementuena.

Joko honen bidez nomenklatura inorganikoa lantzeko aukera dago, kategoria ezberdinetan antolatuta. Oxidoak (horiak) eta gatz bitarrak (berdeak) kategoriak mantendu egiten dira. Bestalde, hiru kategoria moldatu behar izan dira: azidoen ordez hidroxidoak jarri dira (gorriak) eta baseen ordez hidruroak (urdinak). Gatzen kategoriari dagokionez (moreak), DBH 3. eta 4. mailen artean desberdintasuna egongo da: 3. mailan substantzia bakunak gehituko dira eta 4. mailan konposatu hirutarrak (oxoazidoak eta oxogatzak). Guztira nomenklatura inorganikoko 50 konposatu landuko dira. Jokoan zehar konposatu bakoitza bitan agertuko da, 100 karta izanik guztira.

Horiez gain eta arestian esan bezala, elementu berriak ere lantzeko aukera eskaintzen du jokoak (110-119 elementuak, grisak, 10 karta). Aipatutako guztiei jokoa dinamikotasunaz hornitzen duten kartak gehitzen zaizkie: 6 “hartu hiru” karta, 6 “kolore aldaketa” karta, 12 “hartu bat” karta, 12 “norabide aldaketa” karta eta 12 “txanda pasa” karta; hauek guztiak, aurretik aipatu diren karten koloreekin agertuko dira, komodinak direnak kenduta, ia beltzak izango baitira. Karta-sortak guztira 158 karta izango ditu.

Werner karta-jokoan partida batek 10 – 15 minutu har ditzake, ikasleek nomenklatura asmatzeko dauzkaten zailtasunen arabera edo jolasaren dinamika dela eta.

4.irudia. Werner karta-jokoan erabiltzen diren karta batzuen adibidea. Ezkerretik eskuinera, karten atzealdea, kolore aldaketa egitea ahalbidetzen duen karta, txanda pasa karta, norabide aldaketa karta eta gatz bitar baten karta, kategoria berdekoa.

Jokatzeko modua

Jokatzeko oso ezaguna den UNO® jokoaren arauak jarraituko dira. Mahai-inguruan eseri eta hasiera batean jokalari bakoitzari zazpi karta banatuko zaizkio. Beharrezko kartak banatu eta gero, soberan daudenak mahaiaren erdian jarriko dira, karta-sortan dagoen lehenengoa buruz gora jarriz. Kartak banatu dituenaren eskuinean eserita dagoena izango da jokatzen lehena eta aurrerantzean ordularien orratzek daramaten norabidea jarraituko da kartak botatzeko hurrenkera zehazteko.

Karta bota ahal izateko bi aukera daude: botako den kartak buruz gora dagoen kartaren kolore bera eduki behar du edo buruz gora dagoen kartaren elementu nagusiak kointziditu behar du. Aurreko baldintzak betetzen ez badira, jokalariak buruz behera dagoen multzotik karta bat hartu beharko du. Konposatuak dituzten kartez gain, komodinak ere badaude. Kasu batzuetan, hauek bota ahal izateko multzoko kolorearekin kointziditu beharko du, eta beste batzuetan, edozein momentutan bota daitezke.

Karta-joko honen ezaugarri nagusiena zera da: ikasleek kartak botatzen dituztenean, konposatuaren izena ozen esan behar dute, bai nomenklatura sistematikoan edo stock nomenklaturan. Izena oker esanez gero, karta-multzotik karta bat hartu beharko dute.

Nola irabazi Werner karta-jokoan

Werner karta-jokoa irabazteko aukera bakarra dago: karta guztiak botatzea. Jokoan zehar aipatutako arauak jarraituz, jokalariek karta guztiak botako dituzte pixkanaka. Hauetako batek azken aurreko karta bota eta berehala, “Azkena!” esan beharko du ozenki. Esan ezean, eta hurrengo jokalariak haren txanda hasi aurretik, norbait karta bakarra duenaz ohartzen bada, karta bakarra duen jokalariak bi karta hartu beharko ditu buruz behera dagoen multzotik. “Azkena!” era egokian esan eta azken karta baldintza guztiak betez botatzen duen jokalaria izango da Werner karta-jokoaren irabazlea.

Nola lantzen da PK?

Lan honen ardatza joko-estrategiak baliatuz kimikaren eta PKren lanketa izanik, joko honetan nola landuko den azalduko da jarraian.

3.taula. Pentsaera konputazionalaren lanketa Werner karta-jokoan.

PK atala	Jokoaren atalak
Deskonposizioa	Jokatuko den partidan, errondaz erronda moldatu eta egokitu beharreko erabakiak edukiko dituzte ikasleek. Horrez gain, karta bakoitza botatzen dutenean deskonposaketa lana egin beharko dute nomenklatura egokia zein den asmatzeko: formula osoa, katioia, anioia, oxidazio-egoera…
Abstrakzioa	Kategoria bakoitzean beste kategorietako elementuak abstraitu beharko dituzte. Kategorian sartzen ez diren elementuekin zer egin daitekeen ez dute pentsatu behar momentu horretan, bakar bakarrik kategoria horretako elementuak hartu behar dira kontuan.
Patroien identifikazioa	Ikasleek patroi ezberdinak identifikatuko dituzte: • Elementuen eta talde funtzionalen arteko erlazioa. • Taula periodikoan kokapena eta honen esanahia. • Kartak eta konposatu taldeak erlazionatzea.
Algoritmoen diseinua	Konposatu bakoitza izendatzeko jarraitu beharreko pausuak pentsatu beharko dituzte. Gainera, jokoan erabiliko den estrategia ere zehaztu beharko dute.

4.2. Kimitribia: oinarrizko kimika lantzeko jokoa

Bigarren jokoa Trivial® tradizionalean oinarrituta kimikarako moldaketa egin zuen erreferentzia batean oinarritu da. Adair eta McAfee-k (2018) kimikako atal ezberdinak lantzeko *trivia* bat proposatu zuten *Chemical Pursuit: A Modified Trivia Board Game* ikerlanean, unibertsitateko gradu ezberdinetan ematen diren laborategiko praktiketan lantzeko. Aipatutako jokoan sei kategoria ezberdin proposatzen dituzte: definizioak, izendatzea, kalkuluak, esaldietan hutsuneak betetzea, galdera teorikoak eta beste edozein kategorietako txartela bat ateratzea ausaz (Adair eta McAfee, 2018).

Proposamen honen helburua da jokoa Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzako 3. mailako ikasleekin lantzea, eta beraz, atal guztiak moldatu dira maila horretan lantzen diren eduki ezberdinak jorratzeko, hau da, materiaren egitura unitatea (gorputz-izaera eta egitura), aldaketa kimikoak eta nomenklatura. Jarraian, garatutako jokoaren xehetasun guztiak azalduko dira. Materiala 2. eranskinean bildu da.

<u>Jokoaren ezaugarriak</u>

Lan honetan erreferentziatzat hartutako lana moldatu eta *trivia* motako joko berri bat proposatzen da: **Kimitribia**. Jakina denez, mota honetako jokoetan galderak sail ezberdinetan daude banatuta eta alor ezberdin batengatik galdetzen du bakoitzak. Edukien eta formatuaren moldaketa egin ondoren, proposatu den joko-taulan bost eduki landuko dira; beraz, pentagonala izango da.

Gainera, *trivia* honek ez ditu galdera teoriko hutsak edukiko eta jokalariei gai ezberdinetako froga txikiak aurkeztuko zaizkie. Guztira bost froga mota ebatzi beharko dituzte:

- Nomenklatura: taldekide batek konposatu inorganiko baten izena irakurriko du, formula idatziko du eta gainerakoek izena ondo esan beharko dute.
- Erreakzioen doiketa: ikasleek erreakzio kimiko sinpleak doitu beharko dituzte.
- Estekiometria: enuntziatu sinple batek aurkeztuko du ariketa, eta horrela, atal honetan kalkulu estekiometriko motzak ebaztea izango da erronka.
- Tabu: taldeko batek gai/erreakzio/konposatu jakin bat azaldu beharko du hitz batzuk, tabu hitzak deiturikoak, debekatuta edukita.
- Galdera teorikoak: teorian lantzen den eduki guztiaren inguruko galderak egongo dira.

Kimitribia partida bat 55 minutuko saio batean egin liteke. Bukatzen ez badute, bi aukera daude: bukatutzat ematea eta irabazleak orduan zehaztea edo mahaia dagoen bezala utzi eta beste saio batean jarraitzea. Erabakia irakaslearen araberakoa izango da.

Jokatzeko modua

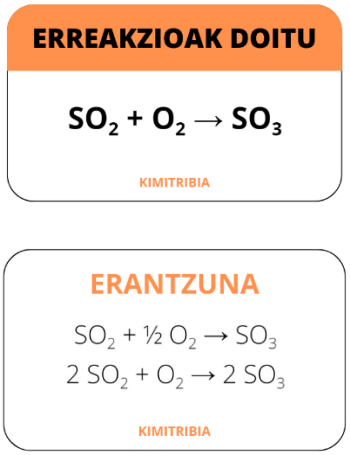
Ikasleak taldeka jarriko dira, partida bakoitzeko asko jota 5 talde eginez. Talde bakoitzak kolore bat eta kapitain bat izango ditu. Hasieran kapitainak bilduko dira eta bakoitzak dadoa behin botako du, zenbaki altuena ateratzen duenak lortuz lehenengo txanda. Horren ondoren, erlojuaren orratzek daramaten norabidea jarraituko da dadoa botatzeko.

Talde guztiak erdian dagoen Kimitribia pentagonoan hasiko dira. Dadoa bota eta ateratzen den zenbakia haina lauki egingo dute aurrera nahi duten norabidean. Garrantzitsua da ongi erabakitzea jarraituko duten norabidea; izan ere, txanda berean ezin dute hasieran jarraitu duten kontrako noranzkoan bueltatu.

Kolorearen arabera galdera mota bat jasoko dute. Erantzun egokia emanez gero edo "berriro bota" laukian (lauki grisak) eroriz gero, dadoa botatzen jarraituko dute. Pentagonoaren aldeen erdian dagoen lauki koloreduna gaztatxoa lortzeko laukia izango da, alde bakoitzean arlo ezberdineko galderarekin. Helburua nagusia da aipatutako 5 arloetako gaztatxoak lortzea, azken galdera jaso ahal izateko, arlo guztiak bilduko dituena.

a)

b)



5.irudia. (a) Kimitribian jokatzeko erabiliko den tableroa. (b) "Erreakzioak doitu" kategoriako txartela baten adibidea, aurrealdean galdera eta atzealdean erantzuna dituena.

Nola irabazi Kimitribian?

Taldeak arlo bakoitzeko gaztatxoa biltzen duenean, jokatzen jarraituko du taularen Kimitribia pentagonora iritsi arte. Bertan, azkeneko problema bat topatuko dute. Galdera jaso ahal izateko, bukatzear dagoen taldeak dadoarekin zehazki erdiko laukitxora iristeko falta zaion zenbakia atera beharko du. Problema honek arlo guztietako galderak barnebilduko ditu: hainbat

konposaturen izena irakurriz hauen formulazioa idatzi beharko dute, ondoren haien arteko erreakzioa idatzi, erreakzio hori doitu eta azkenik kalkulu estekiometrikoak egin beharko dituzte. Erantzun zuzena emanez gero, jokoa irabaziko dute. Bestela, txanda galtzeaz gain erditik atera beharko dute (sartzeko lortutako zenbaki bera eginez atzerantz) eta berriz ere sartzen saiatu.

Nola lantzen da PK?

Kimitribian ere PK landuko da. Jarraian azaltzen da ataletako bakoitza nola garatuko den:

4.taula. Pentsaera konputazionalaren lanketa Kimitribian.

PK atala	Jokoaren atalak
Deskonposizioa	Jokatuko den partidan, errondaz erronda moldatu eta egokitu beharreko erabakiak izango dituzte ikasleek. Izan ere, arazoa ebatzi ahal izateko problema deskonposatu beharko dute.
Abstrakzioa	Arazoetako batzuetan baliagarria izango ez den informazioa edukiko dute ikasleek eta gako garrantzitsua izango da hori kontuan ez hartzea.
Patroien identifikazioa	Txandak aurrera doazen heinean, ikasleak kategoria berdinaren barruan problema guztiak era berean ebatzi daitezkeela ohartuko dira, eta horrela, modu eraginkorragoan ebatziko dituzte hurrengoak.
Algoritmoen diseinua	Jokatzen ari diren heinean, talde bakoitzean estrategia bat zehaztu beharko dute: bidea aukeratu, lehenengo gaztatxo bat lortu eta gero beste batera joan, eta abar. Gainera, kategoria bakoitzaren barruan, problemak ebazteko jarraitu beharreko pausuak zehaztuko dituzte.

4.3. Bira!: formulazioa errepasatzeko jokoa

Hirugarren eta azken jolasa dagoeneko existitzen den Palabrea (Lúdilo®) jokoaren egokitzapena da. Joko originalean bi aurpegidun karta ezberdinak daude. Aurpegietako batean jolaseko 10 kategorietako bat adierazten da, eta bestean, kolore ezberdinetako hiru letra. Kartak kategoriaren aldea goraka edukita jartzen dira mahaiaren erdialdean. Jokalari bakoitzak, bere txanda iristean, gainean dagoen kartari bira eman eta multzoaren ondoan utziko du, letrak goraka daudela. Kategoriaren kolore bera duen letrarekin hitz bat esaten duen jokalariak irabaziko du karta hori, eta azkenean, karta gehien dituen jokalariak irabaziko du jokoa.

Jokatzeko erabiltzen diren kartak moldatzeko aukera ikusita, proposamen honen helburua da Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzako 3. eta 4. mailako ikasleekin lantzeko joko bat garatzea eta ikasgelan nomenklatura inorganikoa errepasatzeko erabili ahal izatea. Jarraian, garatutako jokoaren xehetasun guztiak azalduko dira. Materiala 3. eranskinean bildu da.

<u>Jokoaren ezaugarriak</u>

Egindako egokitzapen honen izena **Bira!** Izango da eta kartei “txanponak” deituko zaie. Kategoriak eta letrak eduki ordez, txanponen alde batean talde funtzionalak edukiko dituzte, eta bestean, hiru elementu.

Topatuko dituzten kategoriak, hau da, talde funtzionalak, honako hauek izango dira: hidroxidoak, hidruroak, gatz bitarrak eta oxidoak orokorrak izango dira DBH 3 eta 4 mailetarako. Bosgarren kategoria ezberdina izango da bi mailetan: 3.enean ioiak (katioiak eta anioiak) izango dituzte eta 4.enean konposatu hirutarrak (oxoazidoak eta oxogatzak). Kategoria bakoitzeko 8 txanpon egongo dira. Lehenengo jokoan (Werner karta-jokoa) erabilitako kolore berberekin apainduko da talde funtzional bakoitza. Era honetan, molekulak sailkatzeko beste irizpide bat emango zaie ikasleei, loturak egiteko erraztasunak eskainiz.

Txanponen beste aldean aipatutako talde funtzionalekin bat egin dezaketen elementuak proposatuko zaizkie ikasleei. Argi ibili beharko dute ordea, txanpon bakoitzean ageri diren elementu guztiek ezingo baitute konposatua osatu talde funtzional horrekin. Jokalari guztiek adi egon beharko dute, erantzun egokiak soilik onartuko baitira eta euren artean zuzenketak egiteko aukera edukiko dute.

Bira! karta-jokoan partida bat 10 – 15 minutukoa izan daiteke, ikasleen bizkortasunaren eta abilezien araberakoa. Hala ere, irakasleak lehenago moztu dezake eta momentu horretako puntuak kontatu.

Jokatzeko modua

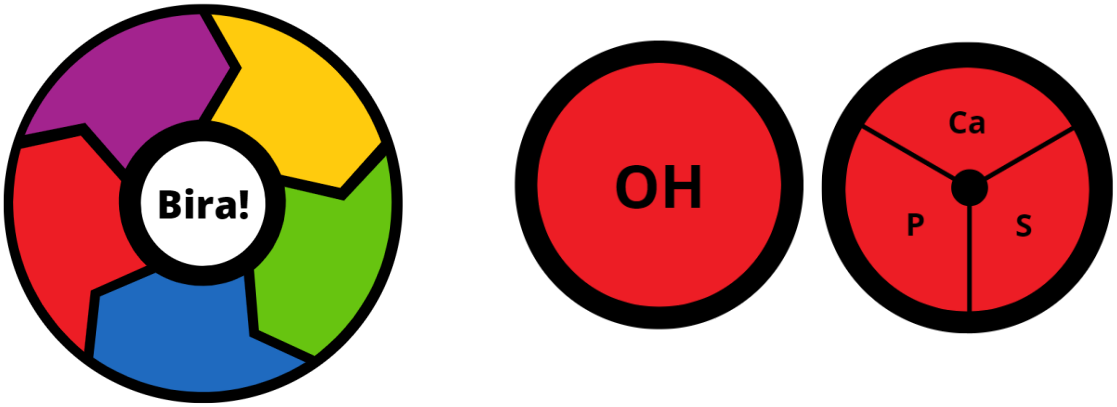
Bira! karta-jokoa 2 – 4 ikasleko taldeetan joka daiteke. Hasieran, txanpon sorta osoa nahastu eta mahaiaren erdian jarriko da, talde funtzionala agerian geratzen delarik. Eginkizuna erraza da: txanponari buelta eman eta sor daitezkeen molekulak izendatu behar dira. Irakasleak aukera dezake ea izena esatez gain, formula ere idatzi beharko duten. Aurretik esan bezala, kideen ardura izango da existitzen ez diren molekulak identifikatzea eta erantzun okerrak baztertzea. Txanda bakoitzean ikasle batek emango dio buelta txanponari. Lehen ikaslea aukeratzeko irakasle bakoitzak erabaki dezake teknika: ikasleen artean adostea, zaharrena hastea, gazteena, zenbaki bat esan/asmatzea, zozketa… Gero, ordularien orratzen noranzkoa erabiliko da.

Jokatzeko moduaren arabera puntuatzeko modu ezberdinak erabil daitezke:

- **Bizkortasuna lagun:** ikasleek txandaka emango diote buelta eman txanponari, baina honi buelta eman bezain pronto, zuzen erantzuten duen lehen ikasleak jasoko du txanpona. Aldaera honetan ikasleen erantzuteko abiadurak izango du garrantzia. Horretarako, aurretik egindako asoziazioek hartuko dute garrantzia, zenbait erantzun automatikoak izan beharko dira eta.
- **Txanda errespetatuz:** kasu honetan ere ikasleek txanpona txandaka biratuko dute, biratzen duenak berak edukiz erantzuteko aukera. Oker erantzunez gero, hurrengoak edukiko du aukera. Honek zuzen erantzun ezean, hurrengoren txanda izango da. Asmatzen duenak jasoko du txanpona. Aldaera honetan, aurrekoarekin alderatuz, ikasleek denbora gehiago izango dute pentsatzeko.

Jokoan guztira 40 txanpon egongo dira eta jokoa txanpon guztiak ikasleen artean banatuta daudenean bukatuko da.

a) b)



6.irudia. (a) Bira! jokoaren logoa. (b) Txanpon baten adibidea, alde batean talde funtzionala eta bestean hiru elementu dituela.

Aipatu beharra dago joko honetan pentsatzeko eta erantzuteko bizkortasuna gako nahiko garrantzitsua dela, batez ere lehen aldaeran. Era berean, ikasleengan pentsaera kritikoa ere sustatuko da. Izan ere, erantzun egokiez gain okerrak ere kontuan hartu beharko dira. Kideek emandako erantzun oker hauek identifikatzeko, azaleratzeko eta zergatiak azaltzeko gaitasuna garatu ahal izango dute ikasleek. Gainera, eztabaida interesgarriak sortuko lirateke ikasleen artean, erantzunen egokitasuna ardatz.

Nola irabazi Bira! karta-jokoan?

Esan bezala, jokoa txanponak bukatzen direnean amaituko da. Txanpon bakoitzak puntu baten balioa izango du, eta beraz, jokoa amaitzen denean jokalari bakoitzak dauzkan puntuak kontatuko ditu. Puntu gehien dituen jokalaria izango da irabazlea.

Nola lantzen da PK?

Bira! karta-jokoan PK era honetan landuko da:

5.taula. Pentsaera konputazionalaren lanketa Bira! karta-jokoan.

PK atala	Jokoaren atalak
Deskonposizioa	Elementuek banakako azterketa bat eskatuko dute, puzzle baten antzera bat datorrena topatzeko.
Abstrakzioa	Txanpon bat, konposatu bat. Lehenik talde funtzionala ikusten dutenez, beste talde guztiak alde batera utzi beharko dituzte. Gainera, konposatua sortu ezin duten elementuak ere alde batera utzi beharko dituzte.
Patroien identifikazioa	Talde funtzionalen eta koloreen loturaren bitartez, patroien identifikazioa erraztuko da, formulatzeko erraztasuna lortzea bilatuz. Jokoan aipatuko diren talde eta elementuen errepikapena dela eta, patroiak eratuko dira.
Algoritmoen diseinua	Erantzun bizkorrak emateko ikasleek garatuko duten estrategia: kolorea ikusi, talde funtzionala identifikatu, molekularen ezaugarriak gogora ekarri, elementuak ikusi, zein egokitzen den zehaztu eta izena esan.

4.4. Pentsaera konputazionalaren lanketa, ebaluazioa eta sariak

Joko hauen bidez bi helburu nagusi lor daitezke: ikasketa-prozesuarekiko ikasleen motibazioa handitzea eta PKren lanketa egitea. Bestalde, eduki teorikoen lanketa edo errepaso sakonagoa egin ahal izango da. Garrantzitsua da azpimarratzea jokoak eraginkorragoak izango direla kontzeptuak jokoa baina lehenago lantzen badira. Dena dela, beharrezkoa da jokoa erabiltzeak ikasleengan abantailak izan dituen aztertzea eta ikasleen garapena ebaluatzea.

Marko teorikoan azaldu bezala eta PKri dagokionez, ikerketa gehienek galdetegi eta neurketa propioak erabiltzen dituzte ikasketa prozesuaren garapena ebaluatzeko. Erreminta ezberdinen artean lan-sorta bidezko ebaluazioak, elkarrizketak, arrakasta testak, behaketak eta galdetegiak aurki daitezke (Allsop, 2019; Román-González et al., 2019). Bestalde, gamifikazioari dagokionez, motibazioa gehien handitzen duten joko-elementuak sariak eta intsigniak dira, baina ikerketa batzuetan jolasa baina lehenago eta ondorengo test txikiak ere eraman dira aurrera, ikasleen inplikazioa handituz (Huang eta Hew, 2018; Jo et al., 2018).

Lan honetan proposatu diren jokoen izaera kontuan hartuz, ikasketa-prozesuan izan duten garapena ebaluatzeko erremintarik egokienak behaketa eta galdetegiak (jokoa baina lehen eta ondoren) direla kontsideratzen da. Gehigarri moduan eta motibazioa handitzeko, sariak gehi litezke, esaterako, azterketako galdera bati buruzko informazioa jasotzea, azterketa egun bat atzeratu ahal izatea edo notan eragina duen atal zehatz batean puntu gehiago edukitzea. Gainera, jokoen erabilerak ikasleak gehiago motibatu dituen ala ez jakiteko neurgailuak ere behar dira: nagusiena elkarrizketa izan daiteke, ikasleek haien sentsazioak eta sentimenduak parteka ditzaten. Talde bakoitza desberdina denez, irakasleak iruzkin guztiak oinarri hartu eta jolasak molda ditzake.

PKren lanketari dagokionez, ikasleekin esplizituki garatu behar den atala da. Aukera ona izan daiteke lehenengo ikasleei talde txikitan horren inguruan hausnartzeko eskatzea, ondoren denen artean iritziak partekatzeko. Eztabaida orokor horretan irakasleak jokoan egin den PK lanketa azaldu beharko du, ikasleak jabetu eta aurrerantzean kontzienteago izan daitezen.

5. ONDORIOAK

Master Amaierako Lan hau gizartean oso errotuta dagoen arazo batean dago oinarrituta: ikasleak ez daude ikasketa-prozesuarekiko motibatuta, eta ondorioz, joera nabarmenki negatiboak antzeman dira hauen errendimenduetan (Pico, 2014). Horri irtenbidea bilatu nahian, alde batetik hezkuntzaren gamifikazioan murgildu da ikerlana. Horrez gain, PK gure eguneroko bizitzan eta gaur egungo gizarte digitalizatuan nola hautematen den, eta bereziki, nola garatzen den aztertzea beharrezkoa da. Izan ere, honi esker problema konplexuak ebazteko metodoa zehazten da, eta horrek eragin handia eduki dezake hezkuntzan. Azken urteetan era sakonean ikertu den alorra izanik, lan honetan ere oinarritzat hartu da.

PK, gamifikazioa eta kimika elkartu dira lan honetan. Marko teorikoan kontzeptu garrantzitsuenak bildu dira, terminoen nondik norakoak azaldu eta testuinguru baliagarria eskainiz. Bilaketa bibliografikoa hiru arloen elkarketan eta baita binakakoetan (PK eta gamifikazioa, PK eta kimika, gamifikazioa eta kimika) ere zentratu da, proposamena garatu ahal izateko ideiak jasotzeko asmoz.

Lan honetan kimika lantzeko hiru joko egokitu dira. Lehena, UNO® karta-jokoan oinarrituz nomenklatura inorganikoa ikasteko moldaketa egin zuen lan batean dago oinarrituta (Buendía-Atencio et al., 2022). Jokoaren izena mantenduz, Werner karta-jokoa, moldaketa sakonagoa egin da jokoa Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzako 3. eta 4. mailetan erabili ahal izateko. Karta-sortak bost talde funtzional bilduko ditu: hidroxidoak, hidruroak, gatz bitarrak, oxidoak eta substantzia bakunak (DBH 3) edo konposatu hirutarrak (DBH 4). Txanda bakoitzean eta karta bota ondoren, agerian dagoen konposatuaren izena esan beharko dute.

Bigarren jokoa ere bibliografian oinarritutako moldaketa batean inspiratuta garatu da. Moldaketa Trivial® jokoarena da, kimikako alor ezberdinak landu ahal izateko (Adair eta McAfee, 2018). Edukiak ikasmailara egokitu eta Kimitribia jokoa garatu da, pentagonala eta bost kategoria ezberdin biltzen dituena: nomenklatura inorganikoa, idatzi eta izendatzea; erreakzio kimiko sinpleen doiketa; kalkulu estekiometrikoak; tabu, kontzeptu bat azaldu behar izatea hitz batzuk erabiltzea debekatuta izanda eta gai guztiak biltzen dituzten galdera teorikoak. Taldeek kategoria bakoitzeko gaztatxoagatik borrokatuko dute, azkenean atal guztiak biltzen dituen galdera erantzun eta jokoa irabazteko.

Azkenik, Bira! karta-jokoa sortu da, Palabrea (Lúdilo®) jokoan oinarrituz. Txanponaren alde batean kategoria ezberdinak (talde funtzionalak) egongo dira, eta bestean, elementu ezberdinak. Txapona biratzen denean elementuak agerian geratuko dira eta ikasleek talde funtzional horrekin konposatu bat sor dezakeen elementua identifikatu eta honen izena esan

beharko dute. Zuzen erantzunez gero, txanpona irabaziko dute, eta azkenean,txanpon gehien dituen ikaslea izango da garaile. Pentsatzeko eta erlazioak bilatzeko bizkortasuna sartzen dira jokoan, pentsaera kritikoarekin batera. Ikasleek adi ibili beharko dute, gainerakoen akatsez ohartu eta hauek zuzentzeko.

Laburbilduz, beharrezko moldaketak egin dira, DBHko 3. eta 4. mailetako edukiak kontuan hartuz, joko hauek maila horietan erabiltzeko, kimikako hainbat alor ezberdin errepasatzeko edo hauetan sakontzeko eta ikasleak kimikako ikaskuntzan motibatzeko. Era berean, joko hauetan PK nola landu eta garatu den identifikatu da, bai irakasleak eta baita ikasleak ere horren garapenaz kontziente izan daitezen eta eguneroko bizitzan eta ikasketetan problemak modu eraginkorragoan ebatz edo soluziona ditzaten.

Mugak eta etorkizunerako ildoak

Lan honen muga nagusiak honakoak izan dira:

- PKren inguruan informazio asko dagoen arren, gaiaren konplexutasuna nabarmena da. Gainera, oraindik Euskal Autonomia Erkidegoko curriculumean erantsi gabe dago.
- Landutako gaien binakako konbinazioen inguruko informazio asko aurki daiteke, batez ere kimika lantzeko jokoen inguruan. Hala ere, PK, gamifikazioa eta kimika uztartzen dituzten lan oso gutxi aurkitu dira.
- Proposatzen diren jokoen benetako erabilgarritasuna eta aplikagarritasuna ez da ikasgela batean praktikan jarri, eta beraz, alderdi batzuk teorikoak besterik ez dira.

Aipatutako mugak kontuan hartuz, etorkizunean lanaren alor hauek osatu beharko lirateke:

- Curriculumean PK lanketa txertatzen denean, honen azterketa sakona egin eta proposamen honetan beharrezko puntuak moldatzea.
- Landutako gaien inguruko analisi bibliografiko sakonagoa egitea.
- Jokoak ikasgelara eraman eta alderdi praktikoak aztertzea: ikasleen jarrera, hauen erantzuna, onurak, hobetzeko puntuak, desabantailak… Hori kontuan hartuz, proposamena hobetzea eta eraginkorragoa bihurtzea.

6. BIBLIOGRAFIA

Adair, B. M. eta McAfee, L. V. (2018). Chemical Pursuit: A Modified Trivia Board Game. *Journal of Chemical Education*, *95*, 416–418. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00946

Agirrezabala Iradi, E. (2021). *STEAM eta Pentsaera Konputazionala EAEko Derrigorrezko Bigarren Hezkuntzan: analisia, proposamen metodologikoa eta Scratch bidezko proposamen didaktikoa*. Master Amaierako Lana. Udako Euskal Unibertsitatea (UEU).

Aho, A. V. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*, *55*, 832–835. https://doi.org/https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074

Allsop, Y. (2019). Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *19*, 30–55. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.10.004

Alsawaier, R. S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *Int. J. Inf. Learn. Technol.*, *35*, 56–79.

Angeli, C. eta Giannakos, M. (2020). Computational thinking education: Issues and challenges. *Computers in Human Behavior*, *105*, 106185. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106185

Barr, V. eta Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads 2*, *1*, 48–54. https://doi.org/10.1145/1929887.1929905

Basogain, X., Olabe, M. A. eta Olabe, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, *46*, 1–33. https://revistas.um.es/red/article/view/240011

Baydas, O. eta Cicek, M. (2019). The examination of the gamification process in undergraduate education: A scale development study. *Technology, Pedagogy and Education*, *28*, 1–17. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1580609.

BBC Bitesize. *What is computational thinking? - Introduction to computational thinking*. Bisita-eguna: 2022-03-01. Web-gunea: https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1

Bocconi, S., Chioccariello, G. D., Ferrari, A. eta Engelhardt, K. (2016). Developing Computational Thinking in Compulsory Education. In *JCR Science for Policy Report - European Commission*. https://doi.org/10.1007/s40299-019-00494-w

Buckley, P. eta Doyle, E. (2016). Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*, *24*, 1162–1175. https://doi.org/10.1080/10494820.2014.964263

Buendía-Atencio, C., Pieffet, G. P. eta Lorett Velásquez, V. P. (2022). WERNER: A Card Game for Reinforcement Learning of Inorganic Chemistry Nomenclature. *Journal of Chemical Education*, *99*, 2198–2203. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00166

Byusa, E., Kampire, E. eta Mwesigye, A. R. (2022). Game-based learning approach on students' motivation and understanding of chemistry concepts: A systematic review of literature. *Heliyon*, *8*(5), e09541. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09541

Chang, J. W. eta Wei, H. Y. (2016). Exploring engaging gamification mechanics in massive online open courses. *Journal of Educational Technology & Society*, *19*, 177–203. https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.2.177

COMPUS. *Moon:1110011*. Bisita-eguna: 2022-09-16. Web-gunea: https://compus.deusto.es/moon/

CSTA & ISTE. (2011). *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education*. http://www.iste.org/docs/pdfs/Operational-Definition-of-Computational-Thinking.pdf%0A%0A

Denning, P. J. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM*, *60*(6), 33–39. https://doi.org/10.1145/2998438

Ding, L., Er, E. eta Orey, M. (2018). An exploratory study of student engagement in gamified online discussions. *Computers & Education*, *120*, 213–226. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.007.

Ding, L., Kim, C. eta Orey, M. (2017). Studies of student engagement in gamified online discussions. *Computers & Education*, *115*, 126–142. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.06.016.

Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J. P. eta Rampnoux, O. (2011). Origins of Serious Games. In M. Ma, A. Oikonomou, & L. Jain (Eds.), *Serious Games and Edutainment Applications* (pp. 25–43). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9_3

Eusko Jaurlaritza. (2015). *Heziberri 2020, 236/2015eko Dekretuaren II. Eranskina osatzen duen curriculum orientatzailea.* https://www.euskadi.eus/eaeko-curriculum-dekretuak/web01-a3hbhezi/eu/

Fung, F. M., Lam, Y., Yap, J., Musalli, D. A., Han, J. Y., Togo, K. eta Kim, Y. (2021). ChemPOV: Digitizing an Organic Chemistry Boardgame to Support Online Learning. *TALE 2021 - IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education, Proceedings*, 905–909. https://doi.org/10.1109/TALE52509.2021.9678765

Grover, S. eta Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Research*, *42*, 38–43. https://doi.org/https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Hankin, C. eta Sachs, R. (2002). Integrating arts into the curriculum. *Education Update*, *8*, 30.

Hooshyar, D., Pedaste, M., Yang, Y., Malva, L., Hwang, G. J., Wang, M., Lim, H. eta Delev, D. (2021). From Gaming to Computational Thinking: An Adaptive Educational Computer Game-Based Learning Approach. *Journal of Educational Computing Research*, *59*(3), 383–409. https://doi.org/10.1177/0735633120965919

Huang, B. eta Hew, K. F. (2018). Implementing a theory-driven gamification model in higher education flipped courses: Effects on out-of-class activity completion and quality of artifacts. *Computers & Education*, *125*, 254–272. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.018.

Huang, B., Hew, K. F. eta Lo, C. K. (2019). Investigating the effects of gamification-enhanced flipped learning on undergraduate students' behavioral and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, *27*, 1106–1126. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1495653.

Ilic, U., Haseski, I. eta Tugtekin, U. (2018). Publication trends over 10 years of computational thinking research. *Contemporary Educational Technology*, *9*, 131–153. https://doi.org/https://doi.org/10.30935/cet.414798

Jagušt, T., Botički, I. eta So, H. J. (2018). Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computers & Education*, *125*, 444–457. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.022.

Jo, J., Jun, H. eta Lim, H. (2018). A comparative study on gamification of the flipped classroom in engineering education to enhance the effects of learning. *Computer Applications in Engineering Education*, *26*, 1626–1640. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cae.21992

Juaristi Larrinaga, P. (2003). Gizarte Ikerketarako teknikak: Teoria eta adibideak. *Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua*, 1–245.

Jurgelaitis, M., Čeponienė, L., Čeponis, J. eta Drungilas, V. (2019). Implementing gamification in a university-level UML modeling course: A case study. *Computer Applications in Engineering Education*, *27*, 332–343. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cae.22077

Kalelioglu, F., Gulbahar, Y. eta Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal of Modern Computing*, *4*, 583–596.

Larraza-Mendiluze, E., Arbelaitz, O., Arruarte, A., Lukas, J. F. eta Garay-Vitoria, N. (2020). JolasMATIKA: An Experience for Teaching and Learning Computing Topics from University to Primary Education. *IEEE Transactions on Education*, *63*(3), 136–143. https://doi.org/10.1109/TE.2019.2951568

Lo, C. K. eta Hew, K. F. (2018). A comparison of flipped learning with gamification, traditional learning, and online independent study: The effects on students' mathematics achievement and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 1–18. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1541910.

Lyon, J. A. eta Magana, A. J. (2020). Computational thinking in higher education: A review of the literature. *Computer Applications in Engineering Education*, *28*(5), 1174–1189. https://doi.org/10.1002/cae.22295

Malone, T. W. (1980). What Makes Things Fun to Learn? A Study of Intrinsically Motivating Computer Games. *Cognitive and Instructional Sciences*, *August*, 1–95.

Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M. A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J. M., Trigueros, R. eta Alias, A. (2021). Between level up and game over: A systematic literature review of gamification in education. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(4), 1–14. https://doi.org/10.3390/su13042247

Matsumoto, P. S. eta Cao, J. (2017). The Development of Computational Thinking in a High School Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, *94*(9), 1217–1224. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00973

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2017). *Pensamiento computacional*. http://educalab.es/proyectos/pensamiento-computacional

Mohaghegh, M. eta Mccauley, M. (2016). Computational Thinking: The Skill Set of the 21st Century. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, *7*, 1524–1539. www.ijcsit.com

NRC. (2011). *Report of a Workshop on the Pedagogical Aspects of Computational Thinking*. https://doi.org/https://doi.org/10.17226/13170

Ofosu-Ampong, K. (2020). The Shift to Gamification in Education: A Review on Dominant Issues.

Journal of Educational Technology Systems, *49*(1), 113–137. https://doi.org/10.1177/0047239520917629

Ogegbo, A. A. eta Ramnarain, U. (2021). A systematic review of computational thinking in science classrooms. *Studies in Science Education*, *00*, 1–28. https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1963580

Ortiz-Rojas, M., Chiluiza, K. eta Valcke, M. (2019). Gamification through leaderboards: An empirical study in engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, *27*, 777–788.

Pérez Angulo, J. A. (2019). El pensamiento computacional en la vida cotidiana. *Revista Scientific*, *4*(13), 293–306. https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2019.4.13.15.293-306

Pico, M. (2014). *La importancia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes* [Universitat de les Illes Balears]. https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/3589/Pico_Lozano_Marta.pdf?sequence=1

Román-González, M., Moreno-León, J. eta Robles, G. (2019). Combining Assessment Tools for a Comprehensive Evaluation of Computational Thinking Interventions. In *Computational Thinking Education* (or. 79–99). https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_5

Saidin, N. D., Khalid, F., Martin, R., Kuppusamy, Y. eta Munusamy, N. A. P. (2021). Benefits and challenges of applying computational thinking in education. *International Journal of Information and Education Technology*, *11*, 248–254. https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.5.1519

Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K. eta Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, *69*, 371–380.

Samri, C., Kamisah, O. eta Nazrul, A. N. (2021). Impact of the Plugged-in and Unplugged Chemistry Computational Thinking Modules on Achievement in Chemistry. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *17*(4), 1–21. https://doi.org/https://doi.org/10.29333/ejmste/10789

Sawyer, B. eta Rejeski, D. (2002). Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation. *Woodrow Wilson International Center for Scholars*, *2002–1*.

Tarrés, M. I. eta Dorado, A. D. (2021). Quí-Bot-H2O Challenge: Integration of computational thinking with chemical experimentation in early ages including gender, inclusive and diversity patterns. *ACM International Conference Proceeding Series*, 115–119. https://doi.org/10.1145/3486011.3486430

Tedre, M. eta Denning, P. J. (2016). The long quest for computational thinking. *ACM International Conference Proceeding Series*, *November*, 120–129. https://doi.org/10.1145/2999541.2999542

Toda, A. M., Valle, P. H. D. eta Isotani, S. (2018). The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 832, Issue Icmc). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2_9

Tsay, C. H. H., Kofinas, A. eta Luo, J. (2018). Enhancing student learning experience with

technology-mediated gamification: An empirical study. *Computers & Education*, *121*, 1–17. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.01.009.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33–35.

Yadav, A., Krist, C., Good, J. eta Caeli, E. N. (2018). Computational thinking in elementary classrooms: Measuring teacher understanding of computational ideas for teaching science. *Computer Science Education*, *28*, 371–400. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/08993408.2018.1560550

Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M. eta Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, *30*, 100326. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326

Zapata-Caceres, M., Martin-Barroso, E. eta Roman-Gonzalez, M. (2021). Collaborative Game-Based Environment and Assessment Tool for Learning Computational Thinking in Primary School: A Case Study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *14*(5), 576–589. https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3111108

7. ERANSKINAK

1. eranskina: nomenklatura inorganikoa lantzeko Werner karta-jokoa

Buendía-Atencio eta lankideek (2022) proposatutako karta-joko originalean, nomenklatura inorganikoa lantzeko sei kategoria ezberdin aurki daitezke. Jolasa DBH 3 eta 4 mailetara egokitu da. Horrela, eta ikasmaila bakoitzeko edukiak kontuan hartuz, hidroxidoak (gorriak), hidruroak (urdinak), gatz bitarrak (berdeak), substantzia bakunak ala konposatu hirutarrak (moreak), oxidoak (horiak) eta elementu berriak (grisak) landuko dira.

Oharrak: (1) Elementu arraroak ez dira erabiliko. (2) Askotan elementu berriak lantzeko aukerarik egoten ez denez, irakasleak erabaki dezake hauek kendu, mantendu edo izena esateko orduan laguntza eskaintzea.

Konposatuen zerrenda

Konposatua	Nomenklatura sistematikoa	Stock nomenklatura
HIDROXIDOAK		
$NaOH$	sodio hidroxidoa	sodio hidroxidoa
$Be(OH)_2$	berilio dihidroxidoa	berilio hidroxidoa
$Al(OH)_3$	aluminio trihidroxidoa	aluminio hidroxidoa
$Cd(OH)_2$	kadmio dihidroxidoa	kadmio hidroxidoa
$Pt(OH)_4$	platino tetrahidroxidoa	platino(IV) hidroxidoa
$Ni(OH)_2$	nikel dihidroxidoa	nikel(II) hidroxidoa
$Sn(OH)_2$	eztainu dihidroxidoa	eztainu(II) hidroxidoa
$Sn(OH)_4$	eztainu tetrahidroxidoa	eztainu(IV) hidroxidoa
$HgOH$	merkurio monohidroxidoa	merkurio(I) hidroxidoa
$Co(OH)_3$	kobalto trihidroxidoa	kobalto(III) hidroxidoa
HIDRUROAK		
CrH_2	kromo dihidruroa	kromo(II) hidruroa
KH	potasio hidruroa	potasio hidruroa
AgH	zilar hidruroa	zilar hidruroa
BaH_2	bario dihidruroa	bario hidruroa
AlH_3	aluminio trihidruroa	aluminio hidruroa
PbH_4	berun tetrahidruroa	berun(IV) hidruroa
BH_3	boro trihidruroa	boro hidruroa
CH_4	karbono tetrahidruroa	karbono(IV) hidruroa
NH_3	nitrogeno trihidruroa	nitrogeno(III) hidruroa
PH_3	fosforo trihidruroa	fosforo(III) hidruroa

*Azken lauek izen berezia dute: boranoa, metanoa, azanoa edo amonikoa, fosfanoa. Jokoan zehar izen hauek esatea bultzatuko eta onartuko da.		
GATZ BITARRAK		
LiF	litio fluoruroa	litio fluoruroa
CaI_2	kaltzio diioduroa	kaltzio ioduroa
$AlCl_3$	aluminio trikloruroa	aluminio kloruroa
HgS	merkurio monosulfuroa	burdin(II) sulfuroa
Au_2Te_3	diurre tritelururoa	urre(III) telururoa
Pb_3N_4	triberun tetranitruroa	berun(IV) nitruroa
CCl_4	karbono tetrakloruroa	karbono(IV) kloruroa
K_2Se	dipotasio selenuroa	potasio selenuroa
CuBr	kobre monobromuroa	kobre(I) bromuroa
$CuBr_2$	kobre dibromuroa	kobre(II) bromuroa
OXIDOAK		
Na_2O	disodio oxidoa	sodio oxidoa
MgO	magnesio oxidoa	magnesio oxidoa
Li_2O	dilitio oxidoa	litio oxidoa
FeO	burdin monoxidoa	burdin(II) oxidoa
Fe_2O_3	diburdin trioxidoa	burdin(III) oxidoa
CrO_3	kromo trioxidoa	kromo(VI) oxidoa
TiO_2	titanio dioxidoa	titanio dioxidoa
Cu_2O	dikobre monoxidoa	kobre(I) oxidoa
CuO	kobre monoxidoa	kobre(II) oxidoa
ZnO	zink oxidoa	zink oxidoa

SUBSTANTZIA BAKUNAK		**KONPOSATU HIRUTARRAK**	
Na	sodioa	HClO	azido hipoklorosoa
Rb	rubidioa	HNO_2	azido nitrosoa
Mg	magnesioa	H_2SO_4	azido sulfurikoa
Fe	burdina	$HBrO_4$	azido perbromikoa
Cu	kobrea	H_3BO_3	azido borikoa
H_2	hidrogenoa	$CuSO_4$	kobre(II) sulfatoa
N_2	nitrogenoa	$Ca_3(PO_4)_2$	kaltzio fosfatoa
O_2	oxigenoa	$KMnO_4$	potasio permanganatoa
O_3	ozonoa	$Fe(ClO_3)_2$	burdin(II) kloratoa
S_8	oktasufrea	Na_2CO_3	sodio karbonatoa
ELEMENTU BERRIAK			
$_{110}Ds$	darmstatioa		

$_{111}$Rg	roentgenioa
$_{112}$Cn	kopernizioa
$_{113}$Nh	nionioa
$_{114}$Fl	flerovioa
$_{115}$Mc	moskovioa
$_{116}$Lv	livermorioa
$_{117}$Ts	tenesoa
$_{118}$Og	oganesona
$_{119}$Uue	ununennioa

Kartak

Publikatutako proposamen batean oinarritutako jokoa izanik, jatorrizko egileek proposatutako diseinua mantentzen saiatu da, moldaketa txiki eta lizentzia artistiko batzuekin. Konposatuen kartak guztiz aldatu eta zerotik sortu behar izan dira aipatutako ikasmailetara egokitzeko. Termino guztiak euskaratu dira.

Jarraian, joko honetarako behar diren karta guztiak bildu dira. Karta-sortak guztira 158 karta dauzka. Karten kopuruak hauek dira:

- Hartu hiru: **6** karta.
- Kolore aldaketa: **6** karta.
- Txanda pasa: **12**, kolore bakoitzeko bi.
- Norabide aldaketa: **12**, kolore bakoitzeko bi.
- Hartu bat: **12**, kolore bakoitzeko bi.
- Konposatuak: **110** karta. Honela ordenatu dira: hidroxidoak (gorriak), hidruroak (urdinak), konposatu bitarrak (berdeak), oxidoak (horiak), substantzia bakunak ala konposatu hirutarrak (moreak) eta elementu berriak (grisak). Konposatu bakoitza bitan agertuko da, eta beraz, konposatu arrunten **100** karta egongo dira. Elementu berriak behin agertuko dira bakarrik, hau da, guztira **10** karta gris egongo dira.

Kartak inprimatzeko prest daude, kopuru aldetik eta alde batean karta/konposatua eta bestean diseinua gera dadin.

+3
HARTU HIRU
+3
HARTU HIRU
+3
HARTU HIRU
+3
HARTU HIRU
+3
HARTU HIRU
+3
HARTU HIRU
KOLORE ALDAKETA
KOLORE ALDAKETA
KOLORE ALDAKETA
KOLORE ALDAKETA

WErNEr
KARTA JOKOA

KOLORE ALDAKETA
KOLORE ALDAKETA
TXANDA PASA
TXANDA PASA
TXANDA PASA
TXANDA PASA
TXANDA PASA
TXANDA PASA
TXANDA PASA
TXANDA PASA

WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA
WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA

WErNEr
TXANDA PASA
TXANDA PASA
TXANDA PASA
TXANDA PASA
NORABIDE ALDAKETA
NORABIDE ALDAKETA
NORABIDE ALDAKETA
NORABIDE ALDAKETA
NORABIDE ALDAKETA
NORABIDE ALDAKETA

WErNEr
KARTA JOKOA

WErNEr
NORABIDE ALDAKETA
WErNEr
NORABIDE ALDAKETA
WErNEr
NORABIDE ALDAKETA
WErNEr
NORABIDE ALDAKETA
WErNEr
NORABIDE ALDAKETA
WErNEr
NORABIDE ALDAKETA
WErNEr
+1
HARTU BAT
WErNEr
+1
HARTU BAT
WErNEr
+1
HARTU BAT
WErNEr
+1
HARTU BAT

WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA
WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA

WErNEr
+1
HARTU BAT

WErNEr
KARTA JOKOA
WErNEr
KARTA JOKOA
WErNEr
KARTA JOKOA
WErNEr
KARTA JOKOA
WErNEr
KARTA JOKOA
WErNEr
KARTA JOKOA
WErNEr
KARTA JOKOA
WErNEr
KARTA JOKOA

NaOH
Be(OH)2
Al(OH)3
Cd(OH)2
Pt(OH)4
Ni(OH)2
Sn(OH)2
Sn(OH)4
HgOH
Co(OH)3
W Er N Er

WErNEr
KARTA JOKOA

NaOH
Be(OH)2
Al(OH)3
Cd(OH)2
Pt(OH)4
Ni(OH)2
Sn(OH)2
Sn(OH)4
HgOH
Co(OH)3
W Er N Er

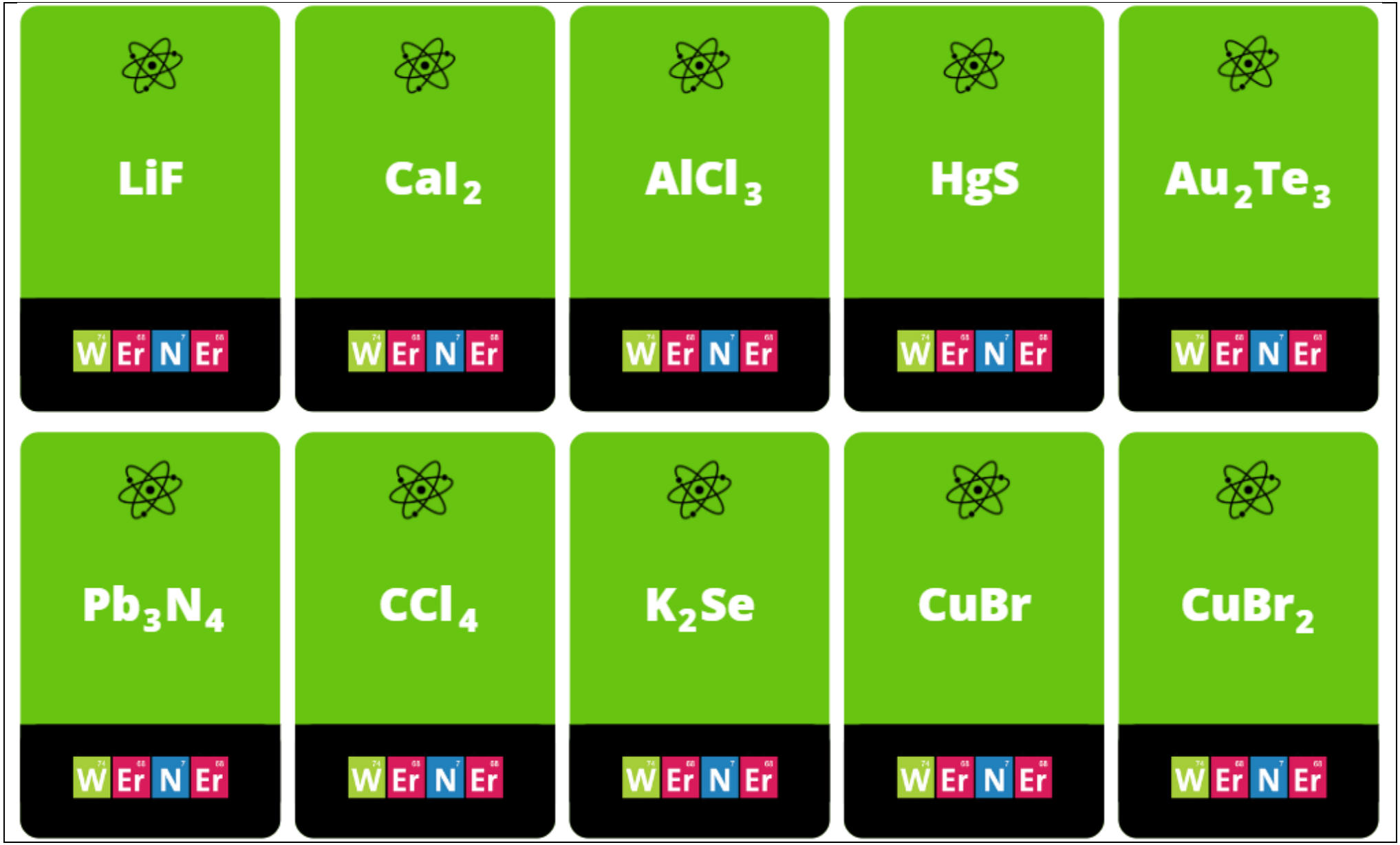
WErNEr
KARTA JOKOA

CrH2
KH
AgH
BaH2
AlH3
PbH4
BH3
CH4
NH3
PH3
W Er N Er

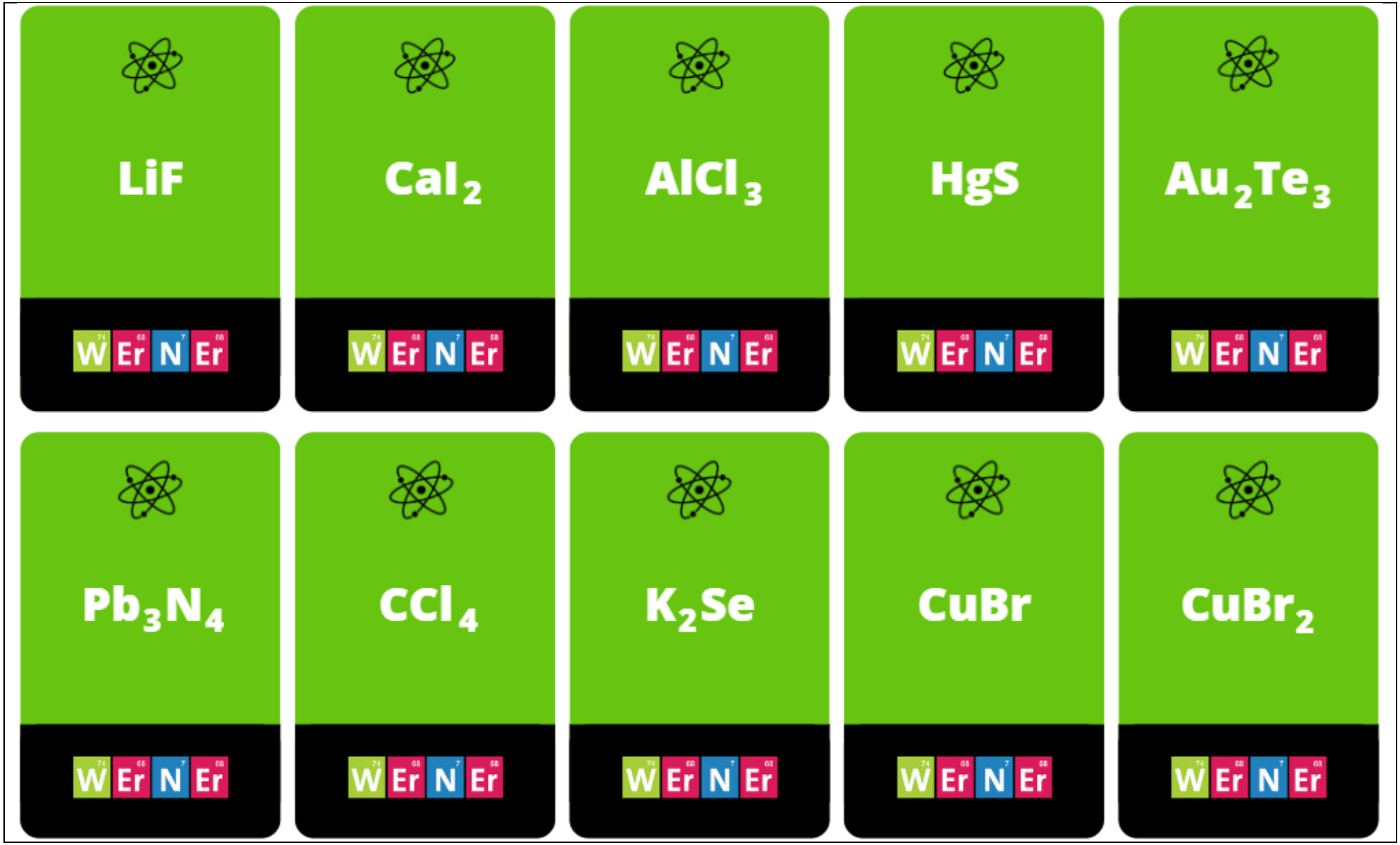
WErNEr
KARTA JOKOA

CrH2
KH
AgH
BaH2
AlH3
PbH4
BH3
CH4
NH3
PH3
W Er N Er

WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA
WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA


LiF
CaI2
AlCl3
HgS
Au2Te3
Pb3N4
CCl4
K2Se
CuBr
CuBr2
W Er N Er

WErNEr
KARTA JOKOA


LiF
CaI2
AlCl3
HgS
Au2Te3
Pb3N4
CCl4
K2Se
CuBr
CuBr2
W Er N Er

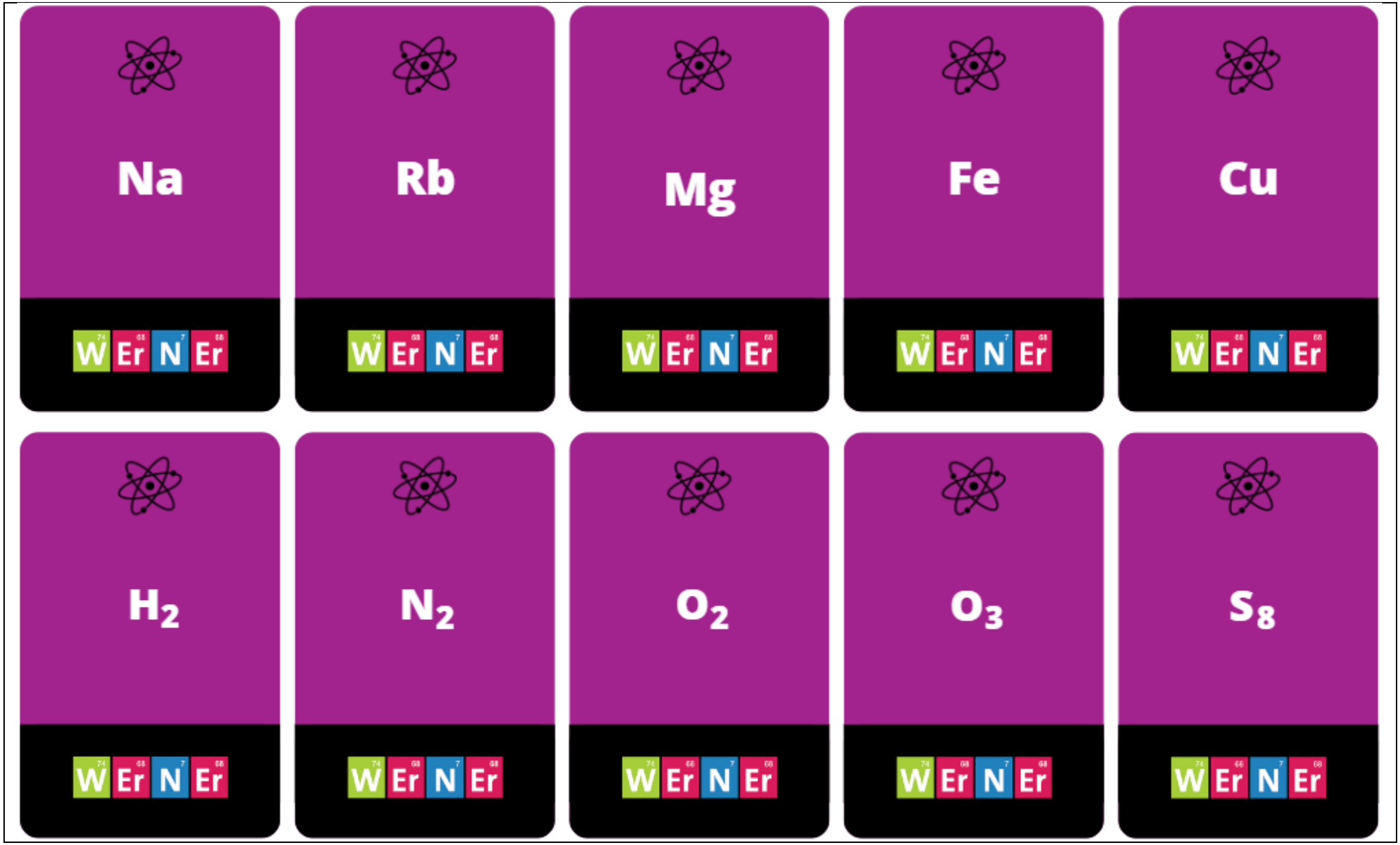
WErNEr
KARTA JOKOA

Na_2O
MgO
Li_2O
FeO
CaO
CrO_3
TiO_2
Cu_2O
CuO
ZnO
W Er N Er

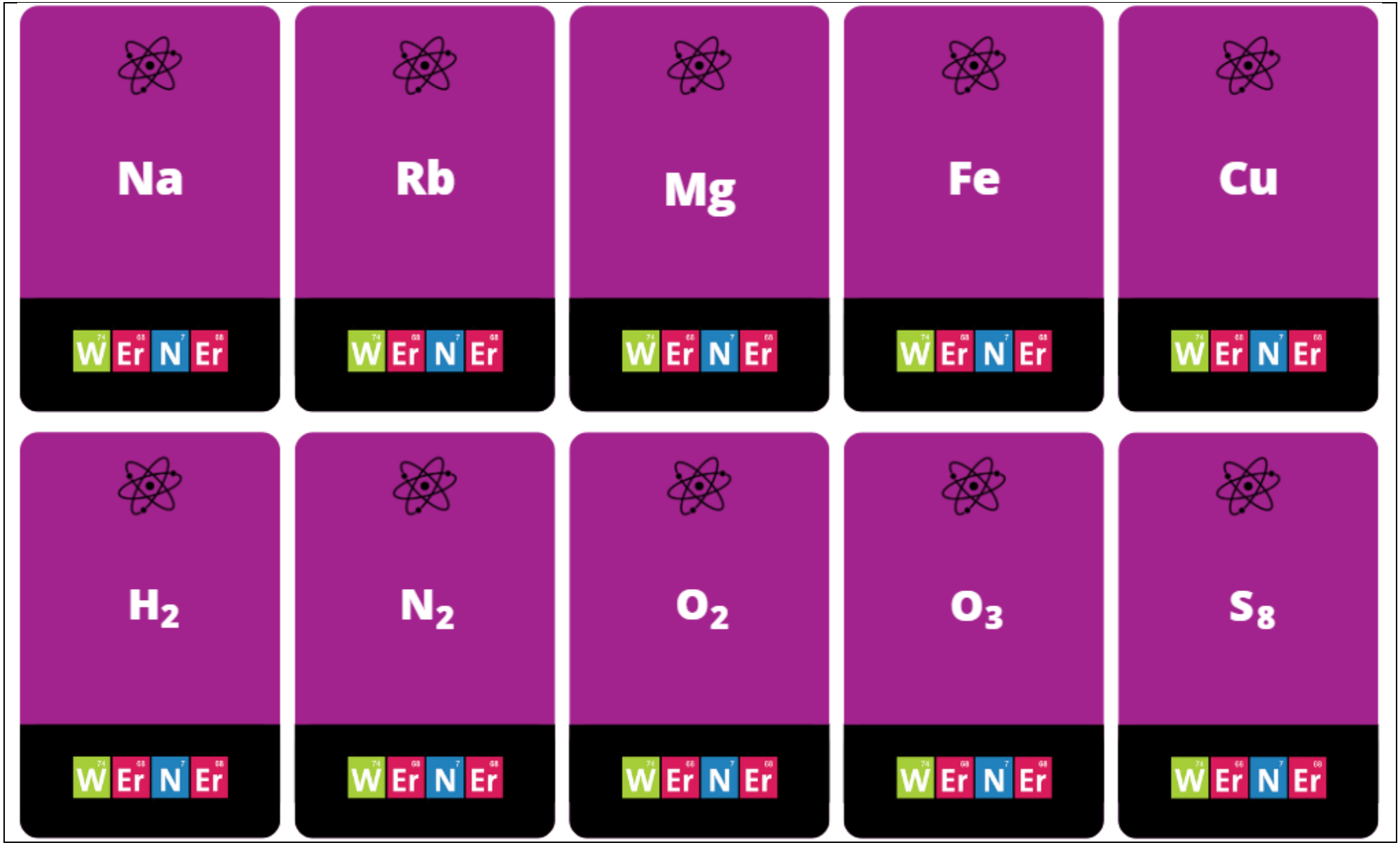
WErNEr
KARTA JOKOA

Na_2O
MgO
Li_2O
FeO
CaO
CrO_3
TiO_2
Cu_2O
CuO
ZnO
W Er N Er

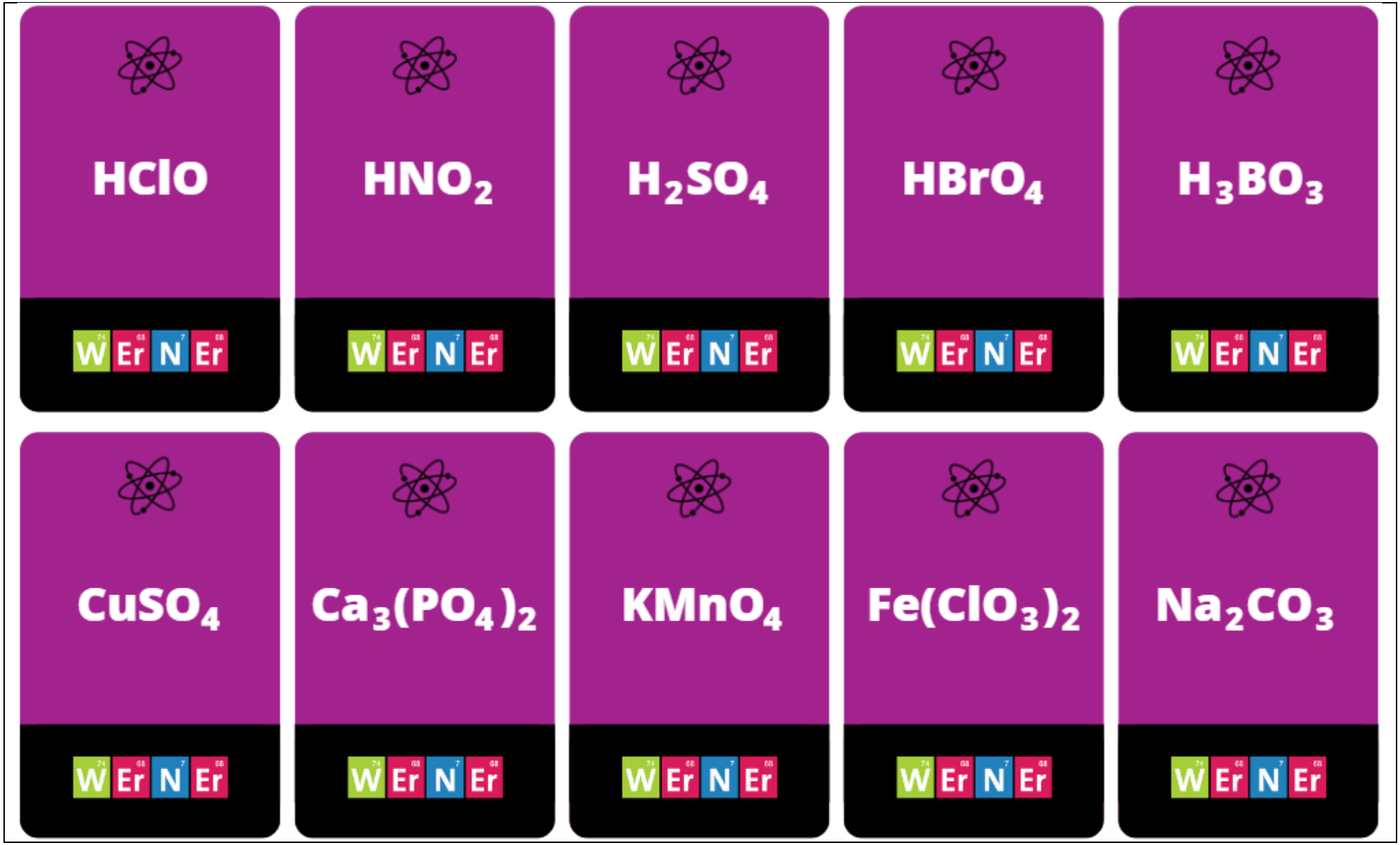
WErNEr
KARTA JOKOA


Na
Rb
Mg
Fe
Cu
H_2
N_2
O_2
O_3
S_8
W Er N Er

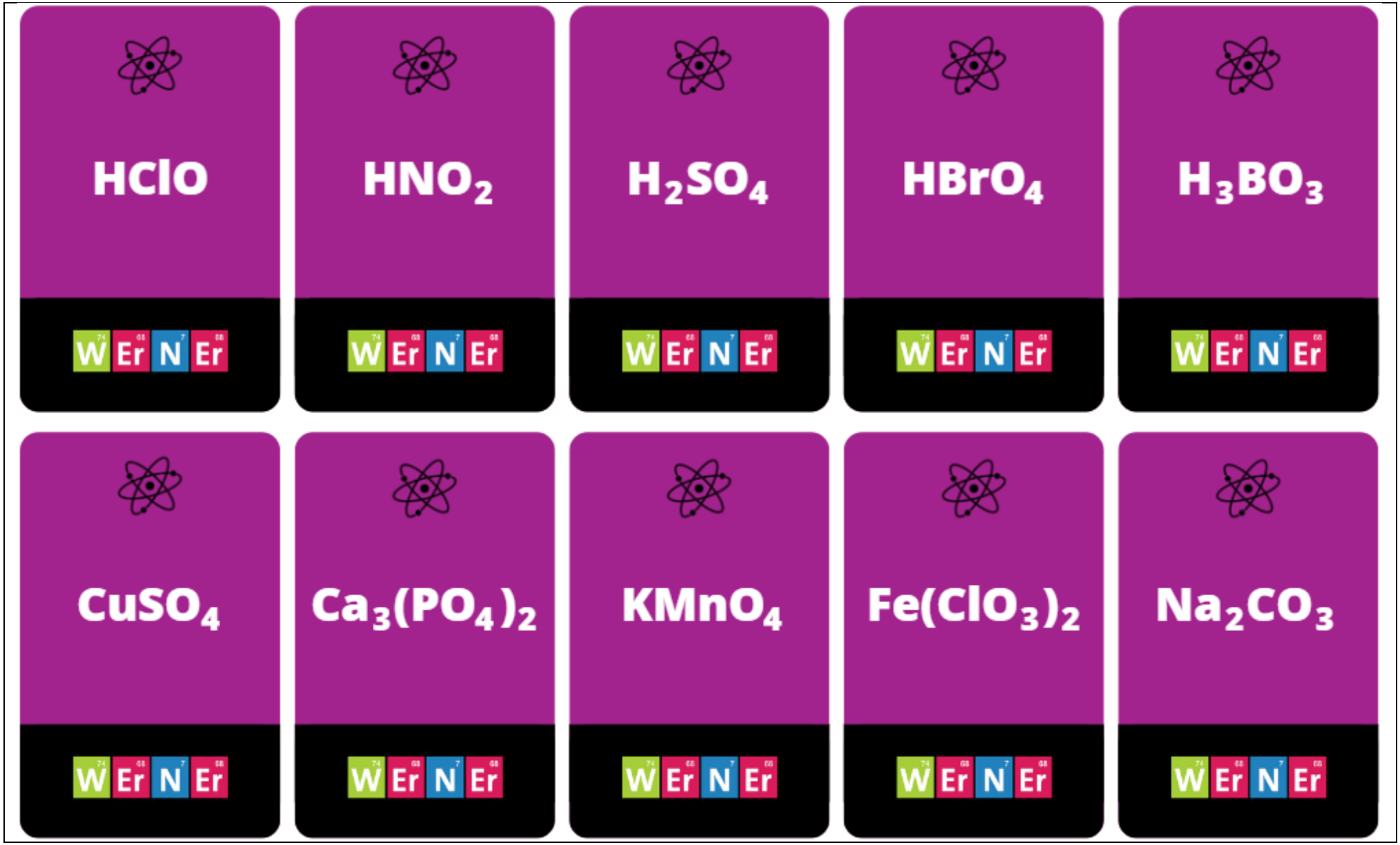
WErNEr
KARTA JOKOA


Na
Rb
Mg
Fe
Cu
H_2
N_2
O_2
O_3
S_8
W Er N Er

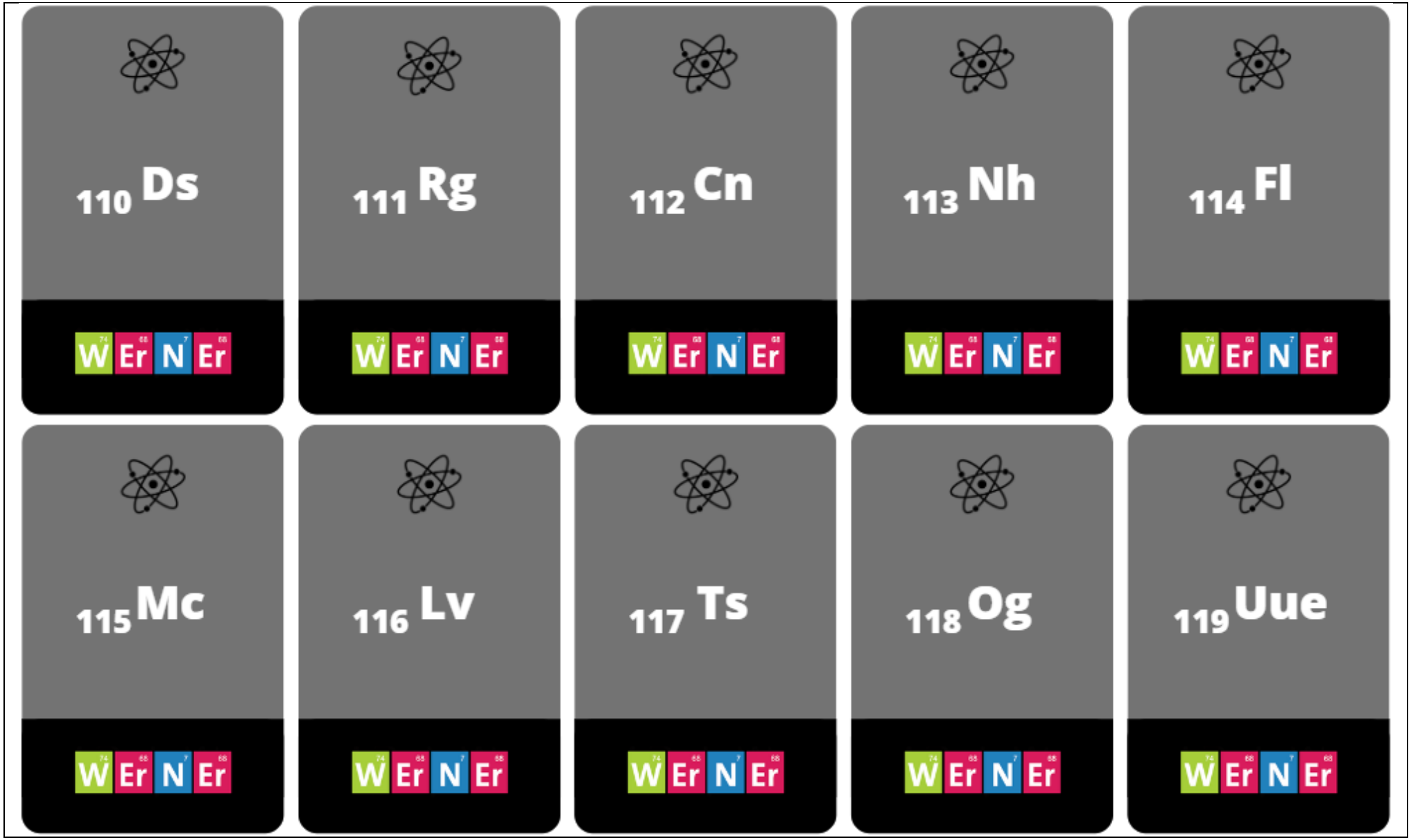
WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA
WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA


HClO
HNO2
H2SO4
HBrO4
H3BO3
CuSO4
Ca3(PO4)2
KMnO4
Fe(ClO3)2
Na2CO3
W Er N Er

WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA
WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA


HClO
HNO2
H2SO4
HBrO4
H3BO3
CuSO4
Ca3(PO4)2
KMnO4
Fe(ClO3)2
Na2CO3
W Er N Er

WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA
WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA	WErNEr KARTA JOKOA


110 Ds
111 Rg
112 Cn
113 Nh
114 Fl
115 Mc
116 Lv
117 Ts
118 Og
119 Uue
W Er N Er

WErNEr
KARTA JOKOA

2. eranskina: KIMITRIBIA

Lehenago esan bezala, trivia honetan ikasleek bost froga mota ebatzi beharko dituzte:

- Nomenklatura: taldekide batek konposatuaren izena irakurriko du, hau idatziko du eta gainerakoek izena ondo esan beharko dute.
- Erreakzioen doiketa: erreakzio kimiko sinpleak doitu beharko dituzte.
- Estekiometria: kalkulu estekiometriko motzak ebaztea.
- Tabu: taldeko batek gai/erreakzio/konposatu jakin bat azaldu beharko du hitz batzuk debekatuta edukita.
- Galdera teorikoak: eduki teorikoetan lantzen denari buruzko galdera teorikoak egongo dira.

Jarraian atal bakoitzerako 10 adibide eta jokorako beharrezkoa den material guztia eskaintzen dira. Hauek oinarritzat eta adibidetzat har daitezke eta jokoa aberasteko txartela gehiago ere gehi litezke.

<u>Nomenklatura</u>

KONPOSATUA	NOMENKLATURA SISTEMATIKOA	STOCK NOMENKLATURA
$NaOH$	sodio hidroxidoa	sodio hidroxidoa
$Al(OH)_3$	aluminio trihidroxidoa	aluminio hidroxidoa
$Pt(OH)_4$	platino tetrahidroxidoa	platino(IV) hidroxidoa
KH	potasio hidruroa	potasio hidruroa
PbH_4	berun tetrahidruroa	berun(IV) hidruroa
NH_3	nitrogeno trihidruroa	nitrogeno(III) hidruroa
Au_2Te_3	diurre tritelururoa	urre(III) telururoa
Pb_3N_4	triberun tetranitruroa	berun(IV) nitruroa
CrO_3	kromo trioxidoa	kromo(VI) oxidoa
TiO_2	titanio dioxidoa	titanio oxidoa

Erreakzioen doiketa

GALDERA	ERANTZUNA
$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$	$H_2 + ½\ O_2 \rightarrow H_2O$ edo $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$
$NaCl \rightarrow Na + Cl_2$	$NaCl \rightarrow Na + ½\ Cl_2$ edo $2\ NaCl \rightarrow 2\ Na + Cl_2$
$SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$	$SO_2 + ½\ O_2 \rightarrow SO_3$ edo $2\ SO_2 + O_2 \rightarrow 2\ SO_3$
$KCl + O_2 \rightarrow KClO_3$	$2\ KCl + 3\ O_2 \rightarrow 2\ KClO_3$
$BaO_2 + HCl \rightarrow BaCl_2 + H_2O_2$	$BaO_2 + 2\ HCl \rightarrow BaCl_2 + H_2O_2$
$MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + H_2O + Cl_2$	$MnO_2 + 4\ HCl \rightarrow MnCl_2 + 2\ H_2O + 2\ Cl_2$
$CaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow NaCl + CaSO_4$	$CaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow 2\ NaCl + CaSO_4$
$NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$	$2\ NH_3 + 5/2\ O_2 \rightarrow 2\ NO + 3\ H_2O$ edo $4\ NH_3 + 5\ O_2 \rightarrow 4\ NO + 6\ H_2O$
$Fe_2O_3 + CO \rightarrow CO_2 + Fe$	$Fe_2O_3 + 3\ CO \rightarrow 3\ CO_2 + 2\ Fe$
$Cr_2O_3 + Al \rightarrow Al_2O_3 + Cr$	$Cr_2O_3 + 2\ Al \rightarrow Al_2O_3 + 2\ Cr$

Estekiometria

Oharra: problema guztiak esteka honetatik eskuratu dira 2022ko abuztuaren 4an. https://sites.google.com/site/fiskimdbh4/fisika-eta-kimika-3-dbh/aldaketa-kimiko-eta fisikoak/estekiometria?authuser=0

PROBLEMAK
1. galdera Burdina oxigenoarekin kontaktuan herdoildu egiten da burdin(III) oxidoa sortuz. 5 g burdin txiribil baditugu eta erabat herdoiltzen uzten baditugu, zenbat burdin(III) oxido gramo sortuko dira? *Datuak: Fe 55,8 g/mol; Fe_2O_3 159,6 g/mol.* Erantzuna 7,18 g burdin(III) oxido sortuko dira. Ebazpena Gertatzen den erreakzioa: $4\ Fe + 3\ O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3$ Burdin mol kopurua: $5\ g\ Fe \cdot \frac{1\ mol\ Fe}{55{,}8\ g\ Fe} = 0{,}09\ mol\ Fe$

Fe_2O_3 mol kopurua: $0{,}09\ mol\ Fe \cdot \frac{2\ mol\ Fe_2O_3}{4\ mol\ Fe} = 0{,}045\ mol\ Fe_2O_3$

Fe_2O_3 gramo kopurua: $0{,}045\ mol\ Fe_2O_3 \cdot \frac{159{,}6\ g\ Fe_2O_3}{1\ mol\ Fe_2O_3} = 7{,}18\ g\ Fe_2O_3$

2. galdera

Manganeso dioxidozko lagin bat 20 g HCl-rekin tratatuz, manganeso(II) kloruroa, kloro gaseosoa eta ura lortzen dira. Kalkulatu lortuko den $MnCl_2$ masa.

Datuak: HCl 36,45 g/mol; $MnCl_2$ 127,8 g/mol.

Erantzuna

17,5 g manganeso(II) kloruro sortuko dira.

Ebazpena

Gertatzen den erreakzioa: $3\ MnO_2 + 4\ HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2\ H_2O$

HCl mol kopurua: $20\ g\ HCl \cdot \frac{1\ mol\ HCl}{36{,}45\ g\ HCl} = 0{,}55\ mol\ HCl$

$MnCl_2$ mol kopurua: $0{,}55\ mol\ HCl \cdot \frac{1\ mol\ MnCl_2}{4\ mol\ HCl} = 0{,}137\ mol\ MnCl_2$

$MnCl_2$ gramo kopurua: $0{,}137\ mol\ MnCl_2 \cdot \frac{127{,}8\ g\ MnCl_2}{1\ mol\ MnCl_2} = 17{,}5\ g\ MnCl_2$

3. galdera

Kalkulatu 15 g potasio ioduro, soberan dagoen berun(II) nitratoarekin erreakzionaraztean lortuko den berun(II) ioduro masa. Erreakzioan potasio nitratoa ere lortzen da.

Datuak: KI 166 g/mol; PbI_2 461 g/mol.

Erantzuna

20,7 g berun(II) ioduro sortuko dira.

Ebazpena

Gertatzen den erreakzioa: $2\ KI + Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbI_2 + 2\ KNO_3$

KI mol kopurua: $15\ g\ KI \cdot \frac{1\ mol\ KI}{166\ g\ KI} = 0{,}09\ mol\ KI$

PbI_2 mol kopurua: $0{,}09\ mol\ KI \cdot \frac{1\ mol\ PbI_2}{2\ mol\ KI} = 0{,}045\ mol\ PbI_2$

PbI_2 gramo kopurua: $0{,}045\ mol\ PbI_2 \cdot \frac{461\ g\ PbI_2}{1\ mol\ PbI_2} = 20{,}7\ g\ PbI_2$

4. galdera

Kalkulatu zenbat masa kaltzio hidroxido behar den 16,5 g HCl-rekin erreakzionatzeko.

Datuak: HCl 36,45 g/mol; $Ca(OH)_2$ 60 g/mol.

Erantzuna

13,5 g kaltzio hidroxido behar dira.

Ebazpena

Gertatzen den erreakzioa: $Ca(OH)_2 + 2\,HCl \rightarrow CaCl_2 + 2\,H_2O$

HCl mol kopurua: $16{,}5\ g\ HCl \cdot \frac{1\ mol\ HCl}{36{,}45\ g\ HCl} = 0{,}45\ mol\ HCl$

$Ca(OH)_2$ mol kopurua: $0{,}45\ mol\ HCl \cdot \frac{1\ mol\ Ca(OH)_2}{2\ mol\ HCl} = 0{,}225\ mol\ Ca(OH)_2$

$Ca(OH)_2$ gramo kopurua: $0{,}225\ mol\ Ca(OH)_2 \cdot \frac{60\ g\ Ca(OH)_2}{1\ mol\ Ca(OH)_2} = 13{,}5\ g\ Ca(OH)_2$

5. galdera

Aluminio metalikoa iodoarekin erreakzionaraziz, aluminio triioduroa lortzen da. Kalkulatu 25 g iodotik abiatuz lortuko den AlI_3 masa.

Datuak: I_2 253,8 g/mol; AlI_3 407,7 g/mol.

Erantzuna

26,8 g aluminio triioduro sortuko dira.

Ebazpena

Gertatzen den erreakzioa: $2\,Al + 3\,I_2 \rightarrow 2\,AlI_3$

I_2 mol kopurua: $25\ g\ I_2 \cdot \frac{1\ mol\ I_2}{253{,}8\ g\ I_2} = 0{,}098\ mol\ I_2$

AlI_3 mol kopurua: $0{,}098\ mol\ I_2 \cdot \frac{2\ mol\ AlI_3}{3\ mol\ I_2} = 0{,}066\ mol\ AlI_3$

AlI_3 gramo kopurua: $0{,}066\ mol\ AlI_3 \cdot \frac{407{,}7\ g\ AlI_3}{1\ mol\ AlI_3} = 26{,}8\ g\ AlI_3$

6. galdera

Kalkulatu 56 L metano (CH_4) erabat erretzeko behar den oxigeno (O_2) bolumena, baldintza normaletan neurtuta.

Datuak: BNtan 1 mol 22,4 L.

Erantzuna

112 L oxigeno behar dira.

Ebazpena

Gertatzen den erreakzioa: $CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$

CH_4 mol kopurua: $56\ L\ CH_4 \cdot \frac{1\ mol\ CH_4}{22{,}4\ L\ CH_4} = 2{,}5\ mol\ CH_4$

O_2 mol kopurua: $2{,}5\ mol\ CH_4 \cdot \frac{2\ mol\ O_2}{1\ mol\ CH_4} = 5\ mol\ O_2$

O_2 litro kopurua: $5\ mol\ O_2 \cdot \frac{22{,}4\ L\ O_2}{1\ mol\ O_2} = 112\ L\ O_2$

7. galdera

Azido sulfurikoaren eta burdinaren arteko erreakzioan burdina(II) sulfatoa (FeSO4) eratzen da eta hidrogenoa (H_2) askatzen da. Kalkulatu 15 g burdinarekin sortuko den hidrogeno bolumena, BNtan.

Datuak: Fe 55,8 g/mol.

Erantzuna

6,02 L hidrogeno askatuko dira.

Ebazpena

Gertatzen den erreakzioa: $H_2SO_4 + Fe \rightarrow FeSO_4 + H_2$

Fe mol kopurua: $15\ g\ Fe \cdot \frac{1\ mol\ Fe}{55{,}8\ g\ Fe} = 0{,}27\ mol\ Fe$

H_2 mol kopurua: $0{,}27\ mol\ Fe \cdot \frac{1\ mol\ H_2}{1\ mol\ Fe} = 0{,}27\ mol\ H_2$

H_2 litro kopurua: $5\ mol\ H_2 \cdot \frac{22{,}4\ L\ O_2}{1\ mol\ H_2} = 6{,}02\ L\ H_2$

8. galdera

Karbonoaren eta uraren arteko erreakzioan karbono monoxidoa eta hidrogeno eratzen dira. Kalkulatu 100 L H_2 lortzeko behar den karbonoaren masa, eta baita erreakzioan eratuko den karbono monoxidoaren bolumena, baldintza normaletan neurtuta.

Datuak: C 12 g/mol; BNtan 1 mol 22,4 L.

Erantzuna

53,6 g karbono behar dira eta 100 L karbono monoxido askatuko dira.

Ebazpena

Gertatzen den erreakzioa: $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$

H_2 mol kopurua: $100\ L\ H_2 \cdot \frac{1\ mol\ H_2}{22{,}4\ L\ H_2} = 4{,}46\ mol\ H_2$

C mol kopurua: $4{,}46\ mol\ H_2 \cdot \frac{1\ mol\ C}{1\ mol\ H_2} = 4{,}46\ mol\ C$

→ C gramo kopurua: $4{,}46\ mol\ C \cdot \frac{12\ g\ C}{1\ mol\ C} = 53{,}6\ g\ C$

CO mol kopurua: $4{,}46\ mol\ H_2 \cdot \frac{1\ mol\ CO}{1\ mol\ H_2} = 4{,}46\ mol\ CO$

→ CO litro kopurua: $4{,}46\ mol\ CO \cdot \frac{22{,}4\ L\ CO}{1\ mol\ CO} = 100\ L\ CO$

9. galdera

N_2 eta H_2 gasek baldintza normaletan erreakzionatzen dute amoniakoa sortuz. Gas horien zer bolumen behar dira 15 L NH_3 lortzeko?

Datuak: BNtan 1 mol 22,4 L.

Erantzuna

7,5 L nitrogeno eta 22,5 L hidrogeno dira.

Ebazpena

Gertatzen den erreakzioa: $N_2 + 3\,H_2 \rightarrow\ 2\,NH_3$

NH_3 mol kopurua: $15\,L\,NH_3 \cdot \frac{1\,mol\,NH_3}{22{,}4\,L\,NH_3} = 0{,}67\,mol\,NH_3$

N_2 mol kopurua: $0{,}67\,mol\,NH_3 \cdot \frac{1\,mol\,N_2}{2\,mol\,NH_3} = 0{,}335\,mol\,N_2$

N_2 litro kopurua: $0{,}335\,mol\,N_2 \cdot \frac{22{,}4\,L\,N_2}{1\,mol\,N_2} = 7{,}5\,L\,N_2$

H_2 mol kopurua: $0{,}67\,mol\,NH_3 \cdot \frac{3\,mol\,H_2}{3\,mol\,NH_3} = 1{,}005\,mol\,H_2$

H_2 litro kopurua: $1{,}005\,mol\,H_2 \cdot \frac{22{,}4\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2} = 22{,}5\,L\,H_2$

10. galdera

Potasio kloratoa ($KClO_3$) deskonposatu egiten da beroaren eraginez, potasio kloruroa (KCl) eta oxigeno gaseosoa eratuz. Potasio klorato 23 g izanda, kalkulatu lortutako KCl masa eta O_2 bolumena.

Datuak: $KClO_3$ 122,5 g/mol; KCl 74,55 g/mol.

Erantzuna

14 g potasio kloruro eta 6,3 L oxigeno lortuko dira.

Ebazpena

Gertatzen den erreakzioa: $2\,KClO_3 \rightarrow\ 2\,\mathrm{KCl} +\ 3\,O_2$

$KClO_3$ mol kopurua: $23\,g\,KClO_3 \cdot \frac{1\,mol\,KClO_3}{122{,}5\,g\,KClO_3} = 0{,}19\,mol\,KClO_3$

KCl mol kopurua: $0{,}19\,mol\,KClO_3 \cdot \frac{2\,mol\,KCl}{2\,mol\,KClO_3} = 0{,}19\,mol\,KCl$

KCl gramo kopurua: $0{,}19\,mol\,KCl \cdot \frac{74{,}55\,g\,KCl}{1\,mol\,\mathrm{KCl}} = 14\,g\,KCl$

O_2 mol kopurua: $0{,}19\,mol\,KClO_3 \cdot \frac{3\,mol\,O_2}{2\,mol\,KClO_3} = 0{,}28\,mol\,O_2$

O_2 litro kopurua: $0{,}28\,mol\,O_2 \cdot \frac{22{,}4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 6{,}3\,L\,O_2$

Tabu

Oharra: definizio guztiak Wikipediatik eskuratu dira 2022ko abuztuaren 5ean.

HITZA	TABU HITZAK	DEFINIZIOA
Elektroia	Protoi Partikula Negatibo	Elektroia (e^- edo β^-) partikula subatomikoa da eta karga elektriko elemental negatiboa (-1) du. Oinarrizko partikulatzat hartzen dira, ez baitute osagai edo egitura ezagunik.
Taula periodikoa	Elementu Zenbaki atomiko Antolaketa	Taula periodikoa elementu kimikoen antolaketa mota bat da. Elementu kimikoak beren atomo zenbakiaren, konfigurazio elektronikoaren eta propietate kimikoen arabera daude ordenatuta. Taularen lehen bertsioa 1869. urtean argitaratu zuen Dmitri Mendeleiev-ek.
Mol	Atomo Molekula Unitate	Substantzia kantitatea neurtzeko erabiltzen den Sistema Internazionaleko unitatea da. Mol batek $6{,}022 \cdot 10^{23}$ unitate elemental dauzka.
Kristala	Solido Egitura Antolatu	Kristala materiaren egitura erabat antolatuta da eta partikulak espazioaren hiru norabideetan errepikatzen den eredu baten arabera daude ordenatuta. Hiru kristal mota bereizten dira: ionikoak, kobalenteak eta metalikoak.
Masa	Magnitude Kilogramo Pisu	Gorputz baten materiaren kantitatearen neurria adierazten duen magnitude fisikoa da. Nazioarteko unitate-sistemako masa-unitatea kilogramoa da eta *kg* sinboloaz adierazten da.
Nahaste	Substantzia Puru Material	Elkarrekin erreakzionatzen ez duten bi substantzia edo gehiagoren elkarketaz eratua dagoen substantzia da. Homogeneoak edo heterogeneoak izan daitezke.
Solutu	Disoluzio Disolbatzaile Solido	Solutua disolbatzen den substantzia da, hau da, disolbatzailearekin konbinatzen dena. Disolbatzaile hau likidoa izaten da normalean eta solutua bertan disolbatzean disoluzioa sortzen da. Solutua disoluzioan kantitate txikienean egoten da.
Oxidazio-zenbakia	Balentzia Konposatu Elektroi	Oxidazio-zenbakia konposatu bat osatzen duten atomoen oxidazio-maila adierazteko modua da. Elementu batek beste batekin edo batzuekin elkartzean trukatzen dituen elektroi kopurua adierazten du.

Sublimazio	Aldaketa Solido Gas	Sublimazioa egoera likidotik pasa gabe solidotik gasera igarotzean datzan materiaren egoera aldaketa da. Horretarako substantzia solidoaren molekulak energia handiarekin bibratzen hasten dira, kohesio indarrak gainditu eta gas egoerara igaroz.
Eredu-atomiko	Atomo Egitura Partikula	Eredu atomiko bat, atomo baten portaera eta propietateak azaltzen saiatzen den errepresentazioa da.

Galderak

GALDERA	**ERANTZUNA**
Zein da erreakzio kimiko bidez beste elementu sinpleagoetan banandu ezin den substantzia purua?	Elementua
Zein da atomo baten nukleoan dauden protoi eta neutroi kopurua adierazten dituen zenbakia?	Masa zenbakia (A)
Zein da fluorraren (Z = 9) konfigurazio elektronikoa?	$1s^2\ 2s^2p^5$
Zein da bi elementu ez-metaliko konbinatzean sortzen den lotura mota?	Lotura kobalentea
Aipatu nahasteak banatzeko hiru prozedura.	Dekantazioa, iragazketa, destilazioa, kristalizazioa, kromatografia
Egia ala gezurra: masa portzentaia 1 kg disoluziotan disolbatuta dagoen masa kantitatea da.	Gezurra. Masa portzentaia 100 g disoluziotan disolbatuta dagoen masa kantitatea da
Egia ala gezurra: Al_2O_3 konposatuaren izena nomenklatura sistematikoan dialuminio trioxidoa da.	Egia
Zein eredu-atomikok proposatzen da elektroiak energia kantitate zehatza duten geruzetan antolatzen direla eta hauek nukeoaren inguruan orbita zirkularretan biratzen dutela?	Bohr-en eredu-atomikoak
Zein da substantzia baten mol batean dauden oinarrizko partikula kopurua adierazten duen zenbakia?	Avogadro-ren zenbakia ($6{,}022045 \cdot 10^{23}$ oinarrizko partikula)
Erreakzio hau ondo doituta al dago? $PbS + 8\ HNO_3 \rightarrow PbSO_4 + 8\ NO_2 + 4\ H_2O$	Bai

Materiala

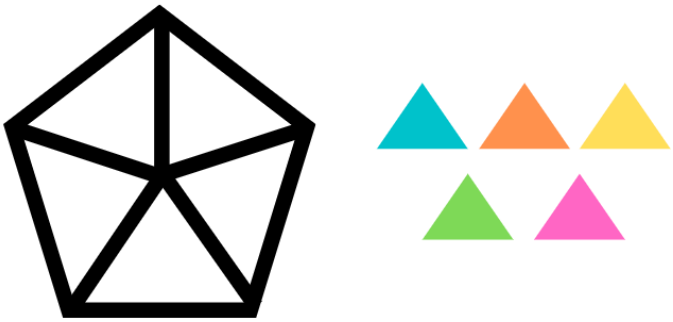
- ✓ TABLEROA

Kimitribian jokatzeko tableroa pentagonala da. Erdian laukirik garrantzitsuena edukiko du, Kimitribia pentagonoa eta erpinetako bakoitzean ataleko gaztatxoa lortzeko laukia. Taulan zehar atal ezberdinetako lauki koloredunak aurki daitezke eta baita lauki grisak ere, "bota berriro" laukiak.

URDINA	LARANJA	BERDEA	HORIA	ARROSA	GRISA
Nomenklatura	Erreakzioak doitu	Estekiometria	Tabu	Galderak	Bota berriro

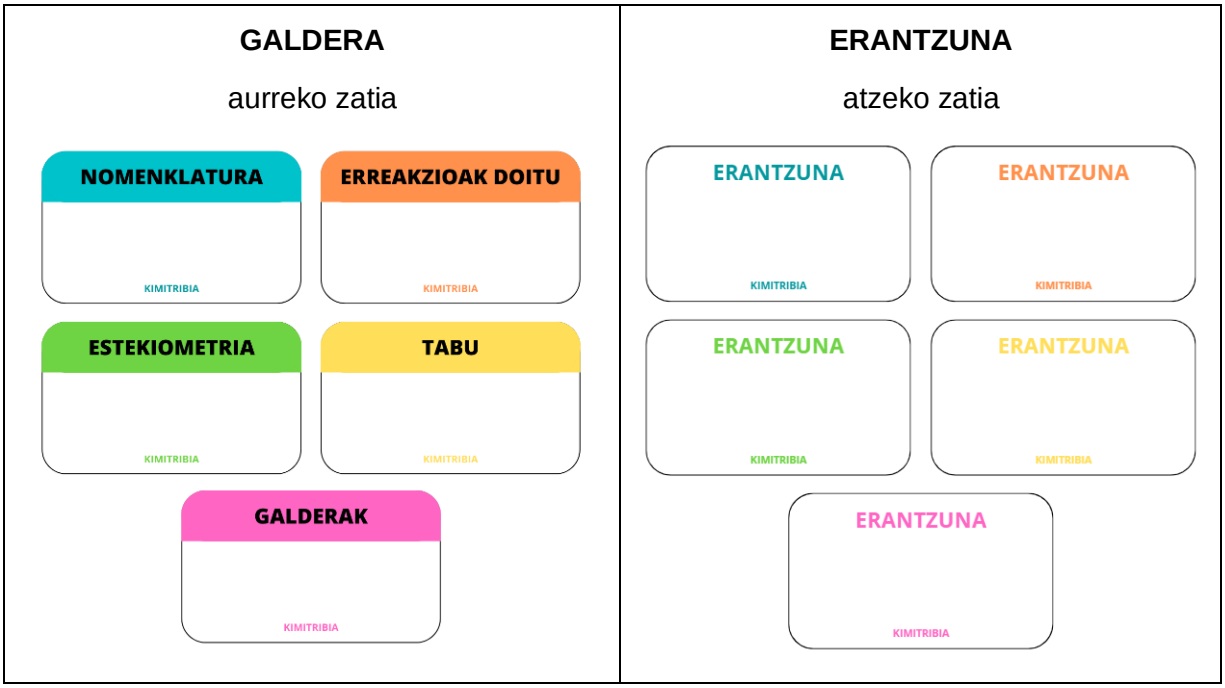
✓ GAZTATXOAK

Taldeek alor ezberdinekin erlazionatutako gaztatxoak lortu beharko dituzte. Hauek paperezkoak egin daitezke, hurrengo eredua erreferentziatzat hartuta.



✓ TXARTELAK

Bost kategorietako bakoitzerako 10 adibide aurkeztu dira. Txartel hauek eredu bezala erabil daitezke beste batzuk sortzeko, hau da erabilitako diseinua:



Nomenklaturako txarteletan izena jarri da galderaren aldean eta formula kimikoa erantzunean. Erreakzioak doitu txarteletan erreakzio doitu gabea dago galderan eta erreakzio doitua erantzunean (batzuetan bi aukera jarri dira). Estekiometriari dagokionez, galdera enuntziatu osoa da, beharrezko datuak barne. Tabu txarteletan azaldu beharreko hitza letra larri lodiz dago, eta hitz debekatuak, ordea, xehez. Erantzunean kontzeptuaren definizioa ageri da.

Jarraian, Kimitribiako ariketa eta galderen txartelak, aurretik eta atzetik. Orriak jarraian daude, horrela inprimatzeko eta bi aldeko txartel bat osatzeko prest.

NOMENKLATURA sodio hidroxidoa KIMITRIBIA	**NOMENKLATURA** platino tetrahidroxidoa KIMITRIBIA
NOMENKLATURA aluminio hidroxidoa KIMITRIBIA	**NOMENKLATURA** potasio hidruroa KIMITRIBIA
NOMENKLATURA berun(IV) hidruroa KIMITRIBIA	**NOMENKLATURA** diurre titeluruoa KIMITRIBIA
NOMENKLATURA amoniakoa KIMITRIBIA	**NOMENKLATURA** berun(IV) nitruroa KIMITRIBIA
NOMENKLATURA kromo(VI) oxidoa KIMITRIBIA	**NOMENKLATURA** titanio dioxidoa KIMITRIBIA
ERREAKZIOAK DOITU $SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$ KIMITRIBIA	**ERREAKZIOAK DOITU** $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ KIMITRIBIA

ERANTZUNA $NaOH$ **KIMITRIBIA**	**ERANTZUNA** $Pt(OH)_4$ **KIMITRIBIA**
ERANTZUNA $Al(OH)_3$ **KIMITRIBIA**	**ERANTZUNA** KH **KIMITRIBIA**
ERANTZUNA PbH_4 **KIMITRIBIA**	**ERANTZUNA** Au_2Te_3 **KIMITRIBIA**
ERANTZUNA NH_3 **KIMITRIBIA**	**ERANTZUNA** Pb_3N_4 **KIMITRIBIA**
ERANTZUNA CrO_3 **KIMITRIBIA**	**ERANTZUNA** TiO_2 **KIMITRIBIA**
ERANTZUNA $SO_2 + ½\ O_2 \rightarrow SO_3$ $2\ SO_2 + O_2 \rightarrow 2\ SO_3$ **KIMITRIBIA**	**ERANTZUNA** $H_2 + ½\ O_2 \rightarrow H_2O$ $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$ **KIMITRIBIA**

ERREAKZIOAK DOITU

$NaCl \rightarrow Na + Cl_2$

KIMITRIBIA

ERREAKZIOAK DOITU

$BaO_2 + HCl \rightarrow BaCl_2 + H_2O_2$

KIMITRIBIA

ERREAKZIOAK DOITU

$KCl + O_2 \rightarrow KClO_3$

KIMITRIBIA

ERREAKZIOAK DOITU

$MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + H_2O + Cl_2$

KIMITRIBIA

ERREAKZIOAK DOITU

$CaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow NaCl + CaSO_4$

KIMITRIBIA

ERREAKZIOAK DOITU

$Fe_2O_3 + CO \rightarrow CO_2 + Fe$

KIMITRIBIA

ERREAKZIOAK DOITU

$NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$

KIMITRIBIA

ERREAKZIOAK DOITU

$Cr_2O_3 + Al \rightarrow Al_2O_3 + Cr$

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

Burdina oxigenoarekin kontaktuan herdoildu egiten da burdin(III) oxidoa sortuz. 5 g burdin txiribil baditugu eta erabat herdoiltzen uzten baditugu, zenbat burdin(III) oxido gramo sortuko dira?

Datuak: Fe 55,8 g/mol; Fe_2O_3 159,6 g/mol.

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

Kalkulatu 15 g potasio ioduro, soberan dagoen berun(II) nitratoarekin erreakzionaraztean lortuko den berun(II) ioduro masa. Erreakzioan potasio nitratoa ere lortzen da.

Datuak: KI 166 g/mol; PbI_2 461 g/mol.

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

Manganeso dioxidozko lagin bat 20 g HCl-rekin tratatuz, manganeso(II) kloruroa, kloro gaseosoa eta ura lortzen dira. Kalkulatu lortuko den $MnCl_2$ masa.

Datuak: HCl 36,45 g/mol; $MnCl_2$ 127,8 g/mol.

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

Kalkulatu zenbat masa kaltzio hidroxido behar den 16,5 g HCl-rekin erreakzionatzeko.

Datuak: HCl 36,45 g/mol; $Ca(OH)_2$ 60 g/mol.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$NaCl \rightarrow Na + ½ Cl_2$

$2 NaCl \rightarrow 2 Na + Cl_2$

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$BaO_2 + 2 HCl \rightarrow BaCl_2 + H_2O_2$

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$2 KCl + 3 O_2 \rightarrow 2 KClO_3$

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$MnO_2 + 4 HCl \rightarrow MnCl_2 + 2 H_2O + 2 Cl_2$

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$CaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow 2 NaCl + CaSO_4$

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$Fe_2O_3 + 3 CO \rightarrow 3 CO_2 + 2 Fe$

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$2 NH_3 + ⅝ O_2 \rightarrow 2 NO + 3 H_2O$

$4 NH_3 + 5 O_2 \rightarrow 4 NO + 6 H_2O$

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$Cr_2O_3 + 2 Al \rightarrow Al_2O_3 + 2 Cr$

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$4 Fe + 3 O_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3$

5 g burdinekin 7,18 g Fe_2O_3 sortuko dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$2 KI + Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbI_2 + 2 KNO_3$

15 g KI-rekin 20,7 g PbI_2 lortuko dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$MnO_2 + 4 HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2 H_2O$

20 g HCl-rekin 17,5 g $MnCl_2$ lortuko dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$Ca(OH)_2 + 2 HCl \rightarrow CaCl_2 + 2 H_2O$

Erreakziorako 13,5 g $Ca(OH)_2$ behar dira.

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

Aluminio metalikoa iodoarekin erreakzionaraziz, aluminio triioduroa lortzen da. Kalkulatu 25 g iodotik abiatuz lortuko den AlI_3 masa.

Datuak: I_2 253,8 g/mol; AlI_3 407,7 g/mol.

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

Azido sulfurikoaren eta burdinaren arteko erreakzioan $FeSO_4$ eratzen eta H_2 askatzen da. Kalkulatu 15 g burdinarekin sortuko den hidrogeno bolumena, BNetan.

Datuak: Fe 55,8 g/mol.

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

Kalkulatu 56 L metano (CH_4) erabat erretzeko behar den oxigeno (O_2) bolumena, baldintza normaletan neurtuta.

Datuak: BNtan 1 mol 22,4 L.

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

Potasio kloratoa ($KClO_3$) deskonposatu egiten da beroaren eraginez, potasio kloruroa (KCl) eta oxigeno gaseosoa eratuz. Potasio klorato 23 g izanda, kalkulatu lortutako KCl masa eta O_2 bolumena.

Datuak: $KClO_3$ 122,5 g/mol; KCl 74,55 g/mol.

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

N_2 eta H_2 gasek baldintza normaletan erreakzionatzen dute amoniakoa sortuz. Gas horien zer bolumen behar dira 15 L NH_3 lortzeko?

Datuak: BNtan 1 mol 22,4 L.

KIMITRIBIA

ESTEKIOMETRIA

Karbonoaren eta uraren arteko erreakzioan karbono monoxidoa eta hidrogenoa eratzean dira. Kalkulatu 100 L H_2 lortzeko behar den C masa eta eratuko den CO_2 bolumena, BNtan.

Datuak: C 12 g/mol, BNtan 1 mol 22,4 L.

KIMITRIBIA

TABU

ELEKTROIA

protoi, partikula, negatibo

KIMITRIBIA

TABU

TAULA PERIODIKOA

elementu, zenbaki atomiko, antolaketa

KIMITRIBIA

TABU

MOL

atomo, molekula, unitate

KIMITRIBIA

TABU

MASA

magnitude, kilogramo, pisu

KIMITRIBIA

TABU

KRISTAL

solido, egitura, antolatu

KIMITRIBIA

TABU

NAHASTE

substantzia, puru, material

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$2\ Al + 3\ I_2 \rightarrow 2\ AlI_3$

25 g iodotik 26,8 g AlI_3 lortuko dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$H_2SO_4 + Fe \rightarrow FeSO_4 + H_2$

Erreakzioan 6,02 L H_2 askatuko dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

56 L metanotik 112 L O_2 lortuko dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$2\ KClO_3 \rightarrow 2\ KCl + 3\ O_2$

Erreakzioan 14 g KCl eta 6,3 L O_2 eratuko dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$

15 L amoniako lortzeko 7,5 L N_2 eta 22,5 L H_2 behar dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$C + H_2O \rightarrow CO + H_2$

100 L H_2 lortzeko 53,6 g C behar dira eta erreakzioan 100 L CO eratuko dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Elektroia partikula subatomikoa da eta karga elektriko elemental negatiboa (-1) du.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Elementu kimikoen antolaketa mota bat da. Lehen bertsioa 1869. urtean argitaratu zuen Dmitri Mendeleiev-ek.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Substantzia kantitatea neurtzeko erabiltzen den unitatea da. Mol batek $6{,}022 \cdot 10^{23}$ unitate elemental dauzka.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Gorputz baten materiaren kantitatearen neurria adierazten duen magnitude fisikoa da. SIko masa-unitatea kilogramoa (kg) da.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Materiaren egitura erabat antolatuta da. Partikulak 3D-tan errepikatzen den eredu baten arabera ordenatzen dira.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Elkarrekin erreakzionatzen ez duten bi substantzia edo gehiagoren elkarketaz eratua dagoen substantzia da.

KIMITRIBIA

TABU

SOLUTU

disoluzio, disolbatzaile, solido

KIMITRIBIA

TABU

SUBLIMAZIO

aldaketa, solido, gas

KIMITRIBIA

TABU

OXIDAZIO-ZENBAKI

balentzia, konposatu, elektroi

KIMITRIBIA

TABU

EREDU-ATOMIKO

atomo, egitura, partikula

KIMITRIBIA

GALDERAK

Zein da erreakzio kimiko bidez beste elementu sinpleagoetan banandu ezin den substantzia purua?

KIMITRIBIA

GALDERAK

Zein da fluorraren (Z = 9) konfigurazio elektronikoa?

KIMITRIBIA

GALDERAK

Zein da atomo baten nukleoan dauden protoi eta neutroi kopurua adierazten dituen zenbakia?

KIMITRIBIA

GALDERAK

Zein da bi elementu ez-metaliko konbinatzean sortzen den lotura mota?

KIMITRIBIA

GALDERAK

Aipatu nahasteak banatzeko hiru prozedura

KIMITRIBIA

GALDERAK

Egia ala gezurra: Al_2O_3 konposatuaren izena nomenklatura sistematikoan dialuminio trioxidoa da.

KIMITRIBIA

GALDERAK

Egia ala gezurra: masa portzentaia 1 kg disoluziotan disolbatuta dagoen masa kantitatea da.

KIMITRIBIA

GALDERAK

Egia ala gezurra: masa portzentaia 1 kg disoluziotan disolbatuta dagoen masa kantitatea da.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Disolbatzen den substantzia da, hau da, disolbatzailearekin konbinatzen dena.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Egoera solidotik gasera igarotzean datzan materiaren egoera aldaketa da, egoera likidotik pasa gabe.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Konposatu bat osatzen duten atomoen oxidazio-maila adierazteko modua da.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Atomo baten portaera eta propietateak azaltzen saiatzen den errepresentazioa da.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Elementua

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

$1s^2\ 2s^2p^5$

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Masa zenbakia (A)

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Lotura kobalentea

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Dekantazioa, iragazketa, destilazioa, kristalizazioa, kromatografia

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Egia

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Gezurra. Masa portzentaia 100 g disoluziotan disolbatuta dagoen masa kantitatea da.

KIMITRIBIA

ERANTZUNA

Gezurra. Masa portzentaia 100 g disoluziotan disolbatuta dagoen masa kantitatea da.

KIMITRIBIA

Azken biak, orriaren zati handi bat ez gastatzeko, inprimatu, alde amankomunetik doblatu eta pegatzeko prestatu dira.

GALDERAK	ERANTZUNA
Zein da substantzia baten mol batean dauden oinarrizko partikula kopurua adierazten duen zenbakia? KIMITRIBIA	Avogadro-ren zenbakia ($6{,}022045 \cdot 10^{23}$ oinarrizko partikula) KIMITRIBIA
GALDERAK	**ERANTZUNA**
Erreakzio hau ondo doituta al dago? $PbS + 8\ HNO_3 \rightarrow PbSO_4 + 8\ NO_2 + 4\ H_2O$ KIMITRIBIA	Bai KIMITRIBIA

3. eranskina: Bira!, formulazio inorganikoa errepasatzeko jokoa

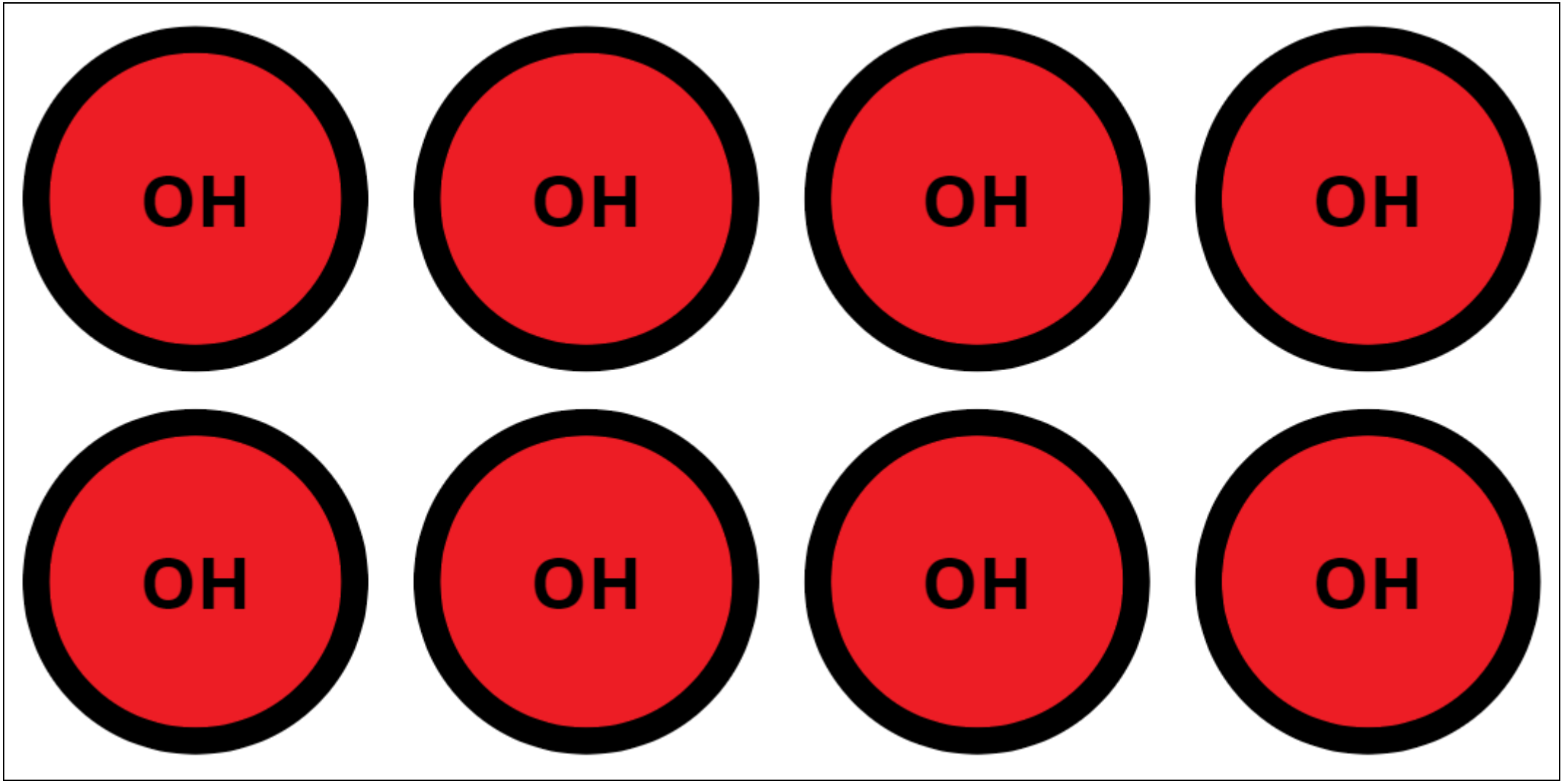
Joko honen bidez ikasleek nomenklatura inorganikoa errepasatzeko aukera izango dute. DBHko 3 eta 4 mailetan erabiltzeko egokitu da jolasa, eta horrela, hidroxidoak, hidruroak, gatz bitarrak eta oxidoak landuko dituzte bi mailetan eta baita katioiak eta anioiak (3.mailan) eta konposatu hirutarrak (4.mailan) ere.

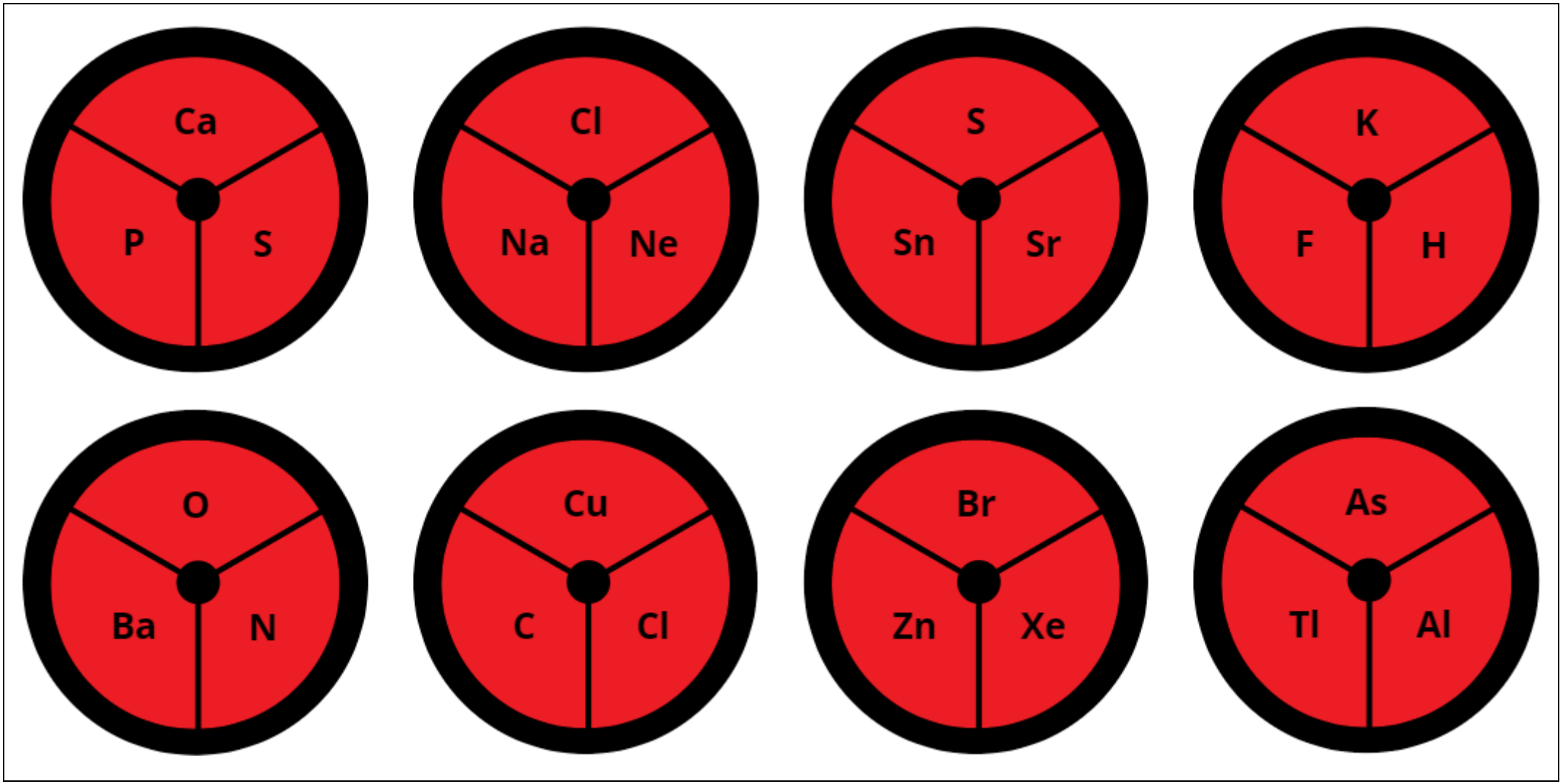
Jarraian jokoan erabiliko diren kartak (txanponak) biltzen dira, talde funtzionala, elementuak, txanpona bera eta erantzun zuzena (nomenklatura sistematikoan) adieraziz. Txanponak horrela inprimatzeko prest daude, alde batean talde funtzionala eta bestean elementuak geldituko direlarik.

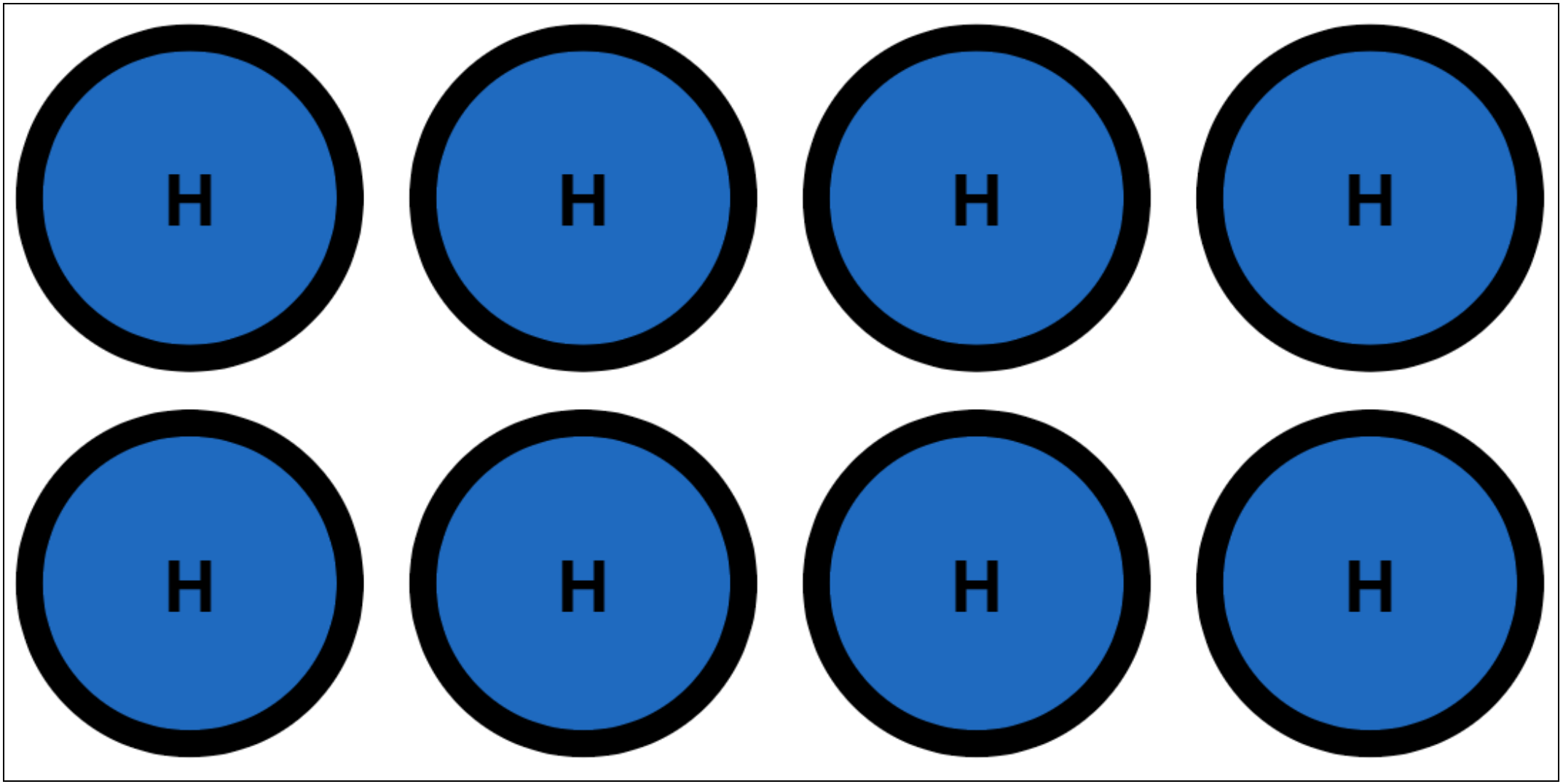
TALDEA	ELEMENTUAK	ERANTZUN ZUZENA
Hidroxidoak	Kaltzioa (Ca), fosforoa (P), sufrea (S)	Kaltzio dihidroxidoa $Ca(OH)_2$
	Oxigenoa (O), barioa (Ba), nitrogenoa (N)	Bario dihidroxidoa $Ba(OH)_2$
	Sufrea (S), eztainua (Sn), estrontzioa (Sr)	Estrontzio dihidroxidoa $Sr(OH)_2$
	Kobrea (Cu), karbonoa (C), kloroa (Cl)	Kobre monohidroxidoa CuOH **edo** kobre dihidroxidoa $Cu(OH)_2$
	Bromoa (Br), zinka (Zn), xenona (Xe)	Zink dihidroxidoa $Zn(OH)_2$
	Artsenikoa (As), talioa (Tl), aluminioa (Al)	Aluminio trihidroxidoa $Al(OH)_3$
	Kloroa (Cl), sodioa (Na), neona (Ne)	Sodio hidroxidoa NaOH
	Potasioa (K), fluorra (F), hidrogenoa (H)	Potasio hidroxidoa KOH
Hidruroak	Kromoa (Cr), oxigenoa (O), kriptona (Kr)	Kromo dihidruroa CrH_2
	Neona (Ne), potasioa (K), tantaloa (Ta)	Potasio hidruroa KH
	Nionioa (Nh), argona (Ar), zilarra (Ag)	Zilar hidruroa AgH
	Barioa (Ba), bohrioa (Bh), berkelioa (Bk)	Bario dihidruroa BaH_2
	Astatoa (At), aluminioa (Al), amerizioa (Am)	Aluminio trihidruroa AlH_3
	Helioa (He), holmioa (Ho), beruna (Pb)	Berun tetrahidruroa PbH_4
	Neona (Ne), nobelioa (No), nitrogenoa (N)	Nitrogeno trihidruroa NH_3
	Fosforoa (P), polonioa (Po), plutonioa (Pu)	Fosforo trihidruroa PH_3

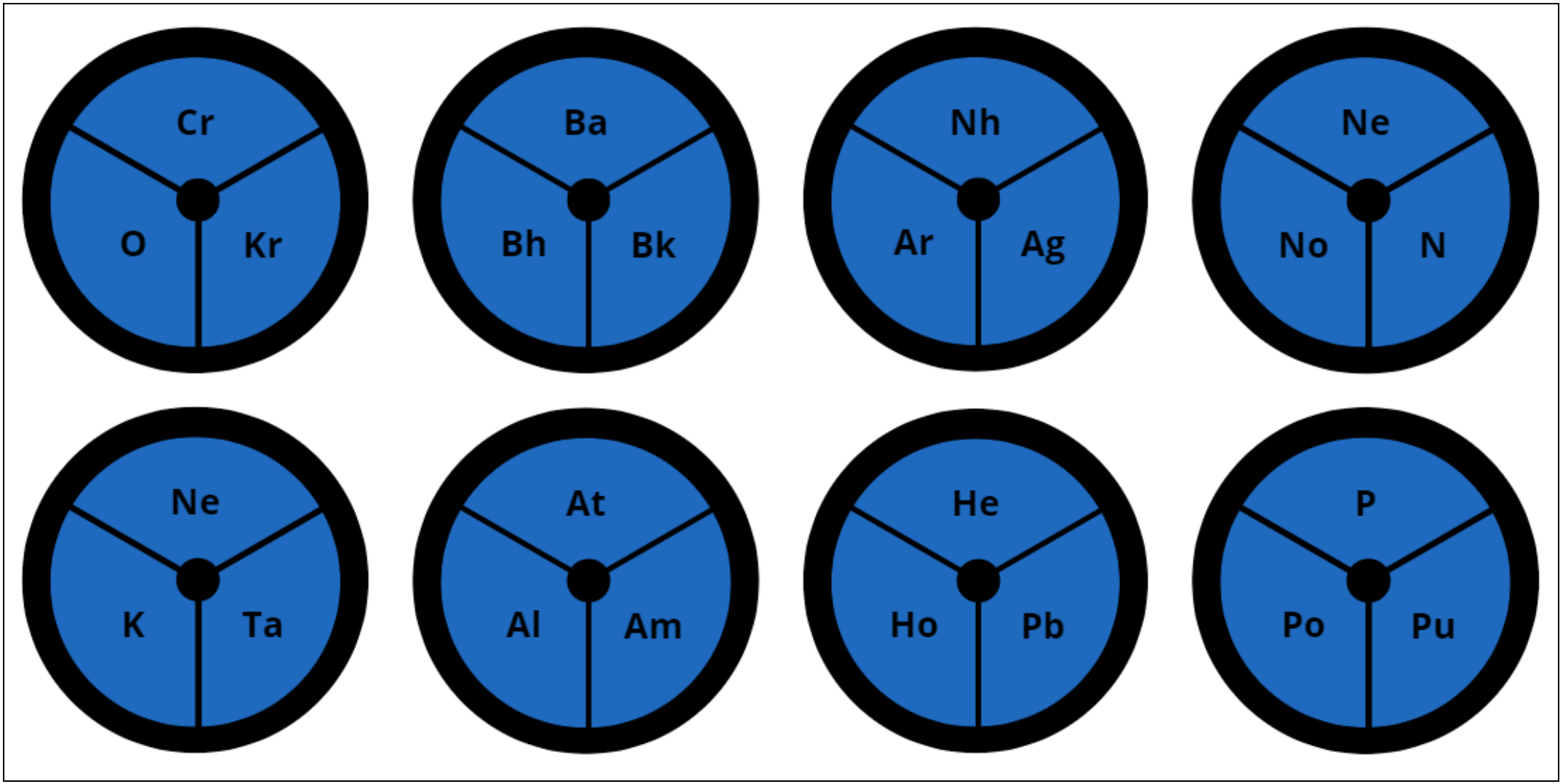
Gatz bitarrak	**Fluorra (F)** Litioa (Li), oxigenoa (O), lantanoa (La)	Litio fluoruroa LiF
	Iodoa (I) Moscovioa (Mc), magnesioa (Mg), mendelevioa (Md)	Magnesio diioduroa MgI_2
	Kloroa (Cl) Astatoa (At), argona (Ar), urrea (Au)	Urre monokloruroa AuCl **edo** urre trikloruroa $AuCl_3$
	Sufrea (S) Merkurioa (Hg), hafnioa (Hf), hidrogenoa (H)	Merkurio monosulfuroa HgS **edo** dimerkurio monosulfuroa Hg_2S
	Sodioa (Na) Zinka (Zn), teluroa (Te), kadmioa (Cd)	Disodio telururoa Na_2Te
	Kaltzioa (Ca) Barioa (Ba), bromoa (Br), bohrioa (Bh)	Kaltzio dibromuroa $CaBr_2$
	Karbonoa (C) Kobaltoa (Co), kadmioa (Cd), kloroa (Cl)	Karbono tetrakloruroa CCl_4
	Potasioa (K) Selenioa (Se), estrontzioa (Sr), eskandioa (Sc)	Dipotasio selenuroa K_2Se
Oxidoak	Sodioa (Na), kloroa (Cl), bromoa (Br)	Disodio oxidoa Na_2O
	Oxigenoa (O), magnesioa (Mg), helioa (He)	Magnesio oxidoa MgO
	Boroa (B), argona (Ar), litioa (Li)	Dilitio oxidoa Li_2O
	Burdina (Fe), hidrogenoa (H), fluorra (F)	Burdin monoxidoa FeO **edo** diburdin trioxidoa Fe_2O_3
	Kriptona (Kr), kromoa (Cr), iodoa (I)	Kromo trioxidoa CrO_3
	Xenona (Xe), fosforoa (P), titanioa (Ti)	Titanio dioxidoa TiO_2
	Kobrea (Cu), oxigenoa (O), hidrogenoa (H)	Kobre monoxidoa CuO **edo** dikobre monoxidoa Cu_2O
	Bromoa (Br), zinka (Zn), neona (Ne)	Zink oxidoa ZnO
Katioiak eta anioiak (DBH 3)	Argona (Ar), talioa (Tl), aluminioa (Al)	Aluminio(3+)
	Bromoa (Br), magnesioa (Mg), neona (Ne)	Magnesio(2+)
	Barioa (Ba), fluorra (F), helioa (He)	Bario(2+)
	Astatoa (At), iodoa (I), furdina (Fe)	Burdina(2+) **edo** burdina(3+)
	Kloroa (Cl), kriptona (Kr), nikela (Ni)	Kloruro(1-) **edo** kloruroa
	Kobaltoa (Co), rubidioa (Rb), oxigenoa (O)	Sulfuro(2-) **edo** sulfuroa

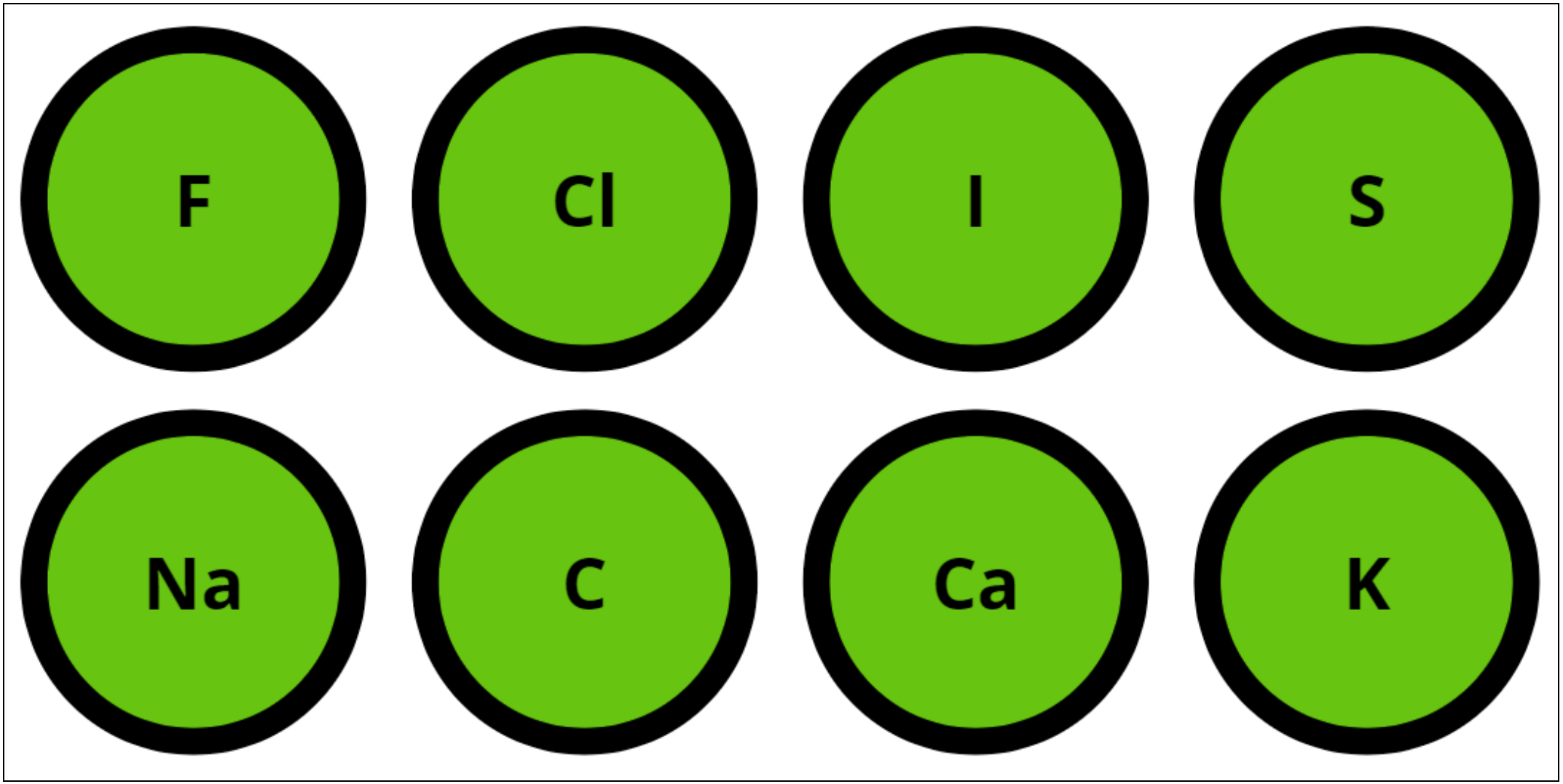
	Urrea (Au), bromoa (Br), zilarra (Ag)	Bromuro(1-) **edo** bromuroa
	Iodoa (I), kromoa (Cr), manganesoa (Mn)	Ioduro(1-) **edo** ioduroa
Konposatu hirutarrak (DBH 4)	**Nitritoa (NO_2)** Hidrogenoa (H), iodoa (I), argona (Ar)	Azido nitrosoa HNO_2
	Sulfatoa (SO_4) Bromoa (Br), hidrogenoa (H), neona (Ne)	Azido sulfurikoa H_2SO_4
	Perbromatoa (BrO_4) Iodoa (I), oxigenoa (O), hidrogenoa (H)	Azido perbromikoa $HBrO_4$
	Boratoa (BO_3) Hidrogenoa (H), fluorra (F), boroa (B)	Azido borikoa H_3BO_3
	Kobrea (Cu) Sulfatoa (SO_4), asmatua, asmatua	Kobre(II) sulfatoa $CuSO_4$
	Kaltzioa (Ca) Asmatua, fosfatoa (PO_4), asmatua	Kaltzio fosfatoa $Ca_3(PO_4)_2$
	Potasioa (K) Asmatua, asmatua, permanganatoa (MnO_4)	Potasio permanganatoa $KMnO_4$
	Burdina (Fe) Kloratoa (ClO_3), asmatua, asmatua	Burdin(II) kloratoa $Fe(ClO_3)_2$ **edo** burdin(III) kloratoa $Fe(ClO_3)_3$

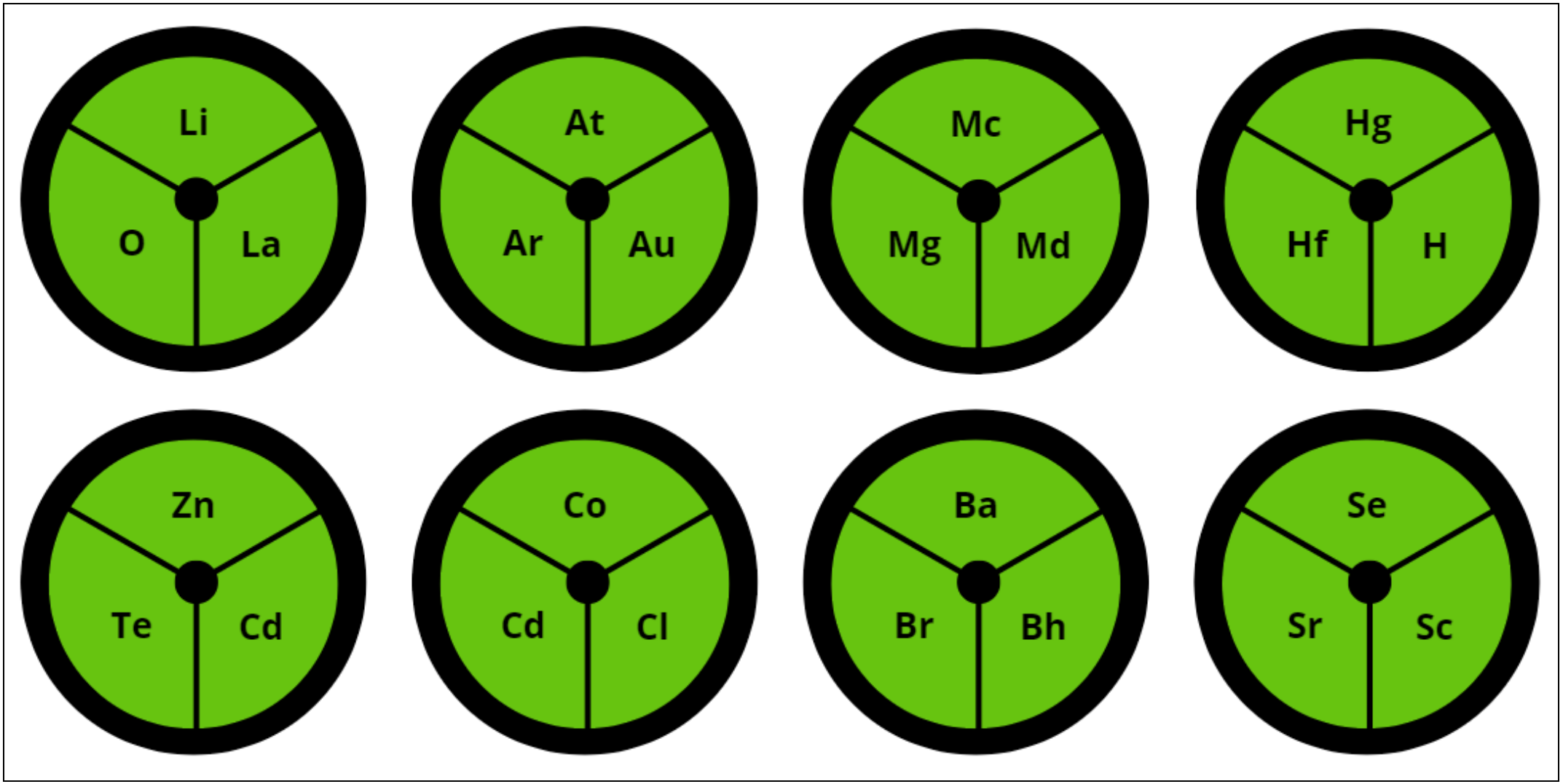

OH
OH
OH
OH
OH
OH
OH
OH

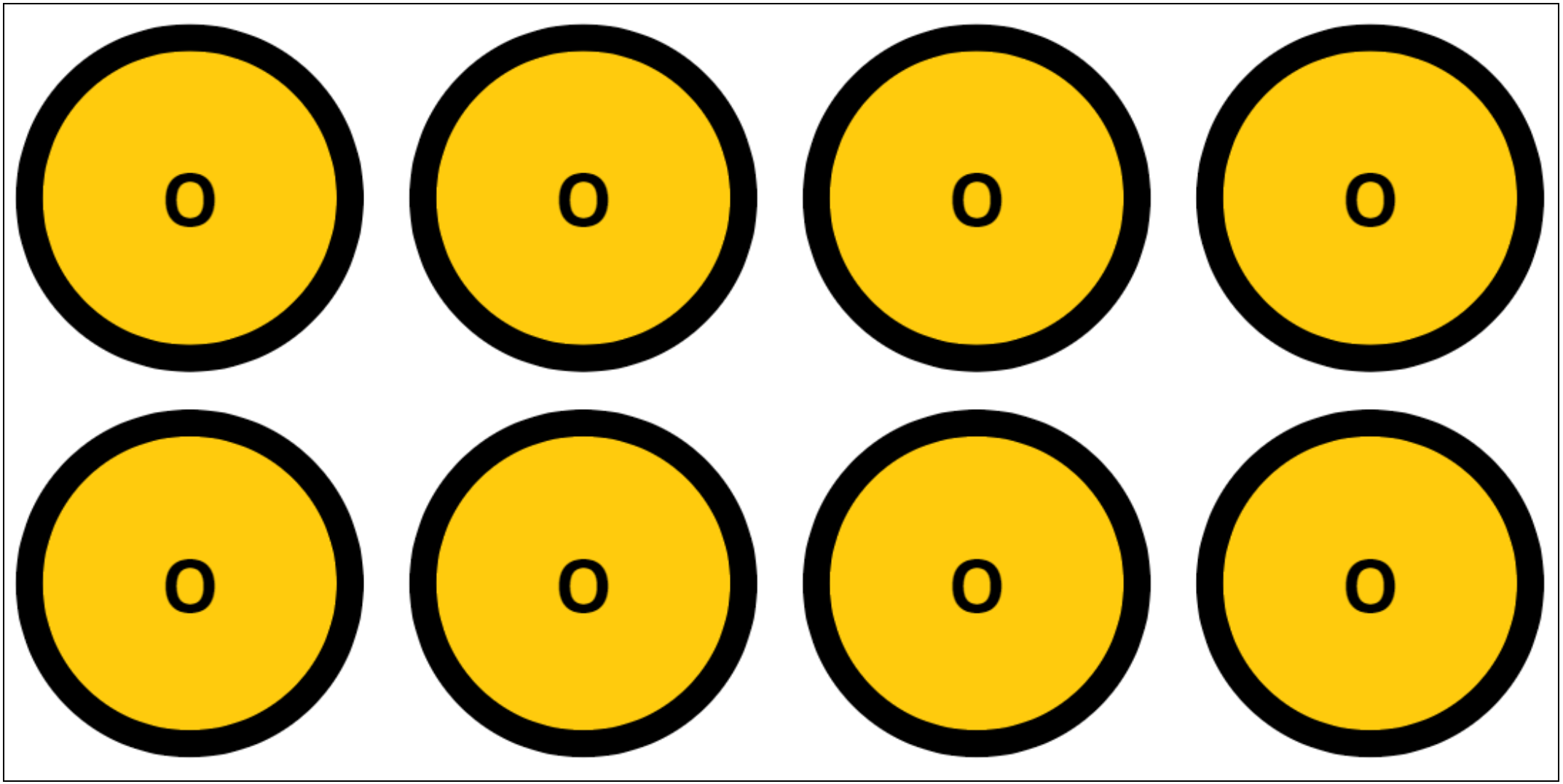

Ca
P
S
Cl
Na
Ne
S
Sn
Sr
K
F
H
O
Ba
N
Cu
C
Cl
Br
Zn
Xe
As
Tl
Al

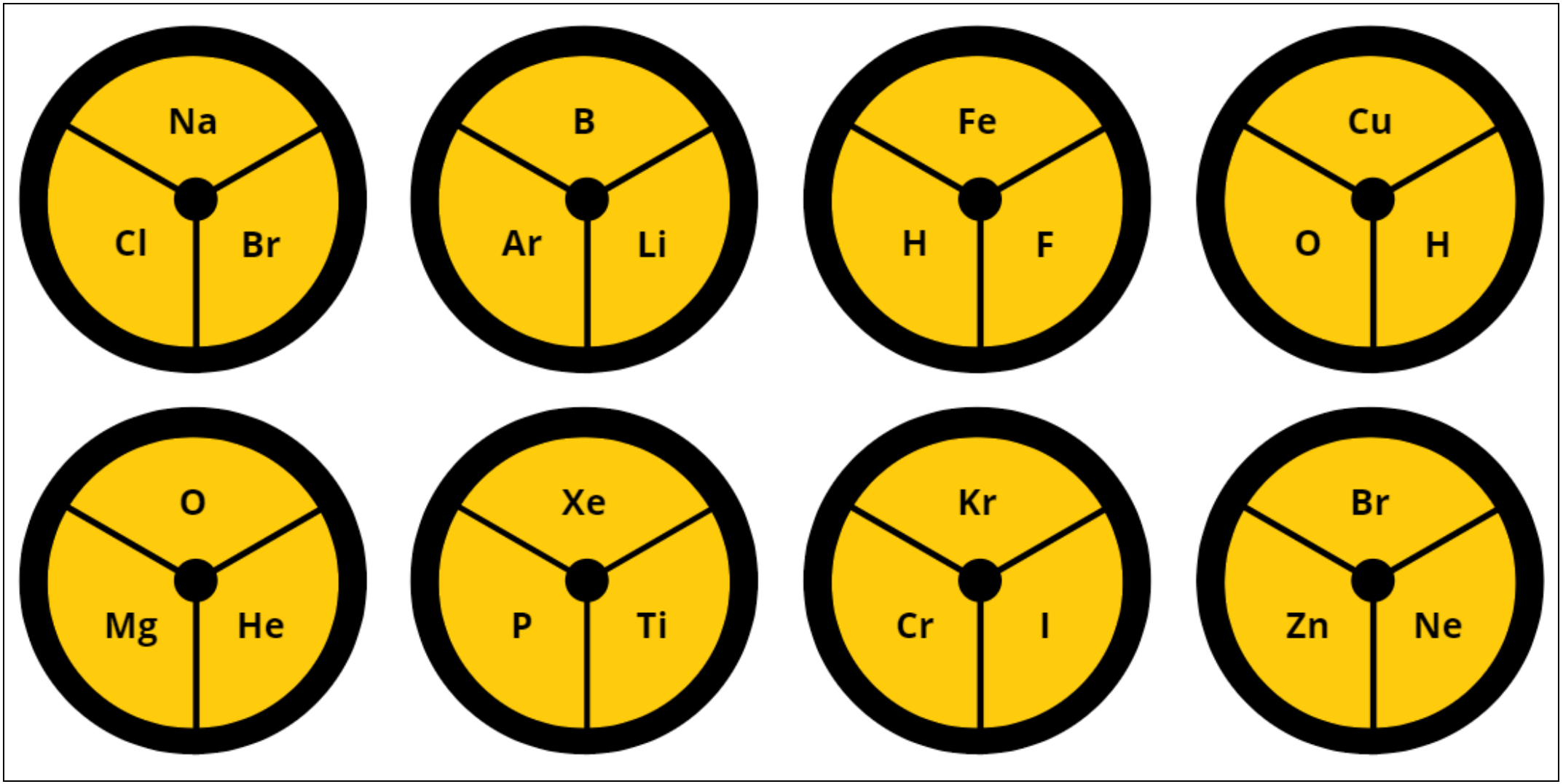

H
H
H
H
H
H
H
H

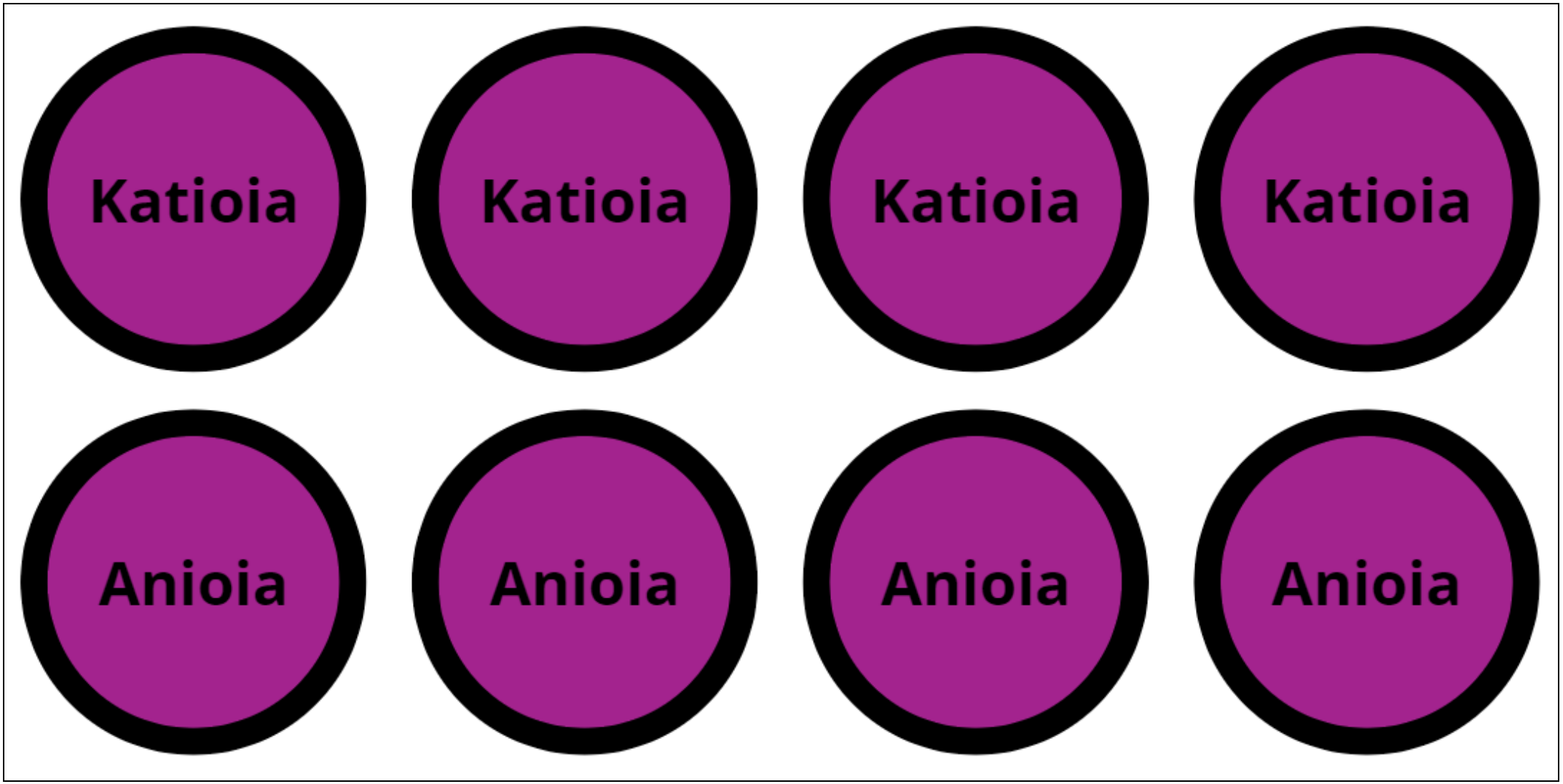

Cr
O
Kr
Ba
Bh
Bk
Nh
Ar
Ag
Ne
No
N
Ne
K
Ta
At
Al
Am
He
Ho
Pb
P
Po
Pu

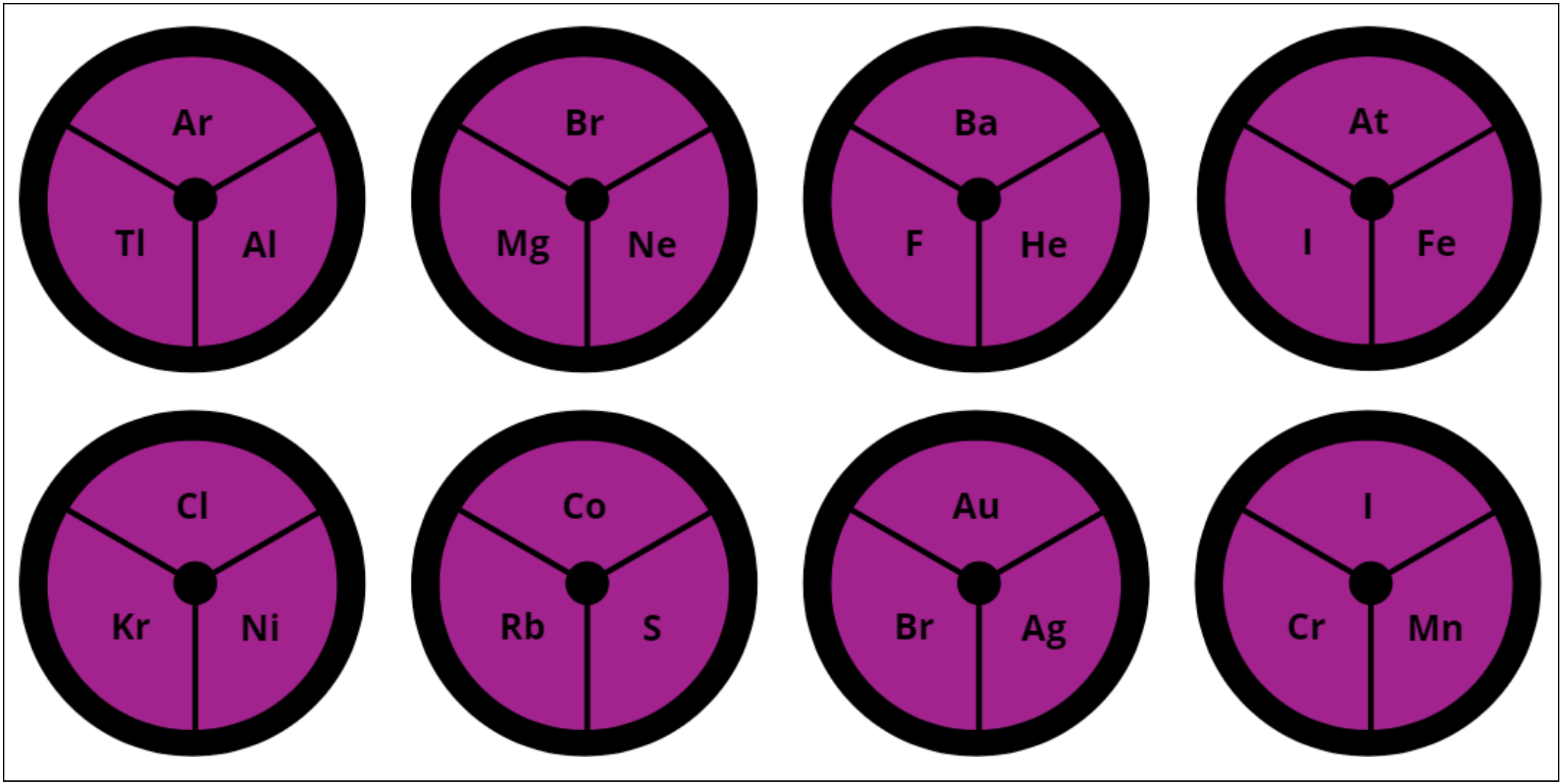

F
Cl
I
S
Na
C
Ca
K

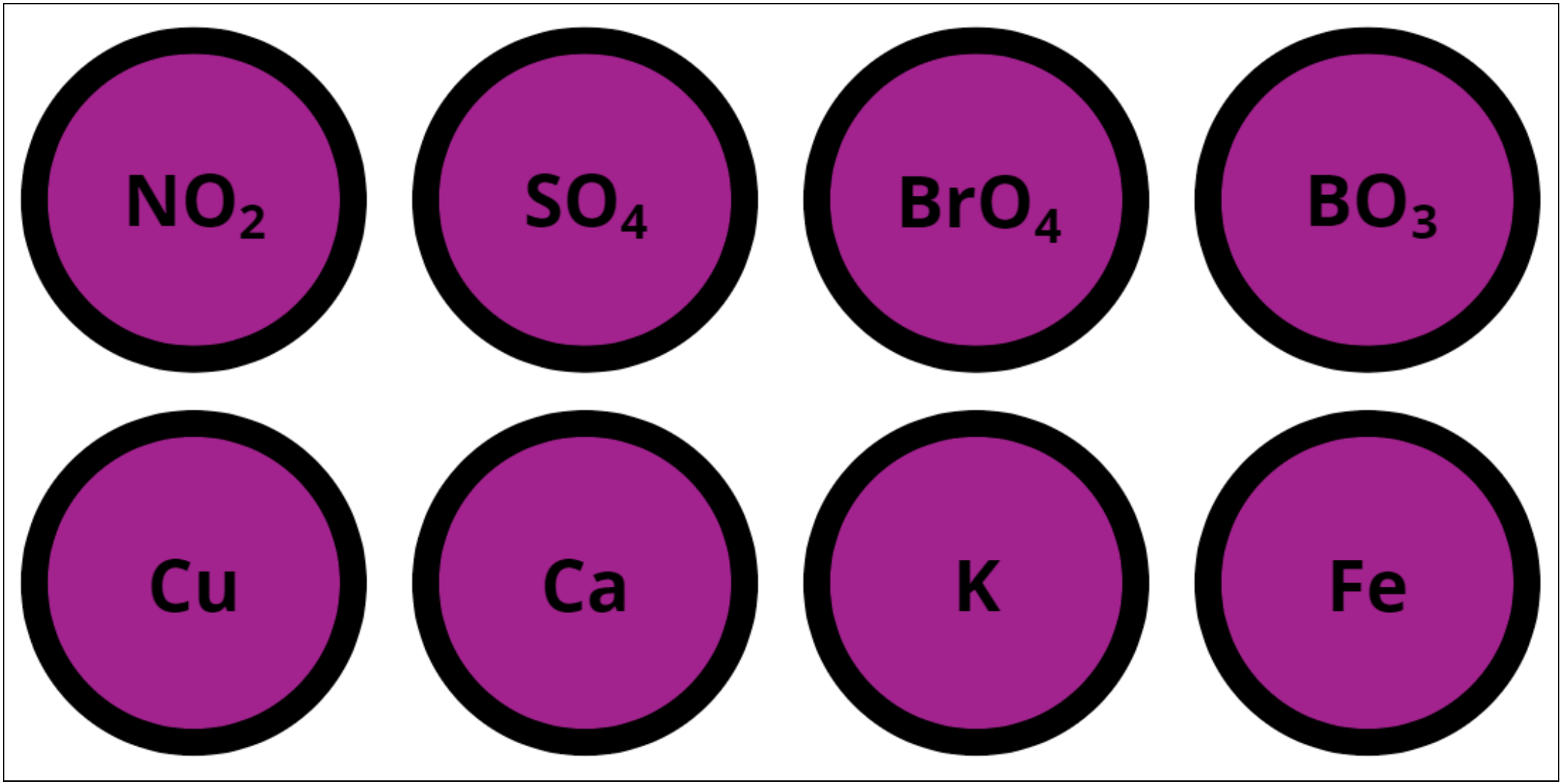

Li
O
La
At
Ar
Au
Mc
Mg
Md
Hg
Hf
H
Zn
Te
Cd
Co
Cd
Cl
Ba
Br
Bh
Se
Sr
Sc

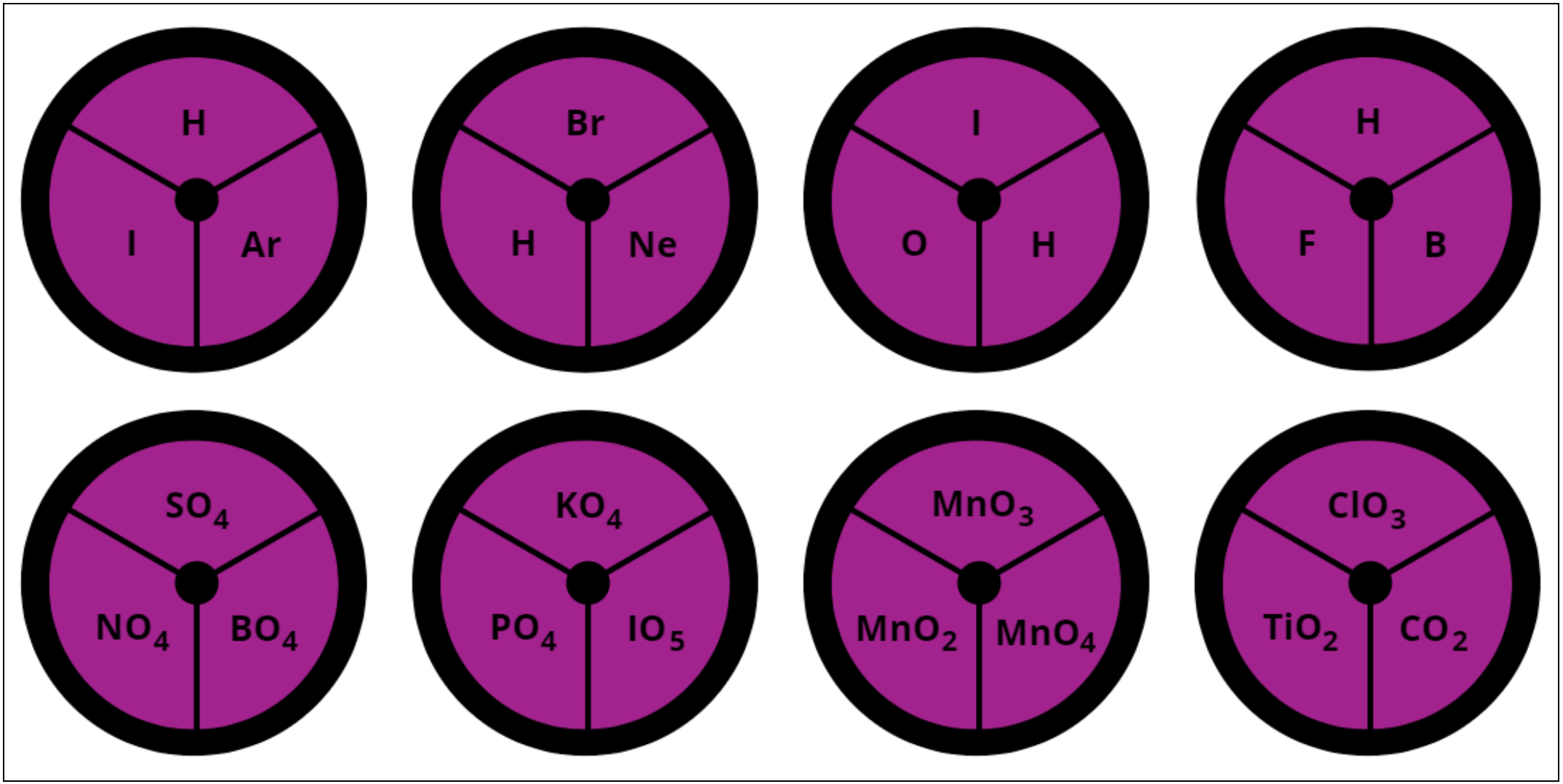

O
O
O
O
O
O
O
O


Na
Cl
Br
B
Ar
Li
Fe
H
F
Cu
O
H
O
Mg
He
Xe
P
Ti
Kr
Cr
I
Br
Zn
Ne


Katioia
Katioia
Katioia
Katioia
Anioia
Anioia
Anioia
Anioia


Ar
Tl
Al
Br
Mg
Ne
Ba
F
He
At
I
Fe
Cl
Kr
Ni
Co
Rb
S
Au
Br
Ag
I
Cr
Mn


NO_2
SO_4
BrO_4
BO_3
Cu
Ca
K
Fe


H
I
Ar
Br
H
Ne
I
O
H
H
F
B
SO_4
NO_4
BO_4
KO_4
PO_4
IO_5
MnO_3
MnO_2
MnO_4
ClO_3
TiO_2
CO_2