

Base de dades de Química

Júlia De la Villa Ugas; Lúdia Rodrigo Llopis

Programa d'Informàtica Educativa, 1991.

1. JUSTIFICACIÓ DE L'EXISTÈNCIA DE LA TAULA PERIÒDICA

1.1 Guia de l'alumne

1.1.1. La classificació de Mendeleiev

1.1.2. Omplint els forats de la Taula

1.1.3. "Anomalies aparents" en la Taula Periòdica

1.1.4. El descobriment de l'argó i les seves conseqüències

1.2. Guia del professor

2. ESTUDI D'ALGUNES PROPIETATS PERIÒDIQUES

2.1. Guia de l'alumne

2.1.1. Volum atòmic

2.1.2. Potencial d'ionització i caràcter metàl·lic

2.1.3. Afinitat electrònica

2.1.4. Electronegativitat

2.2. Guia del professor

3. ELEMENTS DE LA TAULA PERIÒDICA

3.1. Elements estables i radioactius

3.1.1. Guia de l'alumne

3.1.2. Guia del professor

3.2. Els elements i la seva època de descobriment

3.2.1. Guia de l'alumne

3.2.2. Guia del professor

3.3. Quantitats i tipus d'elements

3.3.1. Guia de l'alumne

3.3.2. Guia del professor

3.4. Abundància dels elements

3.4.1. Guia de l'alumne

3.4.2. Guia del professor

4. ESTUDI DESCRIPTIU DE LA TAULA PERIÒDICA

4.1. Guia de l'alumne

4.1.1. Els elements del grup 1: Alcalins

4.1.2. Els elements del grup 17: halògens

4.1.3. Els elements del tercer període

4.1.4. Metalls, no metalls i semimetalls

4.2. Guia del professor

5. BIBLIOGRAFIA

1. JUSTIFICACIÓ DE L'EXISTÈNCIA DE LA TAULA PERIÒDICA

1.1 Guia de l'alumne

1.1.1. La classificació de Mendeleiev

La Taula Periòdica va ésser publicada per Mendeleiev al 1871. Encara que ha sigut parcialment modificada amb els anys (degut al descobriment de nous elements i a altres

raons de tipus pràctic) la T.P. actual és essencialment la mateixa que la que va publicar Mendeleiev.

La confecció de la T.P. obeeix a la necessitat de classificar els elements químics, de manera que quedin agrupats aquells elements que tenen unes propietats comunes.

El criteri que va seguir Mendeleiev per a la seva classificació va ésser doble. Per una banda va ordenar els elements segons l'ordre creixent de llurs masses atòmiques i per l'altra va agrupar-los segons la similitud de llurs propietats, fixant-se especialment en la seva valència.

1.- Per seguir els passos que va seguir Mendeleiev començarem per fer una llista dels elements que ell coneixia. Filtra doncs els elements de data de descobriment anterior a 1871 + prehistòrics + medievals.

2.- Ordena'ls segons l'ordre creixent de llurs masses atòmiques

3.- Com que treballar amb tants elements seria massa complicat per a nosaltres, només n'agafarem uns quants. Filtra els elements de massa atòmica inferior a 45. Escriu aquí els seus símbols.

4.- Ara començarem a classificar-los. Fes grups amb aquests elements segons la seva valència i el seu caràcter metàl·lic. Per exemple, tots els no-metalls amb valència 1 estaran al mateix grup que l'hidrogen, mentre el liti serà al grup dels metalls amb valència 1. Prendrem com a valència d'un element el seu estat d'oxidació més estable en valor absolut.

Escriu aquí els grups que has fet. (Els elements semimetàl·lics posa'ls al grup que els pertoca per la seva valència).

No-Met (Val=1) No-Met (Val=2).....

Met (Val=1) Met (Val=2).....

5.- Disposa ara els elements en files i en columnes seguint el mateix criteri que va seguir Mendeleiev, és a dir: començant per l'hidrogen i seguint la fila amb els elements que el segueixen en massa atòmica, però fent que coincideixin en columna aquells elements que

tenen la mateixa valència i caràcter metàl·lic (els dels grups de l'apartat 4). Escriu aquí la teva taula.

6.- Tal com has escrit els elements han quedat ordenats; però no tots els elements no-metàl·lics estan situats a la mateixa zona. Mendeleiev va creure que l'ordenació seria més clara si tots els elements no-metàl·lics quedaven agrupats (tal com ho estaven els elements metàl·lics) i, per tal d'aconseguir-ho, va canviar de lloc la columna de l'hidrogen; la va col·locar completament a la dreta, sense trencar, està clar, l'ordre creixent de les masses atòmiques de cada fila. Torna a escriure la teva taula amb aquesta modificació.

Aquesta és, per fi, la Taula que va confeccionar Mendeleiev, encara que ell ho va fer amb molts més elements.

En cada fila (que Mendeleiev va anomenar període) la massa atòmica dels elements augmenta d'esquerra a dreta i en cada columna (que va anomenar grup) augmenta de dalt a baix. D'altra banda els elements del mateix grup tenen el mateix caràcter metàl·lic i la mateixa valència; mentre que entre els del mateix període aquestes propietats varien d'una manera progressiva.

Per si no te n'has sortit et posem la taula tal com finalment hauria d'haver-te quedat:

				H		
Li	Be	B	C	N	O	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca					

7.- Mendeleiev va anomenar a la seva Taula el Sistema Periòdic dels elements químics.

Per quina raó creus que va utilitzar la paraula "periòdic" per qualificar la seva

classificació?

1.1.2. Omplint els forats de la Taula

Al 1871 Mendeleiev va publicar una classificació dels elements en la que estaven ordenats segons l'ordre creixent de llurs masses atòmiques i alhora quedaven disposats verticalment aquells elements que tenien unes propietats similars.

En l'activitat anterior hem anat seguint els passos de Mendeleiev i hem pogut construir el començament de la seva Taula:

				H		
Li	Be	B	C	N	O	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca					

1.- Hauràs observat que malgrat que l'element que segueix a l'oxigen en massa atòmica és el sodi, entre ells hi ha un lloc buit. L'hem hagut de deixar per força perquè el sodi no podia estar a la mateixa columna que l'hidrogen i el clor, que són no metalls. Aquest lloc està en realitat ocupat pel fluor, no-metall de massa atòmica intermedia entre l'oxigen i el sodi.

Mendeleiev no va haver de deixar aquest lloc buit perquè ell coneixia l'existència del fluor, malgrat que encara no havia estat aïllat dels seus compostos. En canvi, es va veure obligat a deixar forats a altres llocs.

No seria més lògic que la Taula que inclou els elements químics fos més compacta?. Com creus que es pot interpretar l'existència d'aquests forats?.

2.- La idea de Mendeleiev era que aquests llocs no estaven realment buits, sinó que encara no s'havien descobert els elements que els ocupen. Per exemple un dels llocs buits estava a la columna del bor, immediatament sota l'alumini. Així:

B
Al
?
In
Tl

Mendeleiev va anomenar "eka-alumini" l'element que encara no havia estat descobert. Què podries dir sobre les propietats d'aquest element?

3.- Busca a la base de dades el caràcter metàl·lic, la valència i el caràcter de l'òxid dels elements del grup del bor coneguts per Mendeleiev i escriu aquí aquestes dades: (Recorda que la valència és el valor absolut de l'estat d'oxidació més estable).

Caràcter metàl·lic	València	Caràcter de l'òxid
B		
Al		
In		
Tl		

Què diries sobre el caràcter metàl·lic, la valència i el caràcter de l'òxid de l'element desconegut?.

4.- Busca ara, per als mateixos elements, les dades corresponents al seu punt d'ebullició, la seva densitat i la seva massa atòmica, i escriu-les aquí:

Punt d'ebullició	Densitat	Massa atòmica
B		
Al		
In		
Tl		

Què observes?.

5.- Mendeleiev va calcular algunes de les propietats de l'eka- alumini basant-se en les

propietats dels elements als que lògicament s'havia d'assemblar més: l'alumini i l'indi.

Calcula la mitjana aritmètica dels punts d'ebullició, les densitats i les masses atòmiques relatives de l'alumini i l'indi. Escriu aquí aquests valors.

6.- Busca a la base de dades l'element que falta. El pots localitzar filtrant tots els elements del mateix grup que el bor. Escriu aquí el nom de l'element i l'any en que va ser descobert.

7.- Ara podem saber realment quines son les seves propietats. Busca les dades corresponents a les propietats que hem estat intentant endivinar i escriu-les aquí.

8.- Quina conclusió en pots treure?

Tots els buits que Mendeleïv va deixar a la seva Taula es van anar omplint amb els anys, encara que alguns van haver d'esperar més temps que el que acabem d'estudiar.

1.1.3. "Anomalies aparents" en la Taula Periòdica

Mendeleïev va ordenar els elements seguint l'ordre creixent de llurs masses atòmiques , però col·locant-los de manera que formessin grups d'elements amb la mateixa valència i amb propietats físiques i químiques similars.

Seguint rigorosament aquest criteri va trobar que, en alguns casos, passaven coses estranyes. Estudiem, per veure-ho més clarament, una zona de la taula de Mendeleïev, la dels elements no-metàl·lics inclosos en els grups anomenats actualment 15, 16 i 17

respectivament.

1.- Filtra de la base de dades els elements corresponents als grups 15, 16 i 17. Tots ells, excepte l'astat, eren coneguts en vida de Mendeleiev. Ordena'ls segons les seves masses atòmiques i col·loca'ls en tres grups: el del nitrogen, el de l'oxigen i el del fluor. Així:

N	O	F
P		
As		
Sb		
Bi		

Escriu, per a cada un d'ells, la seva valència
(Recorda que la valència és el valor absolut de l'estat d'oxidació més estable).

2.- Quina irregularitat observes?.

3.- Mendeleiev també es va extranyar. La seva suspicàcia va augmentar en estudiar altres propietats dels elements.

Selecciona el camp punt d'ebullició i fes un gràfic de línies de la variació del punt d'ebullició amb la massa atòmica pels elements del grup del nitrogen. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí:

4.- Repeteix el gràfic pels elements del grup de l'oxigen i pels del grup del fluor. Imprimeix-los també i enganxa'ls aquí.

Què observes?.

5.- Mendeliev confiava més en la seva ordenació dels elements que en les tècniques de determinació de les masses atòmiques que es coneixien a la seva època. Per això no va dubtar en alterar l'ordre dels dos elements que, aparentment, no estaven ben col·locats: el iode i el tel·luri.

Repeteix els gràfics de l'apartat anterior però ara amb l'ordre del iode i el tel·luri invertit, és a dir el iode passa a ser l'últim element del grup del fluor i el tel·luri l'últim del grup de l'oxigen.

Què et suggereix el resultat?.

6.- Mendeleiev, doncs, va quedar convençut que les masses atòmiques d'aquests elements estaven mal determinades. Però en realitat no era així, actualment no tenim cap dubte de que el tel·luri és més pesant que el iode, no obstant el continuem col·locant en primer lloc. I és que amb els anys hem arribat a conèixer l'estructura de l'àtom, que és, obviament, la responsable de les propietats d'un element determinat.

Des d'aquesta nova visió els elements del Sistema Periòdic estan ordenats segons l'ordre creixent de llurs nombres atòmics en comptes de llurs masses atòmiques, per tant el tel·luri ($Z=52$) va realment davant del iode ($Z=53$).

Aquest dos elements no van ser l'única parella a la que s'havia canviat d'ordre per tal que les seves propietats coincidissin amb les dels elements del seu grup. N'hi ha tres més. Aviam si les trobes!.

Selecciona de la bases de dades completa els camps nombre atòmic i massa atòmica relativa. Compara'ls i escriu aquí els casos de no coincidència de les llistes.

1.1.4. El descobriment de l'argó i les seves conseqüències

Al 1871 Mendeleiev acabava de classificar els elements ordenant-los segons l'ordre creixent de llurs masses atòmiques i agrupant-los per llurs propietats, especialment per la seva valència. Li va quedar una taula, que ell va anomenar Sistema Periòdic, que començava així:

				H			
Li	Be	B	C	N	O	F	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	
K	Ca						

1.- Busca a la base de dades la valència que correspon a cada un dels elements del segon i tercer període (les files que comencen amb el liti i el sodi respectivament) i escriu-les aquí.

Recorda que la valència és el valor absolut de l'estat d'oxidació més estable.

2.- Quina conclusió treus en comparar-les?.

Què pots dir sobre les valències dels elements d'un grup determinat?.

Les valències dels elements d'un mateix període no són iguals, no obstant s'observa alguna regularitat. Quina és?.

Passa igual als dos períodes que has observat?.

3.- El descobriment de l'argó, al 1894, va semblar que trencava aquesta simetria. Busca a la base de dades la massa atòmica de l'argó, la seva valència i el seu caràcter metàl·lic. Escriu aquí aquestes dades.

Massa atòmica València Caràcter metàl·lic

4.- Segons la seva massa atòmica, entre quins dos elements hauria de col·locar-se l'argó?

5.- Però entre aquests dos elements no hi ha cap lloc buit, i si desplaçem els que ja estan col·locats es trenca l'ordre de les valències del període.

Si et fixes en la valència de l'argó, quin grup (columna) li correspon?

6.- No pot ser que no tingui lloc. Tots els elements descoberts entre 1871 i 1894 tenien un lloc per a ells a la Taula de Mendeleiev.

Oblidem de moment la seva massa atòmica i fixem-nos en la seva valència i el seu caràcter metàl·lic. Segons això, en quin punt del període hauria d'anar?

7.- No era la primera vegada que s'invertia l'ordre de dos elements per tal que cada un d'ells quedés al lloc que li pertocava per la seva valència. Així doncs, es va decidir de posar-lo abans del potassi i no després.

Escriu el principi del Sistema Periòdic de Mendeleiev tal com va quedar després d'incloure-hi l'argó.

8.- Ja s'havia vist que els forats que Mendeleiev havia deixat en la seva taula es corresponien amb elements que encara no estaven descoberts; per això es va creure que l'argó no era l'únic no-metall de valència zero i es va començar la recerca dels altres.

Busca a la base de dades quins són els altres elements del grup de l'argó i escriu aquí els seus noms i l'any del seu descobriment.

9.- Ben aviat, doncs, va tornar a quedar ple el principi del Sistema Periòdic. Escriu-lo aquí.

Com que tots els elements del grup de l'argó són gasos, se'ls va anomenar "els gasos nobles", fent referència també a la seva valència, que és reflexe de la seva manca de reactivitat química.

1.2. Guia del professor

Requisits previs.

En totes aquestes pràctiques es treballa constantment amb els conceptes de valència, massa atòmica i caràcter metàl·lic dels elements. Cal doncs que l'alumne en tingui un coneixement previ. En algunes d'elles es tracten altres conceptes: en la 1.2. es parla del caràcter de l'òxid d'un element i també de densitat i punt d'ebullició mentre que en la 1.3. es tracta del punt d'ebullició i del nombre atòmic.

D'altra banda es necessita saber manipular amb agilitat la base de dades del framework: seleccionar camps, filtrar i confeccionar gràfics.

Activitats proposades.

1.1.

a) Fer un llistat dels elements que es coneixien a l'època de Mendeleiev i ordenar-los segons l'ordre creixent de llurs masses atòmiques amb l'ajut exclusiu de les dades incloses

en el programa.

b) Confeccionar una taula amb els primers elements de la llista de manera que, sense trencar l'ordre establert prèviament, quedin agrupats amb columnes els elements d'igual valència i caràcter metàl·lic.

1.2.

a) Destacar l'existència de llocs buits a la taula de Mendeleiev i fer una reflexió sobre la seva significació.

b) Pronosticar algunes de les propietats del gal·li a partir del coneixement de les propietats dels elements del seu grup, especialment aquells que en la Taula ocupen el lloc superior i inferior. Obtenint sempre les informacions que calen de la base de dades.

1.3.

a) Detectar l'anòmala ordenació del tel·luri i el iode al Sistema Periòdic de Mendeleiev.

b) Justificar el lloc que ocupen en la taula mitjançant un estudi comparatiu de les seves propietats. Aquest estudi es portarà a terme utilitzant exclusivament la informació continguda en la base de dades.

c) Destacar el nombre atòmic dels elements com a base real per a la seva ordenació en el Sistema Periòdic.

1.4.

a) Fer una reflexió sobre les dificultats que va crear el descobriment de l'argó pel que fa a la seva col·locació a la Taula de Mendeleiev.

b) Crear un nou grup a la Taula que donarà peu a la predicció de l'existència d'altres elements.

Objectius

1.1. Classificar alguns elements químics segons la seva massa atòmica, la seva valència i el seu caràcter metàl·lic, tal com va fer Mendeleiev, confeccionant així els primers períodes del Sistema Periòdic.

1.2. Fer reflexionar sobre la importància de la Taula Periòdica no només des del punt de vista de la classificació dels elements, sinó com a eina per a l'estudi de les propietats d'elements encara desconeguts a l'època en que va ser confeccionada.

1.3. Relacionar l'ordenació periòdica de Mendeleiev amb l'estructura dels àtoms dels elements químics, fent notar la correlació estructura de l'àtom-propietats de l'element.

1.4. Plantejar un clàssic problema en l'avenç de la ciència: un nou descobriment que sembla no encaixar amb les lleis o conclusions establertes amb anterioritat. Seguir els passos de la seva resolució.

Aclariments

En aquestes pràctiques es fa treballar l'alumne situant-lo a l'època de Mendeleiev, és a dir, disposant de les seves dades i usant els seus conceptes i coneixements. Cal tenir aquest fet en compte ja que:

1) Com que a l'època de Mendeleiev no es coneixia l'estructura de l'àtom, l'ordenació dels elements es fa des d'un principi seguint l'ordre creixent de llurs masses atòmiques i no de llurs nombres atòmics. A la pràctica 1.3., però, es destaquen les irregularitats que això origina i es justifica l'ordenació segons el nombre atòmic creixent.

2) A la base de dades la capacitat de combinació dels elements figura sota el nom de "estat d'oxidació". Mendeleiev usava el terme menys rigorós de "valència" i és aquest el que nosaltres utilitzem a la pràctica. Cal doncs tenir en compte que cada cop que parlem de valència ens referim a l'estat d'oxidació en valor absolut, o més concretament a l'estat d'oxidació del grup en valor absolut.

2. ESTUDI D'ALGUNES PROPIETATS PERIÒDIQUES

2.1. Guia de l'alumne

2.1.1. Volum atòmic

1.- Concepte.

Què s'entén per volum atòmic?.

Com es calcula el volum d'un àtom?. Busca algun exemple en la bibliografia.

2.- És una propietat periòdica?

Filtra de la base de dades un determinat nombre d'elements, per exemple els 30 primers.

Ordena'ls per l'ordre creixent de llurs nombres atòmics i construeix el gràfic de línies de la variació del volum atòmic en funció del nombre atòmic. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Es una propietat periòdica?.

3.- Variació del volum atòmic al llarg d'un grup.

Per observar la variació del volum atòmic al llarg d'un grup, filtra els elements d'un grup, per exemple el primer grup.

Ordena'ls segons l'ordre creixent dels seus nombres atòmics.

Construeix un gràfic de línies de la variació del volum atòmic en funció del nombre atòmic. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Com varia el volum atòmic al llarg d'un grup?.

Escriu les configuracions electròniques dels elements del primer grup.

Justifica els tipus de variació del volum atòmic al llarg del grup basant-te en la configuració electrònica dels seus elements.

4.- Variació del volum atòmic al llarg d'un període.

Filtra els elements del segon període (curt).

Ordena'ls segons l'ordre creixent dels seus nombres atòmics.

Construeix un gràfic de línies que mostri la variació del volum segons el nombre atòmic. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Varia igual el volum atòmic al llarg d'un grup que al llarg d'un període?.

A què creus que és degut?.

2.1.2. Potencial d'ionització i caràcter metàl·lic

1.- Concepte.

Què és potencial d'ionització?. En quin tipus d'unitats es medeix?.

2.- Es una propietat periòdica?

Filtra de la base de dades un determinat nombre d'elements, per exemple els 30 primers.

Ordena'ls per l'ordre creixent de llurs nombres atòmics i construeix el gràfic de línies de la variació del potencial d'ionització en funció del nombre atòmic. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Es tracta d'una propietat periòdica?. Justifica la teva resposta.

3.- Variació al llarg d'un grup

Filtra els elements del primer grup de la Taula Periòdica i ordena'ls segons l'ordre creixent de llurs nombres atòmics.

Construeix un gràfic de línies de la variació del potencial d'ionització en funció del nombre atòmic. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Com varia el potencial d'ionització al llarg d'un grup?.

Escriu la configuració electrònica dels elements del primer grup.

Com relacionaries la variació del potencial d'ionització al llarg del grup amb la configuració electrònica dels seus elements?.

4.- Variació al llarg d'un període

Filtra els elements d'un període de la Taula, per exemple el segon.

Ordena'ls per ordre creixent del seu nombre atòmic.

Construeix un gràfic de línies que mostri la variació del potencial d'ionització al llarg d'aquest període. Imprimeix-ho i enganxa'l aquí.

Dóna una explicació a aquesta variació des del punt de vista de les configuracions electròniques dels elements del període.

5.- Potencials d'ionitzacions successives.

a) Filtra els elements del primer grup de la Taula.

Anota els potencials de la primera ionització de cada un d'ells.

Busca en la bibliografia el valor del seus segons potencials d'ionització. Anota aquí les dades.

Pot. 1ra ionització	Pot 2na ionització
---------------------	--------------------

Li	
Na	
K	
Rb	
Cs	
Fr	

Per quina raó hi ha aquesta diferència tan considerable entre la primera i la segona ionització?. Explica-ho basant-te en les configuracions electròniques dels elements.

b) Filtra els elements del segon grup de la Taula.

Anota els potencials de la seva primera ionització.

Busca en la bibliografia el valor dels potencials de la seva segona i tercera ionització. Anota aquí els seus valors.

Pot. 1ra ionit.	Pot. 2na ionit.	Pot. 3ra ionit.
-----------------	-----------------	-----------------

Be
Mg
Ca
Sr
Ba

Segons la taula que has confeccionat, quin és l'electró que costarà més d'arrencar: el primer, el segon o el tercer?.

Justifica aquest fet des del punt de vista de les configuracions electròniques d'aquests elements.

c) Filtra ara els elements del grup dels gasos nobles i fixa't en els seus potencials d'ionització. Quina es la causa de que tinguin uns valors tan alts?.

6.-Potencial d'ionització i caràcter metàl·lic.

Què s'entén per caràcter metàl·lic d'un element?

A quin lloc de la Taula Periòdica clàssica de Mendeleiev estan situats els elements de menor potencial d'ionització, o sigui, a quins grups pertanyen els elements de menor potencial d'ionització?

A quin lloc de la Taula estan situats els metalls?.

Hi ha alguna relació entre la posició que ocupen ambdós tipus d'elements?

Basant-te en les teves conclusions anteriors, explica com varia el caràcter metàl·lic d'un element al llarg d'un grup i al llarg d'un període de la Taula.

2.1.3. Afinitat electrònica

1.- Concepte

Què és l'afinitat electrònica?. En quin tipus d'unitats es medeix?.

2.- Es una propietat periòdica?

Filtra de la base de dades un nombre d'elements, per exemple els de nombre atòmic <31 , es a dir els 30 primers.

Ordena'ls segons l'ordre creixent de llurs nombres atòmics.

Construeix un gràfic de línies de la variació de l'afinitat electrònica amb el nombre atòmic. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Es l'afinitat una propietat periòdica? Perqué?

3.- Variació de l'afinitat al llarg d'un grup.

Filtra de la base de dades els elements que pertanyen al primer grup.

Ordena'ls per ordre creixent dels seus nombres atòmics.

Construeix un gràfic de línies que mostri la variació de aquesta propietat amb el nombre atòmic. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Com varia l'afinitat electrònica al llarg d'un grup?.

Justifica aquesta variació en funció de les configuracions electròniques dels elements del grup.

4.-Variació al llarg de un període.

Per veure com varia l'afinitat electrònica al llarg d'un període de la Taula filtra de la base de dades els elements corresponents al segon període.

Construeix un gràfic de línies per veure la variació de l'afinitat electrònica en funció del nombre atòmic. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Justifica aquesta variació des del punt de vista de les configuracions electròniques d'aquests elements.

Repeteix les mateixes operacions amb el període 6.

2.1.4. Electronegativitat

1.-Concepte.

Qué es l'electronegativitat d'un element?

L'electronegativitat, a diferència del potencial d'ionització, no es pot mesurar directament. Hi ha diversos mètodes per a calcular els valors de l'electronegativitat. Busca alguns d'ells a la bibliografia.

2.- Es una propietat periòdica?

Filtra de la base de dades un determinat nombre d'elements, per exemple els 30 primers ($Z < 31$)

Ordena'ls per l'ordre creixent de llurs nombres atòmics i construeix un gràfic de línies que mostri la variació de l'electronegativitat en funció de Z . Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Es l'electronegativitat una propietat periòdica?

3.- Variació de l'electronegativitat al llarg d'un grup.

Filtra els elements d'un grup, per exemple el primer grup.

Ordena'ls per ordre creixent del seu nombre atòmic.

Construeix un gràfic de línies de la variació de l'electronegativitat en funció del nombre atòmic.

Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Com varia l'electronegativitat al llarg d'un grup?

Recorda les variacions del potencial d'ionització i de l'afinitat electrònica al llarg d'un grup. Hi ha alguna relació amb la de l'electronegativitat?. Per què?

4.- Variació de l'electronegativitat al llarg d'un període.

Filtra els elements d'un període qualsevol, per exemple el segon.

Ordena'ls segons l'ordre creixent de llurs nombres atòmics.

Construeix un gràfic de línies que mostri la variació de l'electronegativitat al llarg d'aquest període, segons el nombre atòmic.

Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Varia de la mateixa manera l'electronegativitat al llarg d'un grup que al llarg d'un període?

Quina relació hi ha entre la variació de l'electronegativitat i les del potencial d'ionització i l'afinitat electrònica?.

5.- Relació entre els valors de l'electronegativitat i el tipus d'enllaç que s'estableix entre dos elements.

Conèixer els valors de l'electronegativitat es molt útil per l'informació que dona sobre la distribució electrònica en un enllaç.

En un enllaç A-B entre dos àtoms, la densitat electrònica pot estendre's per un igual entre els dos àtoms o bé concentrar-se més cap un dels àtoms que cap a l'altre, aleshores es diu que l'enllaç està "polaritzat". La formació de l'enllaç iònic és un cas límit: la densitat electrònica dels electrons d'enllaç està situada completament sobre un dels àtoms, per exemple el B, un electró de A ha estat transferit completament a B.

La distribució de les densitats electròniques en l'enllaç pot predir-se a partir dels valors de l'electronegativitat de A i B.

a) Què passarà amb la distribució d'aquest núvol electrònic si A i B són el mateix element o bé elements d'electronegativitat molt semblant?

Busca algun exemple en la Base de dades.

Quin tipus d'enllaç tindran aquests elements?

b) Suposa ara que A i B son dos elements amb valors diferents de l'electronegativitat.

Com es distribuirà la densitat dels electrons de l'enllaç?

Busca algun exemple en la base de dades.

Quin tipus d'enllaç s'establirà?

c) Una gran diferència d'electronegativitats afavoreix la formació d'ions i es forma un compost iònic entre A i B.

Busca algún exemple.

Pauling estableix una escala aproximada per determinar quan es forma un enllaç covalent pur, covalent polar o clarament iònic.

Si la diferència d'electronegativitats es igual a 1,7 l'enllaç té un 50 % de caràcter iònic.

Valors més grans de les diferències d'electronegativitat determinen proporcions més grans de caràcter iònic i viceversa.

d) Segons tot el que hem dit fins ara, a quins grups i períodes pertanyen els elements que establiran entre ells enllaç iònic?

Posa exemples.

Idem enllaç covalent pur.

Idem enllaç covalent polaritzat.

2.2. Guia del professor

Requisits previs

En aquestes fitxes es treballen els conceptes de volum atòmic, potencial d'ionització, afinitat electrònica i altres propietats periòdiques; cal, doncs, que l'alumne conegui aquestes propietats i tingui noció del significat de periodicitat així com els conceptes de nombre atòmic, nombre de massa, i configuració electrònica. També és imprescindible un coneixement de la Taula Periòdica dels elements i la seva estructuració en grups i períodes.

D'altra banda, cal un domini de la base de dades i del full de càlcul del Framework.

Objectius

- Familiaritzar-se amb la T.P. i amb la seva estructuració en grups i períodes.
- Treballar la variació periòdica d'algunes propietats i reforçar l'idea de periodicitat.
- Manipular un elevat nombre de dades que cal interpretar i analitzar.
- Relacionar els valors de les propietats periòdiques i les variacions d'aquests valors amb alguns aspectes del comportament químic com ara: ésser o no metall, formar uns o uns altres ions, enllaços etc.

Resum de les activitats proposades

- 1- Definició d'una determinada propietat (volum atòmic, afinitat electrònica, potencial d'ionització, electronegativitat) i estudi de la seva variació periòdica.
- 2- Averiguar el sentit de variació de la propietat definida al llarg d'un grup i al llarg d'un període (llarg i curt).
- 3- Relacionar la propietat definida amb altres propietats dels elements: caràcter metàl·lic, tipus d'ions, tipus d'enllaç dels seus compostos. etc.

3. ELS ELEMENTS DE LA TAULA PERIÒDICA

3.1. Elements estables i radioactius

3.1.1. Guia de l'alumne

1.- Observa els diferents camps de la base de dades per als elements radioactius. T'hauràs fixat que en molts d'ells hi manquen les dades corresponents, cosa que no passa amb els elements estables. A què creus que és degut?.

2.- Filtra de la base de dades els elements radioactius i ordena'ls per l'ordre creixent dels seus nombres atòmics.

A excepció del tecneci, que podem considerar un cas apart, tots els elements radioactius tenen nombres atòmics (Z) alts. Hi ha algun element estable amb un nombre atòmic similar?. Busca'l.

Sembla, doncs, que hi ha una certa relació entre el valor de Z i l'estabilitat.

Quina diries que és?.

Quina explicació li donaries?.

3.- A quins grups i períodes pertanyen els elements radioactius?.

Si es descobrís un nou element lògicament estaria situat a continuació dels que existeixen actualment. Atenent a la seva col·locació, creus que seria estable o radioactiu?.

4.- Filtra els 20 primers elements de la base de dades.

Selecciona els camps "nombre atòmic" (Z) i "nombre de massa" (A). (El nombre de massa d'un isòtop és el nombre de nucleons, protons més neutrons, presents al nucli dels seus àtoms. La dada que trobaràs a la bases de dades correspon a l'isòtop més abundant de cada element).

Confecciona un full de càlcul que et permeti calcular una casella $N = \text{"nombre de neutrons"} = A - Z$ i crea el camp corresponent.

Confecciona un gràfic de línies que representi N en front de Z per als elements filtrats. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

5.- Filtra de la base de dades els elements radioactius i ordena'ls segons l'ordre creixent de llurs nombres atòmics.

Selecciona els camps "nombre atòmic" i "nombre de massa" de la base de dades.

Procedeix com en l'apartat anterior i confecciona també un gràfic de línies que representi N en front de Z. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Dibuixa en ambdós gràfics la diagonal $Z = N$ i compara'ls. Quina conclusió pots treure?.

6.- Filtra de la base de dades els elements descoberts a partir de 1939. Són estables o radioactius?. Per quina raó creus que han estat descoberts en època tan recent?

Durant els anys que seguiren a 1939 es van descobrir un grup d'elements relativament nombrós. Però si et fixes en la data de descobriment de l'últim d'ells podràs constatar que ja fa bastants anys que no s'ha descobert cap element químic. A què creus que és degut?.

Creus probable que es descobreixin nous elements a curt termini?. Et sembla que d'ací a cent anys la llista d'elements químics serà molt més llarga del que és ara?.

3.1.2. Guia del professor

Requisits previs

En aquesta pràctica es treballa sobre l'estabilitat o inestabilitat dels elements químics, per això cal que l'alumne conegui l'existència de la radioactivitat i hagi adquirit els conceptes de nombre atòmic i isòtop; també cal que tingui una idea de la distribució dels elements

en grups i períodes en la Taula de Mendeleiev.

A més, es necessita un domini de la base de dades (saber filtrar i confeccionar gràfics) i del full de càlcul del Framework.

No obstant, els tres primers apartats poden ésser realitzats per alumnes amb un nivell de coneixements inferior (segon de BUP, per exemple), encara que sempre caldrà conèixer què és la radioactivitat i el nombre atòmic d'un element i, per descomptat, saber manipular la base de dades del framework

Objectius

- Fer patent la inestabilitat dels elements radioactius i la dificultat de la seva manipulació.
- Relacionar la inestabilitat amb el tamany del nucli.
- Destacar la importància que té, per a l'estabilitat nuclear, el nombre de neutrons en relació al nombre de protons.
- Fer veure la inutilitat pràctica de l'obtenció de nous elements químics.

Resum de les activitats proposades

- a) Observació d'algunes característiques distintives dels elements radioactius: absència de dades fiables de les seves propietats físiques, dades de descobriment relativament recent, nombres atòmics alts...
- b) Representació gràfica de la relació N/Z , tant pels elements radioactius com per alguns elements d'isòtops estables.

Aclariments

El nombre d'elements que figura en aquesta base de dades és de 103, malgrat que el nombre d'elements químics reconeguts per la I.U.P.A.C. arriba fins al 109. No obstant, hem preferit no incloure els elements de nombre atòmic superior al 103 (Unniqualdi, Unnipenti, etc.) degut a que el seu descobriment ha estat molt disputat i a que la seva vida és tant efímera que no es disposa de dades fiables ni tant sols de la seva massa atòmica.

Malgrat que per aquesta pràctica podia haver estat d'una certa utilitat, la nostra base de dades no inclou informació sobre la vida mitjana dels elements radioactius, això no obstant creiem que les activitats proposades cobreixen els objectius.

En el camp de la "massa atòmica relativa" dels elements radioactius apareixen algunes dades subratllades i altres en negreta. Les dades subratllades corresponen a l'isòtop d'aquest element de vida més llarga, mentre que les que estan en negreta corresponen a

l'isòtop més accessible.

3.2. Els elements i la seva època de descobriment

3.2.1. Guia de l'alumne

3.2.1.1. Elements coneguts a l'antiguitat

1.- Filtra de la base de dades general els elements coneguts des de la prehistòria. (Any ="Prehistòric").

2.- Observa algunes de les seves característiques, com ara estabilitat, accessibilitat, estat físic, caràcter metàl·lic...

Creus que algunes d'aquestes característiques han facilitat que siguin coneguts desde tan antic?

Per què?

3.- Fixa't que entre aquests deu elements n'hi ha 3 dels més abundants a l'Univers i al cos humà i dos dels més abundants a l'escorça terrestre.

Creus que aquesta és la causa de que es coneguessin a la prehistòria?.

Per què?.

4.- Busca en la bibliografia quins, d'entre aquests elements, estan en estat natiu o lliures en l'atmosfera. ESCRIU aquí els seus noms.

5.- Va facilitar el seu descobriment el fet d'esser natiu o no?

6.- El ferro es un dels elements coneguts des de més antic. A partir de quins minerals s'obtenia?. Quina tècnica feien servir?

3.2.1.2. Elements descoberts per electrolisi

1.- Filtra de la base de dades els elements descoberts entre els anys 1803 i 1810.

Visualitza en pantalla els camps

"Descobridor", "Pais", "Caracter metàl·lic", "Potencial d'ionització" i "Configuració electrònica". Imprimeix-ho i engantxa-ho aquí.

2.- Busca en la bibliografia com es va descobrir el calci i quina és la causa de que en pocs anys es descobrissin alguns metalls que actualment són relativament comuns.

3.- Quins valors tenen els potencials d'ionització d'aquests elements?. Son alts o baixos comparats amb els dels seus veïns de la Taula Periòdica?

Creus que formaran ions amb facilitat?. En cas afirmatiu, quins?.

4.- Basant-te en les característiques d'aquests elements, digues per què es van descobrir aquests elements i no pas d'altres per electrolisi?

5.- Quins altres elements es podrien haver descobert per aquesta tècnica?

Els òxids d'alguns d'aquests elements ja eren coneguts per Lavoisier que els havia classificat com a elements degut a la impossibilitat de descomposar-los per les tècniques conegudes en la seva època.

3.2.1.3. Elements descoberts per espectroscòpia

1.- Filtra de la base de dades complerta els elements que es van descobrir entre 1855 i 1865. Escribe aquí els seus noms.

2.- Busca en la bibliografía les aportacions de Bunsen i Kirchoff que van ser la causa dels descobriments de aquests quatre elements.

En anys posteriors es va generalitzar la espectroscopia com a tècnica per al descobriment de nous elements i així es va descobrir al 1875 el gal·li, amb les propietats que Mendeleiev havia previst per a l'element denominat eka-alumini.

3.2.1.4. Elements radioactius

1.- Filtra de la base de dades general els elements descoberts en època recent, per exemple des de 1900. Visualitza el camp "grau d'estabilitat".

Què observes?.

2.- Filtra de la base de dades general els elements dels quals el "grau d'estabilitat" sigui radioactiu.

Ordena'ls per ordre creixent de l'any de descobriment.

A excepció feta de l'urani, descobert al 1789, entre quin marge d'anys van ser descoberts la totalitat d'ells?

Quins son els més antics?

Qui els va descobrir?

3.- El descobriment d'aquests elements pels Curie va iniciar un procés de trobar nous elements i així es descobriren:

3.2.1.5. Elements descoberts per radioactivitat artificial

1.- Abans del 1939, quin era l'element de nombre atòmic més elevat?.

2.- Filtra de la base de dades general els elements descoberts a partir de 1939. Visualitza

els camps "Obtenció" i "Nombre atòmic". Imprimeix-ho i engantxa-ho aquí.

Quina o quines característiques tenen en comú.

Quin es el element es de nombre atòmic més elevat?

Els elements que segueixen l'urani es diuen "Transurànids"

El motiu del descobriment de tots aquests elements va ser l'inici dels experiments amb la denominada "Radioactivitat artificial" al 1934 pels Joliot-Curie.

3.- Visualitza el camp del any del descobriment de aquests elements. Comprobaràs que en un marge molt petit d'anys es varen descobrir tots ells.

Si es descobris un nou element, seria natural o artificial? Per què?

Seria estable o radioactiu?

4.- Busca el any de descobriment dels elements de nombre atòmic:

Z=43.....

Z=61.....

Z=85.....

Z=87.....

Així doncs existeixen 4 elements de nombre atòmic més petit que l'urani però que es van descobrir més tard i són també d'obtenció artificial.

Aquests quatre elements estaven ausents del Sistema Periòdic perquè les indicacions sobre el seu descobriment en diversos minerals no havien estat confirmades. Avui en dia s'han obtingut isòtops de aquests quatre elements per bombardeig mitjançant neutrons i altres partícules.

3.2.2. Guia del professor

Requisits previs

En aquesta fitxa s'estudien els elements de la Taula Periòdica segons l'any, o més ben dit, l'època del seu descobriment.

Es requereix, com en totes les altres, un coneixement del Framework i de l'ús de la Base de Dades (filtrat, selecció d'alguns camps...)

En l'apartat 3.2.1.2., es parla d'electròlisi, com a tècnica de descobriment de nous elements. Cal doncs el coneixement d'aquesta tècnica per a entendre la causa del descobriment d'alguns elements, dels que ja eren coneguts els seus òxids, que Lavoisier havia classificat com a elements.

En l'apartat 3.2.1.3. apareix el terme "espectroscopia". Cal conèixer què és, en què es basa i com s'identifiquen els elements, nous o ja coneguts, per aquesta tècnica.

En els dos apartats següents, es tracta dels elements descoberts gràcies a la Radioactivitat natural i artificial. Fóra bo que els alumnes tinguessin un coneixement d'ambdós descobriments.

En realitat aquestes fitxes podrien ser realitzades per alumnes de nivells no gaire elevats, com ara els últims cursos d'E.G.B. o segon de B.U.P. però sempre que els alumnes tinguin assolits els coneixements anteriors.

Objectius

- Fer notar els tipus d'elements que ja es coneixien en la Prehistòria i alguna de les possibles causes d'aquest coneixement.
- Relacionar el descobriment de nous elements (sempre més d'un) amb l'aparició de noves tècniques per a l'estudi dels materials (electròlisi, espectroscopia...)

- Fer notar les diferències existents entre els elements classificats com a radioactius, entre els que hi ha "Naturals" i "Artificials".

-Fer patent la necessitat d'establir una definició conceptual d'element, ja que la purament operativa de Lavoisier va ser superada amb el descobriment de tècniques noves de laboratori.

Aclariments.

Es podrien haver fet més apartats en la classificació dels elements amb la seva època de descobriment però alguns d'ells ja han estat tractats en apartats precedents (veure 1.1.1) i d'altra banda la relació entre descobriments de nous elements i la de noves tècniques de laboratori ens en sembla prou ben il·lustrada.

3.3. Quantitats i tipus d'elements

3.3.1. Guia de l'alumne

3.3.1.1. Metalls, no metalls i semimetalls

1-Quantitat de metalls, no metalls i semimetalls

-Filtra de la base de dades els elements als que hem assignat el Caràcter metàl·lic = "Metall". Compta quants n'hi ha.

-Idem per als de Caràcter metàl·lic = "No metall".

-Idem per als semimetalls.

Calcula els percentatges de cadascun dels i confecciona un gràfic circular amb les dades anteriors. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Comenta els resultats.

3.3.1.2. Sòlids líquids i gasos

3.3.1.3. Estables i radioactius

3.3.1.4. Altres

3.3.2. Guia del professor

3.4. Abundància dels elements

3.4.1. Guia de l'alumne

3.4.1.1. Els elements més abundants

A la base de dades hi ha tres camps que fan referència a l'abundància dels elements; en ells hi trobaràs dades sobre els elements més abundants a l'Univers, a l'escorça terrestre i al cos humà. La distribució d'elements en l'Univers es presenta sobre la base d'assignar al silici un nombre arbitrari d'àtoms (10.000) i als altres elements el nombre d'àtoms que comparativament els pertorqui. En el cas de l'escorça terrestre i el cos humà l'abundància ve donada en % en pes.

A la Taula només hi ha dades sobre l'abundància dels elements més corrents, els que estan presents en proporcions insignificants no tenen dada.

1.- Hi ha 103 elements químics, són tots ells igualment abundants?.

2.- Fes un filtrat que inclogui els elements més abundants a l'Univers, a l'escorça terrestre i al cos humà. Aquests elements componen pràcticament la totalitat del teu món. Escribe aquí la llista que has obtingut.

Comparats amb la llista completa d'elements químics, creus que els elements més abundants presenten alguna característica en comú?. Quina?.

3.- Què pots dir sobre els nombres atòmics d'aquest elements?.

Busca el que té el nombre atòmic més alt. Escriu aquí el seu nom i el seu nombre atòmic.

4.- Es evident que nosaltres mateixos i el món que ens envolta estem formats per àtoms poc complexes. Però, establim comparacions. Filtra els elements més abundants a l'Univers i ordena'ls per ordre de la seva abundància. Escriu la llista aquí.

5.- Fes el mateix amb els elements més abundants a l'escorça terrestre i al cos humà. Escriu aquí les tres llistes que has obtingut i compara-les.

6.- Quins són els elements que es repeteixen en les tres llistes?.

Aquests elements que es repeteixen són igualment abundants en els tres casos?.

7- La Terra, amb tots nosaltres compresos, et sembla que és representativa com a part de l'Univers?. Diries que som (La Terra i nosaltres) una part important de l'Univers?. Per què?.

8.- Era d'esperar que la composició del nostre cos presentés marcades diferències amb la composició del món exterior. Però pot-ser esperaves que La Terra s'assemblés molt més al conjunt de l'Univers. Quina és per a tu la diferència més marcada entre les dues primeres llistes?.

En efecte, els dos elements que componen el 99% de l'Univers són escassos a l'escorça terrestre. Si a La Terra hi hagués la mateixa proporció d'hidrogen que a l'Univers, el contingut d'hidrogen seria 300.000 vegades més alt. A què creus que es deguda aquesta escassetat?.

9.- La reflexió sobre les dades de l'abundància dels elements ens fan pensar amb els orígens de La Terra. Està clar que els líquids i els sòlids van quedar més cohesionats que els gasos i van ser, a més, més fortament atrets per la gravetat. Però l'oxigen també és un gas i en canvi és força abundant. Com s'explica?. Es que hi ha a l'escorça terrestre dipòsits d'oxigen?

10.- Busca a la base de dades l'abundància a l'escorça terrestre de l'hidrogen, l'heli i l'oxigen i escriu-les aquí:

A que es deu tanta diferència?, es que l'hidrogen i l'heli no formen compostos?.

11.- Encara hi ha una altra dada curiosa. Fixa't en la composició de l'atmosfera:

Nitrogen.....	78%
Oxigen.....	21%
Argó.....	0,93%
Diòxid de carboni...	0,03%

L'atmosfera conté 5,25 parts d'heli i menys d'una part d'hidrogen en 1.000.000 de parts d'aire.

Si tots són gasos, com és que l'hidrogen, que integra el 90% de l'Univers, pràcticament no apareix?. I l'heli, present a l'Univers en un 9%, és a l'atmosfera tan escàs?.

T'ajudarem a contestar la pregunta:

Busca a la base de dades les densitats de l'hidrogen, l'heli, l'oxigen i el nitrogen i escriu-les aquí.

Aquest valor, juntament amb la més alta reaccionabilitat de l'oxigen comparat amb el

nitrogen, ajuden a explicar la composició de l'atmosfera. Fes-ho.

3.4.1.2. L'Univers

1.- Filtra de la base de dades els elements més abundants a l'Univers i ordena'ls segons la seva abundància creixent. Selecciona el camp "abundància a l'Univers", imprimeix-lo i engantxa'l aquí.

2.- Fixem-nos primer en la proporció en que es troba cada un d'ells. Quins comentaris faries?. Es una proporció equili- brada?. Hi ha algun o alguns elements que et cridin l'atenció per algun motiu?.

3.- Fes un gràfic circular que representi l'abundància relativa dels cinc elements més abundants a l'Univers. Imprimeix-lo i engantxa'l aquí.

Per quin motiu només queden representats dos elements al gràfic?.

L'hidrogen compon aproximadament el 90% de l'Univers; l'heli el segueix amb un 9%. Tots els altres elements junts formen el 1% !.

4.- Veus alguna relació entre l'abundància dels elements i el seu nombre atòmic?. Quina?.

5.- Es evident que l'univers està format majoritàriament per un sol element. Et sembla lògic que sigui precisament aquest l'element més abundant?. T'atreveixes a donar una explicació?.

Els científics creuen que la presència majoritària d'hidrogen a l'Univers pot explicar el procés de formació de la matèria que coneixem: els àtoms dels elements es van sintetitzar i s'estan sintetitzant a les estrelles a partir de reaccions de fusió entre àtoms d'hidrogen.

6.- L'abundància de l'heli a l'Univers concorda amb la teoria anterior?. Explica-ho.

7.- L'hidrogen i l'heli componen el 99% de l'Univers. Fixem-nos ara amb els altres elements. Diries que la seva abundància està en relació amb el seu nombre atòmic?.

8.- Els elements de nombre atòmic 3, 4 i 5 no apareixen a la llista; en canvi l'oxigen ($Z=8$) i el ferro ($Z=26$) són més abundants del que es podria esperar. L'explicació rau amb l'estabilitat dels nuclis, els elements més estables seran més abundants del que els pertocaria pel seu Z i viceversa.

Concorda això amb la presència de gasos nobles a la llista i amb la seva abundància?.

3.4.1.3. L'escorça terrestre

1.- Pensa quatre elements que et siguin familiars i busca la seva abundància a l'escorça terrestre. Escribeu aquí llurs noms així com llurs abundàncies.

Segurament els elements que has triat no són gaire abundants, fins i tot pot haver passat que ni tant sols hagi trobat la dada a la taula.

2.- Filtra els tretze elements més abundants a l'escorça terrestre i fes un gràfic circular que representi llurs abundàncies relatives. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

3.- Els elements més abundants a l'escorça terrestre, són els que els homes van conèixer abans?. Per averiguar-ho selecciona el camp "any" (data de descobriment) per als elements més abundants, imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

4.- Filtra ara els elements coneguts des de l'antiguitat i selecciona el camp "ab. escorça". Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

5.- Quines conclusions pots treure comparant les dues llistes?.

Quines creus que són les propietats dels elements que han influït per a que siguin coneguts pels homes com a tals elements?.

3.4.1.4. El cos humà

1.- Filtra els elements més abundants al cos humà i fes un gràfic circular que representi llurs abundàncies relatives. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

2.- Quins d'entre ells són no-metalls?.

3.- Selecciona els tres elements més abundants. Quins són?

4.- Suma les abundàncies de tots tres. Quina part del nostre organisme està formada per aquests elements?.

5.- Per què creus que són tant abundants?. A quina part del cos humà es troben?.

El carboni, degut a la seva estructura atòmica, és la base de tots els compostos que formen els éssers vivents. L'oxigen i l'hidrogen són els elements constituents de l'aigua, substància en el si de la qual tenen lloc les reaccions bioquímiques.

6.- Els altres elements no-metàl·lics presents al cos humà són també, òbviament, importants per a la nostra vida. Busca a la bibliografia en quins teixits es troben.

7.- Quins dels elements més abundants al cos humà són metalls?.

8.- Busca a la bibliografia en quin teixit o teixits es troba cada un d'ells i escriu-ho aquí.

9.- Quina malaltia o malalties s'originen per la carència de cada un d'aquests elements?.

10.- En quins dels aliments que prenem habitualment estan presents aquests elements?.

3.4.2. Guia del professor

Requisits previs

Els coneixements que calen per a poder realitzar aquestes pràctiques són pocs: n'hi haurà prou amb el concepte de nombre atòmic. No obstant, en el transcurs de la pràctica, l'alumne es veurà obligat a relacionar dades, idees i conceptes generals com el d'element, estabilitat i reaccionabilitat. Tot això i la necessitat d'utilitzar la bibliografia fa que la pràctica no sigui fàcilment compresa per alumnes de nivells elementals.

Obviament, també cal una correcta manipulació de la base de dades del framework: efectuar filtrats i ordenacions, seleccionar camps i confeccionar gràfics.

Activitats proposades

3.4.1. a) Filtrar els elements més abundants i reflexionar sobre el fet de la seva simplicitat (Z baixos).

b) Comparar les llistes d'elements més abundants a l'Univers a l'escorça terrestre i al cos humà

c) Buscar l'explicació del baix contingut d'hidrogen i heli a l'escorça terrestre i a l'atmosfera, basant-nos en les seves propietats: estat, densitat, reaccionabilitat...

3.4.2. a) Confeccionar un gràfic circular que reflexi les abundàncies relatives dels diferents elements a l'Univers.

b) Destacar el desproporcionat contingut d'hidrogen i d'heli respecte als altres elements i relacionar-lo amb la formació de l'Univers i l'estabilitat dels àtoms.

3.4.3. a) Confeccionar un gràfic circular que reflexi les abundàncies relatives dels diferents elements a l'escorça terrestre.

b) Buscar l'abundància dels elements coneguts pels homes des de l'antiguitat i la data de descobriment dels elements més abundants. Explicar la no-coincidència en base a les propietats químiques dels elements.

3.4.4. a) Confeccionar un gràfic circular que reflexi les abundàncies relatives dels diferents elements a l'organisme humà.

b) Seleccionar els tres elements més abundants i explicar el perquè d'aquesta abundància.

c) Buscar a la bibliografia quins són els teixits humans que contenen cada un dels elements de la llista, així com també, per als elements metàl·lics, la malaltia originada per la seva carència i els aliments en els quals estan continguts.

Objectius

3.4.1. - Cridar l'atenció sobre el fet que, malgrat la diversitat d'elements químics existent, un percentatge molt alt del món al que pertanyem (inclòs el nostre propi cos), està compost per un nombre molt reduït d'elements.

- Destacar que els elements abundants són sempre poc complexos (Z baixos).

- Fer notar l'insignificància de La terra en l'Univers a partir d'un estudi comparatiu dels elements que la componen.

- Potenciar la capacitat de relacionar idees de l'alumne, fent que busqui explicacions pel diferent contingut d'hidrogen i d'heli en l'Univers i en la escorça terrestre o l'atmosfera.

3.4.2. - Destacar l'alt contingut d'hidrogen a l'Univers.

- Utilitzar les dades de l'abundància dels diferents elements en l'Univers per recolçar una teoria sobre la formació de l'Univers.

3.4.3. - Diferenciar entre abundància i familiaritat.

3.4.4. - Manipular la bibliografia que fa referència al contingut dels diversos elements en l'organisme humà: localització, problemes de carències i aliments adequats.

Aclariments:

- A la base de dades hi ha tres camps que fan referència a l'abundància dels elements; en ells hi trobem dades sobre els elements més abundants a l'Univers, a l'escorça terrestre i al cos humà. La distribució d'elements en l'Univers es presenta sobre la base d'assignar al silici un nombre arbitrari d'àtoms (10.000) i als altres elements el nombre d'àtoms que comparativament els pertocui. En el cas de l'escorça terrestre i el cos humà l'abundància ve donada en % en pes.

- Pel que fa a la composició de l'Univers, hom pot trobar altres dades segons quina sigui la bibliografia consultada. De tota manera la possible variació de les xifres no faria canviar els resultats d'aquestes pràctiques.

- Respecte a l'abundància dels elements a la terra, hauríem preferit donar dades sobre el conjunt del planeta, però aquestes són forçosament resultat d'estimacions que no sempre coincideixen.

- En el transcurs de la pràctica es parla també de la composició de l'atmosfera. Cal recordar que, ja que l'atmosfera és de composició variable, les dades triades es refereixen a la capa més pròxima a la litosfera.

4. ESTUDI DESCRIPTIU DE LA TAULA PERIÒDICA

4.1. Guia de l'alumne

4.1.1. Els elements del grup 1: Alcalins

I.-Introducció:

Et suggerim aquí una sèrie de qüestions per a determinar més o menys exactament algunes de les propietats dels elements del primer grup de la Taula Periòdica, denominats comunment "alcalins".

- Filtra de la base de dades els elements corresponents a aquest grup i escriu aquí els seus noms:

Per realitzar aquest estudi et basaràs en les conseqüències de la posició dels elements dins la Taula Periòdica i en els valors relatius de llurs propietats periòdiques. Si cal, repasa les variacions de les propietats periòdiques al llarg d'un grup i d'un període estudiades en l'apartat corresponent.

II.- Propietats

Recorda com varia el volum atòmic dels elements d'un mateix grup.

Idem al llarg d'un període qualsevol.

- Quin element d'aquest grup serà el de menor volum atòmic?. Quin serà el més voluminos?.

- Si comparem cada un dels elements alcalins amb els altres elements del període a qual pertanyen, què podem dir sobre el seu volum atòmic?.

Recorda ara les variacions de Potencial d' ionització al llarg de qualsevol període i al llarg d'aquest grup.

- Quin element alcalí serà el de menor potencial d'ionització?.
Quin el de potencial d'ionització més alt?.

- Comparats amb els altres elements dels seus períodes respectius, què podríem dir sobre el potencial d'ionització dels alcalins?.

Aquestes dues característiques tenen moltes implicacions en les propietats d'aquests elements:

a) Com seràn les densitats d'aquests elements amb comparació amb les dels seus veïns de la Taula?

Comprova-ho amb els valors de la base de dades. Selecciona el camp "densitat", imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

b) Idem els punts de fusió i ebullició.

III) Estat natural i obtenció.

- Filtra els elements del grup 1 de la base de dades general. Visualitza el camp de les configuracions electròniques. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

Tenint en compte el que hem dit dels valors dels seus potencials d'ionització:

- És probable que es trobin en la Natura lliures com d'altres metalls?. Per què?.

- En quina forma es trobaran preferentment?

Existiràn doncs en la Natura combinats amb altres elements, formant sals binaries.

- Quin serà un bon mètode d'obtenció a partir d'aquestes sals?

IV) Comportament químic.

- Les característiques del comportament químic dels alcalins estan condicionades per la seva configuració electrònica, caracteritzada en tots per....

1.- Caracter metàl·lic

- Filtra els elements del primer grup de la taula periòdica i ordena'ls per ordre creixent de llurs nombres atòmics.

Visualitza només els camps de la configuració electrònica i dels potencials d'ionització.

- A la vista de aquestes dues propietats, seran metalls ó no metalls?. Per què?.

- Tenint en compte el que hem vist en el primer apartat sobre els valors de la densitat, està justificat que sovint se'ls anomeni metalls lleugers?

2.- Tipus d'ions.

- Quin o quins tipus d'ions formaran?. Per què?

- Escriu les fórmules dels ions.

- Quins elements de la taula son isoelectrònics amb aquests ions?

- Que podries dir sobre l'estabilitat d'aquests ions?

3.- Caracter oxidant o reductor

A la vista de la seva configuració electrònica i dels valors de llurs potencials d'ionització, comparats amb els d'altres elements en la Taula Periòdica,

- S'oxidaran o es reduiran?. Per què?.

- Comparats amb els altres metalls, seran oxidats o reduïts més fàcilment o més difícilment?. Per què?.

- Dintre del grup, com variarà el seu caràcter oxidant o reductor?.

- Seran estables les formes oxidades (M^+) d'aquests elements?. Per què?.

- Ordena'ls per ordre d'estabilitat creixent.

4.- Oxids

A la vista dels valors de l'electronegativitat dels metalls alcalins i la de l'oxigen,

- Quin tipus d'enllaç tindran preferentment els òxids d'aquests elements. Justifica-ho.

- Visualitza el camp "Caràcter del òxid". Quin tipus de compostos formaran els òxids dels elements alcalins en dissolució aquosa?

5.- Tipus d'enllaç:

Donat el caràcter metàl·lic d'aquests elements els àtoms que constitueixen el cristall estan units lògicament per enllaç metàl·lic.

- Quan s'uneixen amb altres elements de la taula, per exemple en els clorurs, iodurs, sulfurs, etc, quin tipus d'enllaç trobarem?

- Per què?

4.1.2. Els elements del grup 17: Halògens

I.- Introducció.

Estudiarem aquí les propietats d'un altre grup d'elements dins la Taula Periòdica, denominats "halògens". El nom "halògens" fa referència a la seva extraordinària reactivitat química, ja que ataquen fàcilment els metalls per a formar sals ("halo"=sal, "geno"=formador)

- Filtra de la base de dades els elements corresponents a aquest grup i escriu aquí els seus noms.

De la mateixa manera que has fet amb els "alcalins", per a estudiarlos, sempre et basaràs en la seva posició en la Taula Periòdica i en els valors de les propietats periòdiques d'aquests elements.

Caldria que repassesis les propietats periòdiques i la seva variació al llarg d'un grup i d'un període.

II) Estat natural.

- Filtra els elements del grup 17 de la base de dades general i visualitza el camp de les configuracions electròniques. Imprimeix-lo i enganxa'l aquí.

- Quina pot ser la causa de que els halògens no es trobin lliures en la Natura?

- Quina serà la seva tendència a l'hora de formar enllaços amb altres àtoms?

- Per què?

- En quines combinacions formaran més freqüentment?

- Com es podran obtenir a partir d'aquests compostos?

- Per que creus que existeixen sempre en forma diatòmica, es a dir en molècules X_2 ?.

III) Comportament químic.

Les característiques del comportament químic dels halògens venen donades per la seva configuració electrònica caracteritzada en tots per.....

i) Metalls o no metalls?

- Visualitza el camp "Caracter metàl·lic". Són metalls o no-metalls?. Hi ha alguna excepció?.

- Justifica aquest fet en funció dels potencials d'ionització i de la seva configuració electrònica.

- Dintre del mateix grup, quin serà el més "No metàl·lic"?

- Per què?

ii) Caràcter oxidant o reductor

- Tenint en compte la seva configuració electrònica, i els seus valors dels potencials d'ionització, els més alts del període,
Seran oxidants o reductors?.

Per què?.

- Estableix una escala relativa del seu caràcter oxidant o reductor?. En quina propietat et bases?

- Comparats amb els altres no-metalls, diries que el seu caràcter oxidant o reductor és més fort o més feble?. Per què?.

iii) Compostos amb el hidrogen

- Quin tipus d'enllaç tindran els compostos del halògens amb l'hidrogen?. Per què?.

- Com variarà la polaritat d'aquest enllaç al llarg del grup?.

- Quan aquests compostos es dissolen en aigua, la dissolució serà àcida o bàsica? Per què?

- Com variarà la força d'aquesta acidesa o basicitat al llarg del grup?

iv) Oxids:

- Visualitza el camp "Electronegativitat" i compara els valors de la d'aquests elements amb la de l'oxigen. Què observes?.

- Quin tipus d'enllaç tindran els òxids d'aquests elements?. Per què?.

- Visualitza el camp "Caràcter de l'òxid".

- Quin caràcter tindran les solucions aquoses d'aquests òxids?.

v) Sals:

- Amb quins elements de la Taula Periòdica formaran sals binàries?.

- Quin serà el tipus d'enllaç que tindran aquestes sals?.

- Tenint en compte la seva configuració electrònica, seran estables els ions X ?.

4.1.3. Els elements del tercer període

I.- Introducció

De la mateixa manera que has fet per a dos grups ben diferents de la Taula Periòdica, has de resoldre ara un seguit de qüestions encaminades a determinar propietats dels elements del tercer període.

També et basaràs en la seva posició dintre de la Taula Periòdica i en la variació de les propietats periòdiques d'aquests elements.

II.- Propietats

- Filtra els elements del tercer període de la Taula Periòdica. Escribeu aquí els seus símbols.

- Visualitza el camp de les seves configuracions electròniques i algunes propietats com ara volum atòmic, densitat, p. ebullició...

- Fes gràfics de la variació d'aquestes propietats en funció del seu nombre atòmic. Imprimeix-ne un i enganxa'l aquí.

- Què pots deduir?

III.- Comportament químic.

Com veurem a continuació algunes d'aquestes propietats i la seva variació tenen moltes

implicacions en el comportament químic de aquests elements i en les variacions del mateix que anirem trobant.

1.- Caracter metàl·lic

- Visualitza el camp "Caràcter metàl·lic" d'aquests elements. Són metalls o no-metalls?.

- Quins son metalls,

- Quins no metalls?

- A la vista de les configuracions electròniques i dels valors de les potencials d'ionització, justifica les dades anteriors així com la variació de caràcter metàl·lic al llarg del període.

Anomalies:

- Com varia el Potencial d'ionització al llarg de qualsevol període?

- Visualitza els valors dels potencials d'ionització dels elements d'aquest període. Imprimeix-los i enganxa'ls aquí.

- Quines anomalies observes en la seva variació?

- Justifica-les basant-te en les seves configuracions electròniques.

- Quin element és el de més gran potencial d'ionització?

- Hi ha molta o poca diferència amb l'anterior?

- Per què?

2.- Oxids

- Visualitza el camp "Caracter de l'òxid". Quins dels elements d'aquest període tenen l'òxid bàsic?. Quins el tenen àcid?.

- Per què?.

- Hi ha cap òxid anfòter?. Per què?

- Quin caràcter tindran les solucions aquoses d'aquests òxids?

- Com variarà aquest caràcter al llarg del període?. Justifica-ho.

- Quin tipus d'enllaç tindran els òxids dels elements del tercer període?. Raona-ho

3.- Sals binàries

Ens fixarem en els clorurs, però el que deduirem pot ser aplicable a qualsevol tipus de sal.

- Escribeu les fórmules dels clorurs d'aquests elements.

- A la vista de les "Electronegativitats" d'aquests elements i l'electronegativitat del clor, creus que els clorurs del tercer grup seran iònics o covalents?. Raona la resposta.

- Quines implicacions pot tenir el caracter iònic o covalent d'aquests clorurs en els seus punts d'ebullició, fusió....?

4.1.4. Metalls, no metalls i semimetalls

I.- Els metalls.

En els següents apartats farem un estudi del metalls basant-nos, com sempre, en les seves característiques, determinades per la seva posició en la Taula Periòdica, per tal d'esbrinar les possibles causes de la gran abundància d'elements metàl·lics i d'algunes de les seves propietats.

- Filtra els elements metàl·lics presents a la taula. Quants n'hi ha?.

1) Posició en la Taula periòdica.

- Enumera alguns objectes metàl·lics que facis servir quotidianament.

- De quins metalls estan fets?

Si et fixes en el filtrat d'elements metàl·lics, la teva relació de metalls només inclou una mínima part dels elements als que hem assignat "caràcter metàl·lic" en la Taula Periòdica. És evident que no fem servir culleretes de sodi, ni cotxes de calci etc.

El concepte que tenen els químics de metall, és més ampli que el que volem dir en la vida

quotidiana quan parlem de metall.

- Busca en la bibliografia què es metall.

- La configuració electrònica dels àtoms dels metalls està caracteritzada per.....

- Segons aixó, quin o quins blocs de la Taula Periòdica estaran formats per metalls?

Comprova-ho visualitzant el camp corresponent de la base de dades.

- Quina és la causa de la gran abundància dels metalls a la Taula Periòdica en front dels no metalls i semimetalls?

2) Estat físic

- En el filtrat d'elements metàl·lics, visualitza el camp "Estat Físic". Com són majoritàriament els metalls: sòlids, líquids o gasos?.

- Explica aquest fet en funció de les seves configuracions electròniques, dels seus potencials d'ionització i de les seves electronegativitats que condicionen el tipus d'enllaç establert entre ells.

c) Metalls que es troben en estat natiu.

- Busca en la Bibliografia quins són els metalls que es troben lliures en la Natura. Escriu aquí el seu nom.

- Es Algun d'aquests especialment abundant a l'Univers, a l'escorça terrestre o al cos humà....?.

Així doncs sembla que no hi ha massa relació entre l'abundància d'un metall en la Naturalesa i que es trobi lliure.

- Aleshores, per què creus que estan lliures aquests metalls precisament?

- Per què deu ser que no es troben lliures cap dels elements dels primers grups de la Taula Periòdica?

- Que podríes dir de la reactivitat dels metalls natis a partir de la seva posició en la Taula Periòdica?

II- Els no metalls

1) Posició en la Taula Periòdica

- Fes un filtrat dels elements no metàl·lics de la base de dades. Quants n'hi ha?.

- Escribeu el nom d'alguns elements químics que coneguis i que no siguin metalls.

Hauràs comprovat que la major part dels que has anomenat coincideixen amb els que els químics consideren no metalls.

- En contraposició al que hem dit pels metalls, quina serà la característica fonamental dels no metalls, respecte a la seva configuració electrònica?.

- A quin bloc de la Taula Periòdica pertanyen els no metalls?.

Comprova-ho visualitzant l'apartat corresponent.

2) Estat físic

- En el filtrat dels elements no metàl·lics, visualitza el camp "Estat físic". Son sòlids, líquids o gasos?

- Explica aquest fet basant-te en la seva configuració electrònica i consegüentment en el tipus d'enllaç que formaran en unir-se entre ells.

3) No metalls en estat natiu.

- Busca en la Bibliografia quins elements no metàl·lics es troben lliures a la Naturalesa. Escriu aquí els seus noms.

- Busca a la base de dades, quins d'ells es troben entre els més abundants.

- Hi ha alguna relació entre estar en estat natiu i ser més o menys abundant?

- A quin o quins grups de la Taula pertanyen els no metalls natis?

- Quina es la causa de que els gasos nobles es trobin lliures?

- Hi ha algún halògen entre els no metalls lliures? Per què?

III.- Semimetalls.

1.- Introducció.

Pot-ser seria més correcte anomenar-los semiconductors, ja que la classificació dels elements en metalls, no metalls i semimetalls es fa atenent a la seva conductivitat elèctrica.

Aquests elements, els semimetalls, tenen uns valors de la conductivitat elèctrica intermitjos entre els metalls i els no metalls, però varien molt amb la temperatura.

Es, doncs, un nom una mica ambigu i els diferents autors no es posen d'acord en incloure uns o altres elements en aquest grup.

2.- Posició dins la Taula Periòdica.

Bloc

- Filtra de la base de dades els elements de caracter metal·lic = "Semimetall". Escri aquí els seus noms.

- Visualitza el bloc al que pertanyen tots ells. Quin és?.

- Quina explicació hi trobes?

Grup i període

- Busca per a cadascun d'ells el grup i període al que pertanyen. Anota'ls aquí:

Bloc.	Grup.	Periode.
Si.....		
Ge.....		
Se.....		
Te.....		
At.....		

- Basant-te en el grup i el període al qual pertany cada element, fes un esquema que reflecteixi la seva col·locació en la Taula Periòdica "clàssica".

Com pots veure formen una "diagonal"

Així doncs no hi ha una divisió clara entre metalls i no metalls dins la Taula Periòdica.

Posició en els diferents grups:

- Anota aquí tots els elements dels grups en els que trobem algun semimetall. Escriu en cada cas si es tracta d'un metall, no-metall o semimetall:

Grup 13 Grup 14 Grup 15 Grup 16 Grup 17

- Repassa en l'apartat corresponent com varia el caràcter metàl·lic al llarg d'un grup i d'un període. Justifica en funció d'aquesta variació, la posició que ocupen els semimetalls en cadascun dels grups.

4.2. Guia del professor

Introducció.-

Aquest conjunt de Pràctiques té com a finalitat, estudiar les propietats dels elements químics i d'alguns dels seus compostos relacionant-los amb la posició que ocupa l'element dins la Taula Periòdica.

Requisits previs

- L'alumne ha de conèixer l'estructura de la Taula Periòdica clàssica.
- Cal que l'alumne hagi treballat l'apartat "Estudi d'algunes propietats periòdiques" i que sàpiga què és cadascuna d'elles i com varien al llarg d'un grup i d'un període de la Taula.
- També ha de conèixer conceptes de Química general com ara acidesa, basicitat, oxidació, reducció etc. que apareixen constantment en aquest apartat.
- Necessita un coneixement dels tres tipus bàsics d'enllaç (iònic, covalent i metàl·lic), tipus d'elements que donen cadascun d'ells, propietats dels compostos amb aquests tipus d'enllaç, etc.
- Cal també un coneixement de formulació de compostos senzills, àcids, òxids, hidròxids etc.
- Lògicament és imprescindible un coneixement del funcionament d'una base de dades en Framework.

Amb relació al nivell, considerem adequat tercer de B.U.P.- C.O.U o similar, per als apartats 4.1.1, 4.1.2 i 4.1.3. En canvi el apartat 4.1.4 ens en sembla correcte per als últims cursos d'E.G.B. o els primers nivells o similar.

Objectius.

- L'objectiu general és fer patent la utilitat que té l'estudi de la Taula Periòdica fet fins ara , per a un coneixement de la denominada Química Descriptiva.
- Relaccionar l'estudi de les propietats dels elements amb la seva posició dins la Taula Periòdica.
- Veure la similitud de propietats físiques i químiques (estat natural, obtenció, comportament químic...) dels elements d'un mateix grup. (grups 1 i 17)
- Idem la variació paulatina de les propietats dels elements d'un període. (Tercer període)

- Veure que les propietats dels metalls, no metalls i semimetalls, no són aleatòries sino que estan intimament relacionades amb la seves configuracions electròniques i com a conseqüència amb la seva posició dins la Taula Periòdica.

Resum de les activitats proposades.

Amb algunes diferències en les tres primeres fitxes proposades en relació a l'última, s'han dissenyat els següents tipus d'activitats:

1. Revisió de les qüestions tractades en l'apartat "Estudi d'algunes propietats periòdiques".
2. Determinació de l'estat natural i els mètodes d'obtenció dels elements d'un mateix grup en funció de la seva configuració electrònica.
3. Estudi d'algunes propietats físiques i químiques, com ara punts de fusió i ebullició, densitat, ions que formen..., dels elements d'un mateix grup i d'un mateix període.
4. Tipus de compostos i les seves característiques com a conseqüència de les anteriors.
5. En la fitxa referent a l'estudi dels metalls, no metalls i semimetalls, s'ha variat una mica l'estructura, posant l'accent en:
 - a) La seva posició dins la Taula
 - b) Les conseqüències que té aquesta posició per al seu comportament químic, físic, estat natural etc.

Aclariments i suggeriments.

- D'una banda, convé insistir en la gran sistematització que per a l'estudi de la Química Descriptiva va representar l'ordenació dels elements feta per Mendeleiv, deixant de ser aquest aparatat de la Química un seguit de reaccions, obtencions i propietats sense cap nexa i que s'havien de memoritzar. A més a més, aquesta ordenació va superar el caràcter més o menys empíric d'acumulació de dades que la química descriptiva tenia.

- D'altra banda cal insistir en que aquestes correlacions entre l'estructura electrònica dels elements, que determina la seva posició dins la Taula Periòdica, i les seves propietats físiques i químiques, no passen de ser qualitatives. Només s'ha pogut realitzar una previsió mitjançant càlculs per als àtoms lleugers. La química continua essent una ciència experimental.

- L'elecció dels grups i períodes escollits és aleatòria. El professor pot confeccionar fitxes similars per a l'estudi dels altres grups i períodes de la Taula, així com afegir l'estudi d'altres propietats.

5. BIBLIOGRAFIA

-