GUIA DOCENT · SIMULACIENCIA

Guia docent: simulació d'enllaços químics

Fitxa ràpida

La simulació forma enllaços iònics i covalents àtom a àtom amb el model de capes, i explica amb experiments les propietats dels metalls i dels cristalls. A Catalunya el seu ús principal és a 4t d'ESO, amb aplicacions al bloc de 1r a 3r d'ESO i a Química de 1r de Batxillerat.

Dada	Detall
Enllaç	simulaciencia.es/ca/simulacions/enlaces-quimicos/
Cursos	4t d'ESO (ús principal), 1r a 3r d'ESO, Química de 1r de Batxillerat; repàs puntual a Química de 2n de Batxillerat
Matèria	Física i Química; Química al batxillerat
Durada orientativa	15–20 minuts per tipus d'enllaç amb la simulació projectada
Material	Projector o pissarra digital; funciona al navegador, també al mòbil i a la tauleta, sense instal·lar res. En pantalles estretes el llenç passa a dalt i els controls a sota; al mòbil els àtoms es veuen petits, així que per explicar és millor una pantalla gran
Coneixements previs	Nombre atòmic, distribució dels electrons per capes, metalls i no-metalls, càrrega elèctrica
Accessibilitat	Només té tema fosc, sense selector de tema ni de contrast. Botó «⏸ Pausa» per congelar l'animació

Com funciona la simulació

El desplegable superior de la barra lateral tria el mode: «Enllaç Iònic», «Enllaç Covalent» o «Enllaç Metàl·lic». En els dos primers hi ha tres ranures, «Àtom A», «Àtom B» i «Àtom C», amb un selector i un tauler d'estat sota el llenç. Des d'aquests dos modes s'entra en una vista de cristalls amb el botó corresponent i es torna amb «← Torna a l'enllaç».

Mode	Què controla el docent	Què mostra
Enllaç Iònic	Element de cada ranura (H, C, N, O, F, Li, Na, Mg, S, Cl, K, Ca o «— Buit —») i els botons «Cedeix un electró a B», «Cedeix un electró a A» i «Cedeix un electró a C»	Àtoms amb les seves capes, la càrrega de cadascun, «e⁻ valència: 7 / 8», si assoleix l'octet o el duet i si hi ha atracció amb el veí. En formar-se l'enllaç, la targeta «✔ Enllaç format» dona la fórmula i els ions
Xarxa cristal·lina iònica («Mostra la xarxa cristal·lina →»)	Vista «🧊 Cel·la 3D» o «▦ Capa 2D». A la capa: «⚡ Aplica voltatge», «Força lateral aplicada» de 0 a 150 % de la resistència, «↺ Recompon el cristall» i les caselles «Forces entre els dos blocs» i «Mostra els electrons»	La xarxa real del compost, la proporció d'ions, l'entorn de cada ió, que no condueix en sòlid i com es fractura
Enllaç Covalent	Només no-metalls (H, C, N, O, F, S, Cl). Entre ranures veïnes, els botons «Compartir», «Datiu» i «Recupera»	«e⁻ efectius: 2 / 2», «Enllaços formats» i el parell compartit girant a la zona on se superposen les capes

Mode	Què controla el docent	Què mostra
Cristalls covalents («🔷 Mostra cristalls covalents»)	Cristall: «💎 Diamant», «✏️ Grafit», «◆ Sílice» o «🧊 Gel sec». «⚡ Aplica voltatge» i « 🌡️ Temperatura» de −200 a 4000 °C	Xarxa 3D, tipus de cristall, propietats, vibració de les partícules, canvi d'estat i conducció (només el grafit)
Enllaç Metàl·lic	«Metall»: Na, K, Mg, Ca o Al. «⚡ Aplica voltatge» i «↔ Deforma la xarxa»	Xarxa de 20 cations en un mar de 20, 40 o 60 electrons, la temperatura de fusió, la conducció i la mal·leabilitat

Quatre elements sostenen l'explicació:

- **Els comptadors d'electrons.** Cada ranura mostra la càrrega i el recompte de la capa externa, per exemple «e^- València: 8 / 8» i «✔ Octet assolit». En covalent també compta els electrons compartits.
- **El senyal d'atracció.** Entre ranures veïnes apareix «⚡ Atracció electrostàtica» si les càrregues són oposades i «Sense atracció electrostàtica» si no ho són. Separa la transferència d'electrons de l'enllaç en si.
- **L'entorn en 3D.** A les cel·les 3D es gira arrossegant i un clic en un ió o un àtom en ressalta els veïns. Els veïns que queden fora de la cel·la es dibuixen translúcids, així es veu l'índex de coordinació complet.
- **Els experiments amb missatge.** Voltatge, força lateral, deformació i temperatura escriuen sota la xarxa el que passa, per exemple «Fractura! — el cristall iònic és fràgil».

La targeta desplegable «Descripció» resumeix cada mode i proposa compostos per muntar: NaCl, $MgCl_2$ i Na_2O en iònic; H_2, Cl_2, HCl, H_2O i SO_2 en covalent.

Ús a cada curs

Al bloc de 1r a 3r d'ESO la simulació serveix per introduir la formació d'ions i dels primers compostos; a 4t d'ESO, per comparar els tres enllaços i les seves propietats; a Química de 1r de Batxillerat, per a cristalls, coordinació i enllaç datiu.

Els sabers i els criteris d'avaluació citats són els del currículum de Catalunya: Decret 175/2022 (DOGC núm. 8762, de 29 de setembre de 2022) per a l'ESO i Decret 171/2022 (DOGC núm. 8758, de 22 de setembre de 2022) per al batxillerat. A l'ESO, els sabers de 1r, 2n i 3r formen un sol bloc i cada centre decideix en quin curs treballa cada saber; 4t té el seu propi bloc. Al batxillerat, Física i Química són matèries separades des de 1r. Està previst que a partir del curs 2026-27 la Física i la Química de 1r de Batxillerat es fusionin en una sola matèria, «Física i Química»; quan se'n publiqui el currículum caldrà revisar l'apartat de 1r.

Convé fer la seqüència de 1r a 3r després d'haver treballat l'estructura atòmica, que és al mateix bloc.

1r a 3r d'ESO: ions i primers compostos

12–15 anys · 7th–9th grade als EUA · Year 8–10 al Regne Unit

Sabers. La matèria: «Aplicació dels coneixements sobre l'estructura atòmica de la matèria per entendre la formació de ions...», «Valoració de les aplicacions dels principals compostos químics, la seva formació i les seves propietats físiques i químiques...» i «Ús adequat d'un llenguatge científic comú i universal a través de la formulació i la nomenclatura de substàncies simples, ions monoatòmics i compostos binaris més freqüents mitjançant les regles de nomenclatura de la IUPAC». Habilitats científiques bàsiques: «Ús de diversos entorns i recursos d'aprenentatge científic, com ara el laboratori o els entorns virtuals...».

Criteris d'avaluació. 1.1 (analitzar conceptes i processos interpretant informació en diferents formats, com models, fórmules i símbols) i 3.2 (utilitzar adequadament la formulació i la nomenclatura IUPAC).

El currículum català del bloc de 1r a 3r no anomena l'enllaç químic; entra per la «formació» dels «principals compostos químics» i per la formació d'ions.

Objectius. Explicar com es forma un catió i un anió. Relacionar la càrrega d'un ió amb els electrons guanyats o cedits. Distingir cedir electrons de compartir-los. Escriure la fórmula de compostos binaris senzills.

Seqüència d'explicació (15–20 min).

1. Mode «Enllaç lònic» amb la configuració inicial: A = Na, B = Cl. Llegir els taulers: el Na té «e^- València: 1 / 8» i el Cl «7 / 8». Preguntar què li resulta més fàcil a cadascun.
2. Prémer «Cedeix un electró a B». El Na passa a càrrega + i el Cl a càrrega −, tots dos amb 8 / 8. Apareix «⚡ Atracció electrostàtica» i la targeta dona NaCl. Definir catió i anió.
3. Muntar A = Cl, B = Mg, C = Cl. El tauler del Mg indica «Li falta cedir 2 e^-». Prémer «Cedeix un electró a A» i «Cedeix un electró a C». En surt Mg^{2+} amb dos Cl^- i la fórmula $MgCl_2$: 12 protons i 10 electrons donen càrrega 2+.
4. Canviar a «Enllaç Covalent»: la configuració inicial és H i H, cadascun amb «e^- efectius: 1 / 2». Prémer «Compartir»: tots dos arriben a 2 / 2 i la targeta dona H_2.
5. Muntar A = H, B = O, C = H. L'O comença amb 6 / 8. Prémer «Compartir» entre A i B i entre B i C: l'O arriba a 8 / 8 i en surt H_2O. Remarcar que cap àtom no queda amb càrrega.

4t d'ESO: els tres enllaços i les seves propietats

15–16 anys · 10th grade als EUA · Year 11 al Regne Unit

Sabers. La matèria: «Argumentació i predicció de les propietats macroscòpiques de diverses substàncies (estat, conductivitat, densitat, temperatura d'ebullició i de fusió...) amb relació al tipus de substància i la seva estructura», «Valoració de la utilitat dels compostos químics a partir de les seves propietats en relació amb com es combinen els àtoms...» i «Relació, a partir de la seva configuració electrònica, de la distribució dels elements a la taula periòdica amb les seves propietats fisicoquímiques més importants...».

Criteris d'avaluació. 1.1 (analitzar conceptes i fenòmens interpretant informació en diferents formats i obtenint conclusions fonamentades) i 1.2 (interpretar i predir el comportament de fenòmens quotidians argumentant-lo amb models i teories).

El currículum català no anomena els tres tipus d'enllaç a 4t; l'enllaç iònic, el covalent i el metàl·lic entren en «com es combinen els àtoms» i en la relació entre propietats i estructura.

Objectius. Explicar l'enllaç iònic, covalent i metàl·lic amb el model de capes. Reconèixer que els compostos iònics formen xarxes, no molècules. Justificar la conductivitat, la fragilitat i la mal·leabilitat amb l'estructura. Distingir xarxes covalents de substàncies moleculars.

Seqüència d'explicació (15–20 min).

1. «Enllaç lònic» amb Na i Cl, prémer «Cedeix un electró a B» i després «Mostra la xarxa cristal·lina →». A «🧊 Cel·la 3D» la targeta indica «Tipus clorur de sodi». Fer clic en un Na^+: se'n ressalten els 6 Cl^-. No hi ha molècules de NaCl.
2. Passar a «▦ Capa 2D» i prémer «⚡ Aplica voltatge»: «No condueix en estat sòlid — ions fixos a la xarxa». Treure el voltatge i portar «Força lateral aplicada» al 80 %: «Deformació elàstica». Pujar al 120 %: les capes llisquen i arriba «Fractura! — el cristall iònic és fràgil».

3. Tornar amb «↺ Recompon el cristall», marcar «Forces entre els dos blocs» i moure la força una altra vegada. En lliscar apareixen fletxes vermelles de repulsió entre ions de la mateixa càrrega.
4. Mode «Enllaç Metàl·lic» amb Na: «e^- al mar: 20». Prémer «⚡ Aplica voltatge»: els electrons avancen cap al pol + i surt «⚡ Conductivitat elèctrica». Prémer «↔ Deforma la xarxa»: «L'enllaç no es trenca — mal·leabilitat». Comparar-ho amb la fractura del pas 2.
5. Mode «Enllaç Covalent», botó «🔷 Mostra cristalls covalents». A «💎 Diamant», pujar la temperatura a uns 2000 °C: continua sòlid, perquè es fon a 3550 °C. A «🧊 Gel sec», pujar de −100 °C a −75 °C: «Sublima a −78 °C! Les molècules se separen senceres».
6. Prémer «⚡ Aplica voltatge» a «💎 Diamant» i a «✏️ Grafit». El diamant no condueix; el grafit sí, perquè el quart electró de cada C es mou per la làmina.

Química de 1r de Batxillerat: cristalls, coordinació i enllaç datiu

16–17 anys · 11th grade als EUA · Year 12 al Regne Unit

Sabers. Enllaç químic i estructura de la matèria: «Aplicació de teories sobre l'estabilitat dels àtoms i dels ions: predicció de la formació d'enllaços entre els elements, de la representació d'aquests i de la predicció de les propietats de les substàncies químiques amb relació a la vida quotidiana. Relació propietats-estructura. Comprovació mitjançant l'observació i l'experimentació» i «Utilització de la nomenclatura de substàncies simples, ions i compostos químics inorgànics...».

Criteris d'avaluació. 1.1 (aplicar els models, les lleis i les teories científiques en l'anàlisi de fenòmens fisicoquímics) i 3.3 (emprar diferents formats per interpretar i expressar informació sobre un procés fisicoquímic).

El currículum català de 1r no detalla les estructures de Lewis, els cristalls ni les forces intermoleculars; queden dins de la «representació» dels enllaços i de la «relació propietats-estructura». Apareixen amb nom propi a Química de 2n de Batxillerat.

Objectius. Relacionar la proporció d'ions amb l'estructura i amb l'índex de coordinació. Construir enllaços simples, dobles, triples i datius amb el criteri de Lewis. Comparar xarxes covalents, cristalls moleculars i xarxes metàl·liques.

Seqüència d'explicació (15–20 min).

1. A «Enllaç Iònic», muntar A = Na, B = O, C = Na i cedir un electró de cada Na a l'O. A la xarxa, la targeta diu «Tipus antifluorita», «2 Na^+ per cada O^{2-}» i «2·(+1) + 1·(−2) = 0 → cristall neutre». Cada Na^+ té 4 O^{2-} i cada O^{2-} té 8 Na^+.
2. Repetir-ho amb A = F, B = Ca, C = F: «Tipus fluorita», amb coordinació 8 per al Ca^{2+} i 4 per al F^-. Comparar-ho amb el 6:6 del NaCl i preguntar per què canvia.
3. Muntar $MgCl_2$ (A = Cl, B = Mg, C = Cl): «Tipus clorur de cadmi (laminar)». A «▦ Capa 2D», amb la força al 120 %, les làmines llisquen sense trencar-se. Comparar-ho amb MgO (A = Mg, B = O, dues vegades «Cedeix un electró a B»), que es fractura.
4. A «Enllaç Covalent», muntar A = N, B = N i prémer «Compartir» tres vegades: 8 / 8 i «Enllaços formats: 3». Relacionar-ho amb l'estructura de Lewis del N_2.
5. Muntar el SO_2 (A = O, B = S, C = O): dues vegades «Compartir» entre A i B i una vegada «Datiu» entre B i C. La lent de l'enllaç datiu es tenyeix del color del S i porta una fletxa S→O.
6. A «🔷 Mostra cristalls covalents», triar «◆ Sílice»: «Cada Si està unit a 4 O» i «SiO_2 indica la proporció d'àtoms». Pujar-la per sobre de 1713 °C: «Es trenquen enllaços covalents». Contrastar-ho amb el gel sec, on només es perden forces intermoleculars.

Química de 2n de Batxillerat: repàs puntual

17–18 anys · 12th grade als EUA · Year 13 al Regne Unit

A Enllaç químic i estructura de la matèria › Enllaç químic i forces intermoleculars, la simulació no calcula energies, així que no serveix per a l'«Aplicació del cicle de Born-Haber...» ni per a la «Interpretació de l'energia implicada en la formació de molècules, estructures cristal·lines 3D...». Pot servir de repàs visual de les estructures cristal·lines amb els quatre cristalls covalents. També il·lustra l'«Aplicació dels models del núvol electrònic per explicar les propietats característiques dels cristalls metàl·lics...», tot i que no la teoria de bandes. Convé fer-la servir al costat de l'«Aplicació de les estructures de Lewis i teoria de RPECV...», perquè dibuixa totes les molècules en línia.

Concepcions alternatives que ajuda a corregir

La simulació ataca sobretot dues idees: que l'enllaç és l'electró transferit i que tot són molècules. Cada fila indica la idea prèvia freqüent i com desmuntar-la amb la simulació.

Idea de l'alumnat	Idea correcta	Com mostrar-ho
«L'enllaç iònic és l'electró que passa del metall al no-metall»	La transferència forma els ions; l'enllaç és l'atracció electrostàtica entre ells	Na i Cl abans de cedir: «Sense atracció electrostàtica». Després de «Cedeix un electró a B»: «⚡ Atracció electrostàtica» i «Enllaç iònic · Atracció de Coulomb»
«La sal està formada per molècules de NaCl»	És una xarxa d'ions sense molècules; la fórmula dona la proporció	«Mostra la xarxa cristal·lina →», «🧊 Cel·la 3D», clic en un Na^+: té 6 Cl^- veïns, tots a la mateixa distància
«Cada Na^+ només està unit al Cl^- que ha rebut el seu electró»	Cada ió atrau tots els seus veïns de càrrega oposada	A la mateixa cel·la, clic en un Cl^-: també té 6 Na^+. Amb «Mostra els electrons» a la capa 2D, tots els Cl^- són idèntics
«Els compostos iònics condueixen perquè tenen ions»	En sòlid no condueixen: els ions no es poden desplaçar	«▦ Capa 2D», «⚡ Aplica voltatge»: «No condueix en estat sòlid — ions fixos a la xarxa»
«Totes les substàncies covalents es fonen a temperatures baixes»	Les xarxes covalents tenen punts de fusió altíssims	El «💎 Diamant» a uns 2000 °C continua sòlid; el «🧊 Gel sec» sublima a −78 °C
«En sublimar el gel sec es trenquen les molècules de CO_2»	Se separen molècules senceres; només es vencen les forces intermoleculars	«🧊 Gel sec» de −100 °C a −75 °C: «No es trenca cap enllaç covalent: només les forces febles entre molècules»
«En un metall els electrons només es mouen quan hi ha corrent»	Es mouen sempre a l'atzar; el voltatge hi afegeix un avanç net cap al pol +	«Enllaç Metàl·lic» a «Normal (equilibri)»: electrons en totes direccions. Amb «⚡ Aplica voltatge» avancen junts cap al +
«Si és carboni, el grafit i el diamant es comporten igual»	L'estructura decideix les propietats	«⚡ Aplica voltatge» a «💎 Diamant» («No condueix l'electricitat») i a «✏️ Grafit» («Condueix: els electrons es mouen al llarg de les làmines»)

Simplificacions que convé conèixer

La simulació prioritza comptar electrons i relacionar estructura amb propietats. Per això simplifica els àtoms, les geometries i les energies. Convé conèixer aquestes llicències per no reforçar idees incorrectes sense voler.

1. **Àtoms de Bohr amb capes fixes.** Les capes tenen sempre radis de 36, 60, 84 i 108 píxels i el nucli fa el mateix a tots els elements. La mida no reflecteix el radi atòmic. El K es dibuixa com 2, 8, 8, 1, sense subnivells. A 1r de Batxillerat convé recordar que els orbitals substitueixen aquestes òrbites.
2. **L'octet ho decideix tot.** Un àtom és estable si la seva capa externa té 8 electrons, o 2 a l'H i al Li. No hi ha energies d'ionització, afinitat electrònica ni energia reticular. A més, el docent pot cedir electrons en qualsevol sentit i continuar cedint després de l'octet: llavors el tauler mostra «Excés de 1 e^-» al no-metall o, si un metall n'ha cedit massa (Na^{2+}), «N'ha cedit massa: ha de recuperar 1 e^-». A 2n de Batxillerat cal explicar que el cristall és estable per l'energia reticular.
3. **Com a màxim tres àtoms en línia.** Les ranures només cedeixen o comparteixen amb la veïna, així que es formen compostos MX, M_2X o MX_2. No es poden muntar Li_3N, CH_4 o NH_3, i l'Al només és al mode metàl·lic. El requadre verd d'«Enllaç iònic format!» agrupa els ions com si fossin una molècula: cal matisar-ho abans de passar a la xarxa.
4. **Totes les molècules són lineals.** L'H_2O i el SO_2 apareixen amb els tres àtoms alineats, quan són angulars. «Enllaços formats» compta parells: un enllaç doble en suma 2. El SO_2 amb un enllaç datiu és el model clàssic de Lewis; avui es descriu amb ressonància.
5. **Xarxes iòniques de boles i varetes.** Les distàncies surten de radis iònics de Shannon: per al NaCl, l'aresta és 2·(1,02 + 1,81) = 5,66 Å, davant dels 5,64 Å reals. Les esferes es dibuixen al 55 % del radi iònic per veure'n l'interior, així que la xarxa sembla buida. El CaH_2 es mostra com a fluorita per aproximació i la capa 2D del $CaCl_2$ com un rútil sense deformar.
6. **Força lateral en percentatge.** El lliscador no dona newtons: 100 % és la força màxima que resisteix aquesta interfície segons el model (Coulomb, repulsió de Born amb exponent 9 i Van der Waals). Si se salta de cop gairebé al 100 %, algunes xarxes com Na_2O o CaF_2 es trenquen ja per la inèrcia. Al $MgCl_2$ entre làmines només es calculen forces de Van der Waals i repulsió.
7. **Un metall de joguina.** La xarxa té 5 × 4 = 20 cations i cadascun aporta la seva valència al mar: 20 electrons amb Na o K, 40 amb Mg o Ca i 60 amb Al. Els electrons no xoquen amb els ions i el seu avanç amb voltatge és exageradíssim. En deformar, les dues files superiors llisquen un període complet de la xarxa, arrossegant la seva part del mar d'electrons, de cop i sense dislocacions: en un metall real el lliscament avança a poc a poc.
8. **Temperatura amb un criteri senzill.** La vibració segueix el criteri de Lindemann: l'amplitud és el 10 % de la distància entre veïns multiplicat per √(T / T de canvi), en kelvin. El canvi d'estat passa de cop a una temperatura fixa: 3550 °C el diamant, 3650 °C el grafit, 1713 °C la sílice i −78 °C el gel sec. No hi ha pressió ni calor latent.
9. **Sílice idealitzada.** Es mostra la cristobalita amb els enllaços Si–O–Si rectes i una distància Si–O d'1,55 Å, una mica menor que la real. La mateixa targeta avisa que el quars, més comú, té els mateixos tetràedres SiO_4.

Fitxa d'activitats de l'alumnat

La fitxa d'activitats segueix l'esquema prediu, observa i explica. Cada activitat porta un enllaç a la simulació ja preparada, de manera que funciona a l'aula d'informàtica, amb tauletes o com a tasca a casa. Es descarrega en Word i LibreOffice per adaptar-la.

Curs	Activitats	Durada orientativa
1r a 3r d'ESO	Abans de començar (a, b i c), activitats 1, 2 i 4, problemes 1, 2 i 4 d'Aplica el que has après i Autoavaluació	Una sessió de 50–55 minuts

Curs	Activitats	Durada orientativa
4t d'ESO	Fitxa completa excepte Per ampliar	Dues sessions, o una si les activitats 1 i 2 es fan com a tasca
Química de 1r de Batxillerat	Activitats 3, 5 i 6, Per ampliar i problema 3 d'Aplica el que has après	Una sessió

La taula d'«Abans de començar» recull sis idees prèvies sobre l'enllaç. Convé no corregir-la al principi: l'alumnat hi torna a «Revisa les teves idees». A l'activitat 4 la simulació dibuixa totes les molècules en línia; si es treballa la geometria, cal avisar que l'H_2O és angular.

Solucions

Apartat	Solució
Abans de començar	Totes falses. a) La transferència forma els ions; l'enllaç és l'atracció electrostàtica entre ells (activitat 1). b) És una xarxa d'ions; la fórmula dona la proporció (activitat 3). c) En sòlid els ions estan fixos i no condueixen (activitat 3). d) Les xarxes covalents, com el diamant, es fonen a temperatures altíssimes (activitat 6). e) Es mouen sempre a l'atzar; el voltatge hi afegeix un avanç cap al pol + (activitat 5). f) L'estructura decideix les propietats: el grafit condueix i el diamant no (activitat 6)
Activitat 1	Abans: Na amb càrrega 0 i «e^- valència: 1 / 8»; Cl amb càrrega 0 i «7 / 8»; «Sense atracció electrostàtica». Després: Na amb càrrega + i 8 / 8; Cl amb càrrega – i 8 / 8; «⚡ Atracció electrostàtica». Al Na li resulta més fàcil perdre 1 electró que guanyar-ne 7. El Na^+ és el catió (ió positiu) i el Cl^- l'anió (ió negatiu). Els uneix l'atracció entre càrregues oposades, no l'electró transferit
Activitat 2	Cl, Mg, Cl: el Mg cedeix 2 e^-, un a cada Cl; ions Mg^{2+} i 2 Cl^-; $MgCl_2$. Na, O, Na: cada Na cedeix 1 e^- a l'O; ions 2 Na^+ i O^{2-}; Na_2O. Ca, O: el Ca cedeix 2 e^- a l'O; ions Ca^{2+} i O^{2-}; CaO. Cada Cl només accepta 1 electró i el Mg n'ha de cedir 2; l'O en necessita 2 i cada Na només en cedeix 1. La suma de càrregues és sempre 0: el compost és neutre
Activitat 3	Cada Na^+ té 6 Cl^- veïns i cada Cl^- té 6 Na^+. Voltatge: «No condueix en estat sòlid — ions fixos a la xarxa». 80 %: «Deformació elàstica». 120 %: les capes llisquen i arriba «Fractura! — el cristall iònic és fràgil». No hi ha molècules: la fórmula NaCl indica que hi ha un Na^+ per cada Cl^-. No condueix perquè els ions no es poden desplaçar. En lliscar una capa, queden encarats ions de la mateixa càrrega, que es repel·leixen (fletxes vermelles), i el cristall es trenca
Activitat 4	Dos no-metalls tendeixen tots dos a guanyar electrons; cap no els cedeix, així que els comparteixen. H, H: 1 / 2 cadascun, 1 pulsació, 1 enllaç, H_2. H, O, H: H 1 / 2 i O 6 / 8, 2 pulsacions (A–B i B–C), l'O amb «Enllaços formats: 2», H_2O. N, N: 5 / 8 cadascun, 3 pulsacions, 3 enllaços, N_2. Cap àtom no queda amb càrrega: els electrons es comparteixen en lloc de passar de l'un a l'altre. El N té 5 electrons de valència i li'n falten 3: forma un enllaç triple
Activitat 5	Na: 1 e^- de valència, 20 e^- al mar, 98 °C. Mg: 2, 40, 650 °C. Al: 3, 60, 660 °C. Sense voltatge els electrons es mouen a l'atzar en totes direccions; amb voltatge avancen cap al pol + («⚡ Conductivitat elèctrica»); en deformar, les capes llisquen i l'enllaç no es trenca («mal·leabilitat»). Els metalls condueixen perquè els seus electrons es mouen lliurement per la xarxa. En lliscar, els cations continuen envoltats pel mar d'electrons; al cristall iònic s'encaren càrregues iguals. Com més electrons al mar, més fort és l'enllaç i sol ser més alta la temperatura de fusió (l'Al és l'excepció de la taula: es fon a 660 °C, gairebé com el Mg)
Activitat 6	Diamant: cristall covalent, àtoms de C, es fon a 3550 °C, no condueix. Grafit: cristall covalent laminar, àtoms de C en làmines, sublima a 3650 °C, condueix al llarg de les làmines. Gel sec: cristall molecular, molècules de CO_2, sublima a −78 °C, no condueix. En sublimar no es trenca cap enllaç C=O: només es vencen les forces febles entre molècules. El diamant és una xarxa d'enllaços covalents: per fondre'l cal trencar-ne molts. Al grafit cada C fa servir 3 electrons en enllaços i el quart queda lliure per moure's per la làmina
Aplica el que has après	1) K: 2, 8, 8, 1 → K^+. S: 2, 8, 6 → S^{2-}. K_2S. 2) KCl iònic; Cl_2 covalent; Cu metàl·lic; CO_2 covalent (molecular); CaO iònic. 3) Iònic (és el NaCl): dissolt, els ions queden lliures per moure's. 4) H–Cl, un parell compartit; O=O, dos parells compartits (enllaç doble)

Apartat	Solució
Per ampliar	1) Estructura tipus antifluorita: cada Na^+ té 4 O^{2-} i cada O^{2-} té 8 Na^+; com que hi ha el doble de Na^+ que d'O^{2-}, la coordinació de l'O^{2-} és el doble. 2) A l'enllaç datiu els dos electrons del parell els aporta un sol àtom, aquí el S (fletxa S→O). 3) La sílice és una xarxa covalent: per sobre de 1713 °C es trenquen enllaços covalents Si–O; al gel sec només es vencien forces intermoleculars

Juan Ramón Grijota · SimulaCiencia. Guia publicada amb llicència CC BY-SA 4.0: la pots adaptar i compartir citant-ne l'autoria i amb la mateixa llicència. Versió actualitzada i simulació a simulaciencia.es/ca/guies/enlaces-quimicos/.