Guia docent: simulació d'ajust de reaccions

Fitxa ràpida

La simulació representa les reaccions químiques amb àtoms i molècules: permet ajustar equacions veient com es reorganitzen els àtoms, comprovar amb una balança les lleis de Lavoisier i de Proust, i trobar el reactiu limitant i el rendiment. A Catalunya el seu ús principal és al bloc de 1r a 3r d'ESO i a 4t d'ESO, amb aplicacions a Química de 1r de Batxillerat.

Dada	Detall
Enllaç	simulaciencia.es/ca/simulacions/ajuste-reaccion/
Cursos	1r a 3r d'ESO i 4t d'ESO (ús principal), Química de 1r de Batxillerat; ús puntual a Química de 2n de Batxillerat
Matèria	Física i Química; Química al batxillerat
Durada orientativa	15–20 minuts d'explicació amb la simulació projectada
Material	Projector o pissarra digital; funciona al navegador, també al mòbil i a la tauleta, sense instal·lar res
Coneixements previs	Àtoms i molècules, fórmules químiques senzilles, reactius i productes; a 4t d'ESO i a 1r de Batxillerat, massa molecular i mol
Accessibilitat	Tema fosc, clar i d'alt contrast (botó de la roda dentada, «Aparença»)

Com funciona la simulació

La simulació té tres modes que es trien a la targeta «Mode»: «Ajust (Lavoisier)», «Proporcions definides (Proust)» i «Reactiu limitant i rendiment». En tots tres, cada boleta és un àtom amb el seu símbol i el seu color, i cada grup de boletes unides és una molècula o la unitat fórmula d'un compost iònic. La targeta «Llegenda» mostra els elements de la reacció triada amb la seva massa atòmica.

Mode	Què controla el docent	Què mostra
Ajust (Lavoisier)	«Reacció» (16 equacions en tres grups: «Senzilles», «Combustions» i «Més difícils»). Els coeficients de cada substància, de 1 a 9, amb els botons − i +. Interruptor «Recompte en directe» i botons «✓ Comprova», «▶ Mostra la reacció» i «↺ Tot a 1»	L'equació amb els seus coeficients, les partícules de reactius i productes, el «RECOMPTE D'ÀTOMS» per element amb ✓ o ✗ i una «BALANÇA (MASSA TOTAL)» amb la massa de cada costat
Proporcions definides (Proust)	«Reacció»: set compostos (H_2O, H_2O_2, CO_2, CO, NH_3, FeS i MgO). Quantitat inicial de cada reactiu. Botons «▶ Fes reaccionar», «↺ Reinicia» i «🗑️ Esborra la taula d'experiments»	El recipient amb les partícules, la proporció en massa dels dos elements del compost, la seva composició centesimal, una gràfica de masses combinades i una taula amb cada experiment
Reactiu limitant i rendiment	«Reacció» (set reaccions ajustades). Quantitat inicial de cada reactiu, «Rendiment» del 10 % al 100 % i «La teva predicció: quin reactiu s'esgota?»	El recipient amb les partícules, una taula «Inicial / Canvi / Final» amb la massa final de cada substància, barres de quantitats i els resultats: reactiu limitant, reactiu en excés, producte teòric, producte real i rendiment

En els tres modes, el desplegable «Cada partícula representa» canvia l'escala. Amb «Una molècula o àtom (massa en u)» les quantitats són partícules i les masses, unitats de massa atòmica. Amb «Un mol (massa

en g)» cada partícula dibuixada és un mol i les masses es donen en grams: els nombres no canvien, només la unitat.

Quatre elements sostenen l'explicació:

- **Els àtoms que volen.** Al mode ajust, «▶ Mostra la reacció» porta cada àtom dels reactius a un forat dels productes. Si l'equació no està ajustada, alguns àtoms es queden als reactius envoltats d'un anell vermell (sobren àtoms) o queden forats discontinus als productes (falten àtoms). Al reactor, cada grup de reactius es desfà i els seus àtoms formen els productes.
- **El recompte d'àtoms.** Una fila per element amb els àtoms de reactius i de productes. Amb «Recompte en directe» apagat, la taula i la balança mostren «?» fins que es prem «✓ Comprova».
- **La balança i la barra de massa.** La balança del mode ajust s'inclina cap al costat amb més massa i queda anivellada quan l'equació està ajustada. Al reactor, la barra «MASSA TOTAL AL RECIPIENT» reparteix la massa entre les substàncies, i la seva llargada total no canvia mentre té lloc la reacció.
- **El missatge d'estat.** Sota l'equació apareix «✗ Sense ajustar...», «✓ Equació ajustada: es conserven els àtoms i la massa» o, si els coeficients tenen un divisor comú, «✓ Ajustada, però es pot simplificar».

Al mode Proust i al mode limitant, els controls lliscants de quantitat avancen de coeficient en coeficient: amb $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$, l'hidrogen va de 2 en 2. Així el reactiu limitant sempre s'esgota del tot. El desplegable «Com funciona?», tancat en començar, resumeix els tres modes.

Ús a cada curs

Al bloc de 1r a 3r d'ESO la simulació és el suport de la interpretació submicroscòpica de les reaccions i de les lleis de Lavoisier i Proust com a evidències del model atomicomolecular. A 4t d'ESO serveix per ajustar equacions, combustions incloses, i per als primers càlculs estequiomètrics amb mols. A Química de 1r de Batxillerat dona suport a les lleis fonamentals, la composició centesimal, el reactiu limitant i el rendiment.

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 els apartats de 1r.

A Catalunya l'ajust d'equacions apareix amb nom propi a 4t d'ESO («equació química ajustada»); al bloc de 1r a 3r el currículum parla de la interpretació submicroscòpica de les reaccions i de les lleis de conservació de la massa i de les proporcions definides. La seqüència de 1r a 3r introdueix l'ajust com a manera de veure que els àtoms es conserven; el centre pot deixar l'ajust sistemàtic per a 4t.

Les masses que se citen són les que mostra la simulació, amb les masses atòmiques de la IUPAC arrodonides a dos decimals.

1r a 3r d'ESO: conservació dels àtoms i lleis de Lavoisier i Proust

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

Sabers. El canvi: «Interpretació de les reaccions químiques a escala macroscòpica i submicroscòpica per explicar les relacions de la química amb el medi ambient, la tecnologia i la societat» i «Aplicació de la llei de conservació de la massa i de la llei de les proporcions definides, per utilitzar-les com a evidències

experimentals, i interpretació sobre la base del model atomicomolecular de la matèria». La matèria: «Valoració de les aplicacions dels principals compostos químics, la seva formació i les seves propietats físiques i químiques, així com l'expressió de la quantitat de matèria».

Criteris d'avaluació. 1.2 (interpretar i predir el comportament de fenòmens quotidians relacionant-lo amb models, lleis i teories) i 3.1 (generar i usar dades de formats diversos per interpretar, validar i comunicar informació sobre un procés químic).

Objectius. Ajustar equacions senzilles canviant només els coeficients. Explicar la conservació de la massa amb la conservació dels àtoms. Comprovar que un compost té sempre la mateixa proporció en massa dels seus elements.

Seqüència d'explicació (15–20 min). Si el centre fa un primer contacte amb les reaccions en un curs anterior, n'hi ha prou amb el pas 1 i el pas 3 amb «Formació d'aigua» ja ajustada (2, 1 i 2): «▶ Mostra la reacció» ensenya que els àtoms d'hidrogen i oxigen se separen i es tornen a unir formant una substància nova, sense aparèixer ni desaparèixer. La seqüència completa és aquesta:

1. Mode ajust, «Formació d'aigua» amb tots els coeficients a 1. El recompte marca H 2 davant de 2 ✓ i O 2 davant d'1 ✗; la balança s'inclina: 34,01 u davant de 18,02 u. Prémer «▶ Mostra la reacció»: «✗ Sobren àtoms: 1 O».
2. Preguntar com arreglar-ho. Si algú proposa escriure H_2O_2, explicar que això és aigua oxigenada, una altra substància: la simulació només deixa canviar coeficients. Posar un 2 davant d'H_2O: ara l'oxigen quadra, però l'hidrogen no (2 davant de 4). «▶ Mostra la reacció»: «✗ Falten àtoms: 2 H».
3. Posar un 2 davant d'H_2. Apareix «✓ Equació ajustada: es conserven els àtoms i la massa» i la balança s'anivella: 36,03 u a cada costat. Mostrar la reacció: «✓ Cada àtom troba el seu lloc». Enunciar la llei de Lavoisier.
4. Comptar les partícules de cada caixa: 3 molècules als reactius i 2 als productes. Les estadístiques, en canvi, donen 6 àtoms a cada costat. Es conserven els àtoms i la massa, no les molècules.
5. Apagar «Recompte en directe» i demanar que ajustin «Síntesi de l'amoníac» (1, 3, 2) i «Oxidació del magnesi» (2, 1, 2) abans de prémer «✓ Comprova».
6. Mode Proust, «Aigua (H_2O)», amb els valors inicials (4 H_2 i 4 O_2). «▶ Fes reaccionar»: es formen 4 H_2O i sobren 2 O_2. La taula anota m(O)/m(H) = 7,94. Pujar H_2 a 24 i repetir: es formen 8 H_2O, sobren 16 H_2 i la proporció continua sent 7,94. Els punts de la gràfica cauen sobre la mateixa recta: és la llei de Proust.

4t d'ESO: ajust d'equacions i estequiometria

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

Sabers. El canvi: «Utilització de la informació continguda en una equació química ajustada i de les lleis més rellevants de les reaccions químiques per fer prediccions qualitatives i quantitatives per mètodes experimentals i numèrics...» i «Descripció qualitativa de reaccions químiques de l'entorn quotidià, incloent-hi les combustions...». La matèria: «Càlculs senzills utilitzant la quantitat de matèria en situacions quotidianes i d'especial rellevància i interès...».

Criteris d'avaluació. 1.2 (interpretar i predir el comportament de fenòmens quotidians argumentant-lo amb rigor d'acord amb models, lleis i teories) i 3.2 (utilitzar adequadament les unitats de mesura, les eines matemàtiques i la formulació IUPAC).

El currículum català de 4t no anomena el rendiment d'una reacció; entra en les «prediccions qualitatives i quantitatives» a partir de l'equació ajustada.

Objectius. Ajustar combustions d'hidrocarburs. Interpretar els coeficients com a proporció en mols. Calcular la quantitat de producte a partir de la d'un reactiu i aplicar el rendiment.

Seqüència d'explicació (15–20 min).

1. Mode ajust, «Combustió del metà». Ajustar en l'ordre habitual: primer el carboni (ja quadra), després l'hidrogen (2 davant d'H_2O) i finalment l'oxigen (2 davant d'O_2). La balança queda en 80,04 u a cada costat.
2. «Combustió del propà» amb «Recompte en directe» apagat: l'alumnat proposa els coeficients (1, 5, 3 i 4) i es comproven amb «✓ Comprova». Massa a cada costat: 204,09 u.
3. «Combustió de l'età»: en ajustar l'oxigen surt 7/2 davant de l'O_2; es multiplica tot per 2 i queda 2, 7, 4 i 6. A l'inrevés, si algú ajusta l'aigua amb 4, 2 i 4, la simulació avisa: «✓ Ajustada, però es pot simplificar: divideix els coeficients entre 2».
4. Canviar «Cada partícula representa» a «Un mol (massa en g)». La balança passa a grams amb els mateixos nombres: la massa molar en g/mol coincideix amb la massa molecular en u.
5. Mode «Reactiu limitant i rendiment», «Combustió del metà», amb els valors inicials: 4 mol CH_4 i 10 mol O_2. Demanar el CO_2 que es formarà: 4 mol, és a dir, 176,04 g. Prémer «▶ Fes reaccionar» i comprovar-ho a la taula.
6. Baixar «Rendiment» al 75 % a «Formació d'aigua» (8 mol H_2 i 5 mol O_2). Es formen 6 mol H_2O (108,09 g) de 8 teòrics (144,12 g): «Rendiment = real / teòric · 100 = 75 %».

Química de 1r de Batxillerat: lleis fonamentals, limitant i rendiment

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

Sabers. Reaccions químiques: «Interpretació i aplicació de les lleis fonamentals de la química: relacions estequiomètriques en les reaccions químiques i en la composició dels compostos...», «Identificació i classificació de les reaccions químiques...» i «Aplicació de l'estequiometria de les reaccions químiques en contextos d'aplicacions en els processos industrials més significatius de l'enginyeria química...».

Criteris d'avaluació. 1.2 (resoldre problemes fisicoquímics aplicant els models, les lleis i les teories científiques i expressant adequadament els resultats) i 2.3 (integrar les lleis i les teories conegudes en el contrast d'hipòtesis, aplicant relacions qualitatives i quantitatives entre variables).

El currículum català no anomena la llei de Dalton, el reactiu limitant ni el rendiment; entren en les «lleis fonamentals de la química» i en l'«estequiometria de les reaccions químiques».

Objectius. Relacionar les lleis ponderals amb la teoria atòmica de Dalton. Calcular la composició centesimal. Identificar el reactiu limitant i calcular el producte teòric, l'excés i el rendiment.

Seqüència d'explicació (15–20 min).

1. Mode Proust, «Aigua (H_2O)»: la composició centesimal és 11,2 % H i 88,8 % O, i m(O)/m(H) = 7,94. Fer dos o tres experiments amb quantitats diferents i comprovar que la proporció no canvia.
2. Canviar a «Aigua oxigenada (H_2O_2)»: m(O)/m(H) = 15,87, just el doble de 7,94. Repetir amb «Monòxid de carboni (CO)» (1,33) i «Diòxid de carboni (CO_2)» (2,66). Enunciar la llei de les proporcions múltiples i explicar-la amb àtoms: el segon compost té el doble d'àtoms d'oxigen per cada àtom de l'altre element.
3. Mode «Reactiu limitant i rendiment», «Formació d'aigua», amb els valors inicials (8 H_2 i 5 O_2). Demanar una predicció a «La teva predicció: quin reactiu s'esgota?». Molta gent tria O_2 perquè n'hi ha menys. Fer reaccionar: el limitant és H_2, «En excés: O_2 (només en calen 4 de 5)».
4. Resoldre el mateix cas a la pissarra amb «Un mol (massa en g)»: 16,13 g d'H_2 i 159,99 g d'O_2 donen 144,12 g d'H_2O i sobren 32,00 g d'O_2. La barra de massa total marca 176,12 g abans i després.

5. Posar 8 H_2 i 4 O_2: «Proporció estequiomètrica: no hi ha reactiu limitant ni en excés».
6. Tornar a 8 H_2 i 5 O_2 i baixar «Rendiment» al 75 %: es formen 6 H_2O i queden sense reaccionar 2 H_2 i 2 O_2. Comentar que a la indústria el rendiment baixa per reaccions incompletes, reaccions secundàries i pèrdues en separar el producte.

Química de 2n de Batxillerat: repàs puntual

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

No hi ha un saber específic. Pot servir de repàs abans de la «Igualació pel mètode de l'ió-electró» i dels «Càlculs estequiomètrics i volumetries redox» (Reaccions químiques › Reaccions redox). La simulació només ajusta per temptejos i no treballa el mètode de l'ió-electró; convé recordar que aquest mètode també es basa a conservar els àtoms, i a més la càrrega.

Concepcions alternatives que ajuda a corregir

La simulació ataca sobretot la idea que ajustar és un joc de nombres sense relació amb els àtoms. Cada fila indica la idea prèvia freqüent i com desmuntar-la amb la simulació.

Idea de l'alumnat	Idea correcta	Com mostrar-ho
«Per ajustar es poden canviar els subíndexs»	Canviar un subíndex canvia la substància; només es canvien els coeficients	Mode ajust: només hi ha botons per als coeficients. Mode Proust: H_2O i H_2O_2 tenen proporcions diferents (7,94 i 15,87) perquè són substàncies diferents
«En una reacció es perd massa (quan es crema una cosa, pesa menys)»	La massa total es conserva perquè es conserven els àtoms	«Combustió del metà» ajustada: 80,04 u a cada costat de la balança. Al reactor, la barra de massa total no canvia mentre reacciona
«Si l'equació està ajustada, hi ha les mateixes molècules a cada costat»	Es conserven els àtoms, no les molècules	2 H_2 + O_2 → 2 H_2O: 3 molècules davant de 2, però 6 àtoms a cada costat
«Els coeficients indiquen la proporció en massa»	Indiquen la proporció en partícules o en mols	2 H_2 + O_2: hi ha el doble de molècules d'H_2, però l'O_2 aporta 32,00 u davant de 4,03 u
«El reactiu limitant és el que hi ha en menys quantitat»	És el que s'esgota abans segons la proporció de l'equació	Valors inicials del mode limitant: amb 8 H_2 i 5 O_2, el limitant és H_2
«Si afegeixo més d'un reactiu, sempre es forma més producte»	Si aquest reactiu és en excés, el producte no canvia	Mode Proust, aigua: amb 4 O_2 fixos, passar de 8 a 24 H_2 no canvia les 8 H_2O; només augmenta el que sobra
«Amb un rendiment del 100 % no sobra res»	Amb el 100 % s'esgota el limitant; el reactiu en excés continua sobrant	Valors inicials del mode limitant: sobra 1 O_2 amb rendiment del 100 %
«L'equació està més ben ajustada amb nombres més grans»	S'utilitzen els coeficients enters més petits	«Formació d'aigua» amb 4, 2 i 4: «Ajustada, però es pot simplificar: divideix els coeficients entre 2»

Simplificacions que convé conèixer

La simulació prioritza la conservació dels àtoms i la proporció de l'equació, i per això simplifica la forma de les molècules, el mecanisme i les quantitats. Convé conèixer aquestes llicències per no reforçar idees incorrectes sense voler.

1. **Les molècules són esquemes plans.** Les posicions dels àtoms són aproximades i en dues dimensions: el metà es dibuixa en creu i no com un tetraedre, i els angles d'enllaç no són els reals.
2. **Sòlids iònics, metalls i no-metalls sòlids són partícules soltes.** NaCl, MgO, Fe_2O_3, Al_2O_3, $CaCO_3$, $KClO_3$, FeS, CaO i KCl es dibuixen com una unitat fórmula, tot i que són xarxes cristal·lines. Els metalls (Na, Mg, Al, Fe), el carboni i el sofre apareixen com a àtoms aïllats; el sofre real forma molècules S_8.
3. **Els àtoms volen directament als productes.** No es representen xocs, trencament d'enllaços pas a pas, intermedis ni energia. Per a això hi ha la simulació de velocitat de reacció.
4. **No totes les equacions tenen lloc tal com s'escriuen.** Algunes s'han triat pel seu valor didàctic: l'aigua oxigenada no es fabrica unint H_2 i O_2, i l'NO_2 es forma en dos passos. Tampoc s'indiquen els estats físics ni les condicions.
5. **Les quantitats van de coeficient en coeficient.** Als modes Proust i limitant, cada reactiu es tria en múltiples del seu coeficient (amb un màxim de 24 partícules), perquè el limitant s'esgoti sempre del tot. Al laboratori les quantitats són contínues.
6. **El rendiment es modela aturant la reacció.** Amb un rendiment inferior al 100 %, la reacció s'atura abans i queden sense reaccionar part dels dos reactius. En la realitat també hi influeixen les reaccions secundàries i les pèrdues en separar el producte. A més, el producte real s'arrodoneix a partícules senceres: amb poques partícules el rendiment obtingut pot no coincidir amb el triat, i llavors s'indica «(s'arrodoneix a partícules senceres)».
7. **Un mol per partícula.** Amb «Un mol (massa en g)» cada partícula dibuixada representa $6{,}022 \cdot 10^{23}$ partícules. Les quantitats són sempre nombres enters de mols.
8. **Masses atòmiques amb més decimals que les del llibre.** S'utilitzen les de la IUPAC (H = 1,008; O = 15,999…). Per això m(O)/m(H) a l'aigua surt 7,94 i no 8, com amb H = 1 i O = 16. Convé avisar-ho si l'alumnat comprova els càlculs amb masses arrodonides.
9. **Els coeficients van de 1 a 9.** N'hi ha prou per a totes les equacions de la llista, el coeficient més gran de les quals és 7 (età).

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, activitats 1 a 4, problemes 1 a 3 d'Aplica el que has après, Revisa les teves idees i Autoavaluació	Una sessió de 50–55 minuts
4t d'ESO	Activitats 2, 5 i 6 i Aplica el que has après complet	Una sessió
Química de 1r de Batxillerat	Activitats 4 a 6 i Per ampliar	Una sessió

La taula d'«Abans de començar» recull cinc idees prèvies sobre les reaccions. Convé no corregir-la al principi: l'alumnat hi torna a «Revisa les teves idees».

Solucions

Apartat	Solució
Abans de començar	Totes falses. a) Canviar un subíndex canvia la substància (activitat 1). b) Es conserven els àtoms, no les molècules (activitat 3). c) La massa es conserva; si el gas s'escapa, falta a la balança, però no ha desaparegut (activitat 3). d) Un compost té sempre la mateixa proporció (activitat 4). e) Un s'esgota abans: el limitant (activitat 5)
Activitat 1	1, 1, 1: H 2/2, O 2/1, 34,01 u davant de 18,02 u, «✗ Sense ajustar» i «Sobren àtoms: 1 O». 1, 1, 2: H 2/4, O 2/2, «Falten àtoms: 2 H». 2, 1, 2: H 4/4, O 2/2, 36,03 u a cada costat, «✓ Equació ajustada». H_2O_2 és aigua oxigenada, una altra substància. La balança s'anivella perquè hi ha els mateixos àtoms a cada costat
Activitat 2	$N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$. $2\ Mg + O_2 \rightarrow 2\ MgO$. $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$. $C_3H_8 + 5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$. Ordre còmode: carboni, hidrogen i finalment oxigen, perquè l'O_2 és una substància simple i el seu coeficient no desquadra altres elements
Activitat 3	Reactius: 3 molècules, 6 àtoms, 36,03 u. Productes: 2 molècules, 6 àtoms, 36,03 u. Llei de Lavoisier: en una reacció química la massa total es conserva, perquè els àtoms només es reorganitzen
Activitat 4	$4\ H_2 + 4\ O_2$: $4\ H_2O$, sobren $2\ O_2$. $24\ H_2 + 4\ O_2$: $8\ H_2O$, sobren $16\ H_2$. $8\ H_2 + 12\ O_2$: $8\ H_2O$, sobren $8\ O_2$. m(O)/m(H) = 7,94 sempre: llei de Proust. Sobra un reactiu quan no és en la proporció 2 : 1 en molècules
Activitat 5	Limitant: CH_4. Els 4 CH_4 necessiten 8 O_2 i n'hi ha 10, així que es gasta tot el CH_4 i sobren 2 O_2 (en excés). Es formen 4 CO_2 (176,04 u) i 8 H_2O. No n'hi ha prou: amb 4 CH_4 i 6 O_2 el limitant és l'O_2 encara que hi hagi més molècules, perquè cada CH_4 necessita 2 O_2 (es formen 3 CO_2 i sobra 1 CH_4). El limitant depèn de la proporció de l'equació
Activitat 6	Limitant: H_2 (8 mol necessiten 4 mol d'O_2; en sobra 1 mol). Teòric: 8 mol d'H_2O = 144,12 g. Real: 6 mol = 108,09 g. Rendiment 75 %. Hi ha reaccions secundàries, pèrdues en separar i purificar, i reaccions que no es completen
Aplica el que has après	1) $4\ Fe + 3\ O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3$; $2\ C_2H_6 + 7\ O_2 \rightarrow 4\ CO_2 + 6\ H_2O$. 2) 44 g, llei de Lavoisier. 3) 5 g, llei de Proust. 4) Limitant O_2 (2 mol necessiten 4 mol d'H_2); es formen 4 mol d'H_2O i sobren 2 mol d'H_2
Per ampliar	1) 11,2 % d'H i 88,8 % d'O. 2) A l'H_2O_2, m(O)/m(H) = 15,87, el doble que a l'aigua: relació 2 : 1, llei de les proporcions múltiples de Dalton

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/ajuste-reaccion/.