Ciències generals

Un univers de matèria i energia

Solucions · 5 exercicis

Proves d'accés a la universitat (PAU) de Catalunya. Ordenats del més recent al més antic.
Retalls dels exàmens i pautes oficials (selecat.cat / universitats.gencat.cat).

1. PAU 2026 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 1

Part 1

EXERCICI 1

[1,5 punts en total]

1.1.

[0,5 punts]

La reacció igualada és:

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

1.2.

[0,5 punts]

Per calcular la massa molar de cada reactiu o producte, cal sumar les masses atòmiques relatives dels elements que formen part de cada molècula, multiplicades pel nombre d'àtoms que hi ha de cada element a la molècula en qüestió.

- Massa molar metà (CH_4): 1·12 + 4·1 = **16 g/mol**
- Massa molar oxigen (O_2): 2·16 = **32 g/mol**
- Massa molar diòxid de carboni (CO_2): 2·16 + 1·12 = **44 g/mol**
- Massa molar aigua (H_2O): 2·1 + 1·16 = **18 g/mol**

1.3.

[0,5 punts]

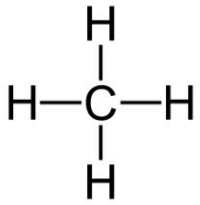
L'enllaç que s'estableix entre el carboni i l'hidrogen a la molècula de metà és un enllaç covalent, ja que tots dos elements pertanyen als no-metalls. Per tal de completar les seves respectives capes de valència i assolir una major estabilitat, comparteixen parells d'electrons.

- Com que el carboni té Z = 6, la seva configuració electrònica és $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$, i per tant té 4 electrons de valència (li faltarien 4 per omplir la cap de valència).
- Per altra banda, l'hidrogen té Z = 1, la seva configuració electrònica és $1s^1$ i té 1 electró a la capa de valència (li faltaria 1 per omplir la capa de valència).

Els alumnes han de veure, a partir de les seves configuracions electròniques, que tots dos elements són no-metalls, i que els elements no-metalls, per arribar a omplir la capa de valència, el que faran és compartir electrons mitjançant la formació d'enllaços covalents.

Un enllaç covalent és aquell on dos elements comparteixen parells d'electrons (on cada element aporta la meitat dels electrons de l'enllaç).

En el cas del CH_4, el carboni establirà 4 enllaços covalents, un per cada àtom d'hidrogen. Així doncs, l'estructura de Lewis del metà és la següent:



EXERCICI 2

[1 punt: 0,5 punts per cada qüestió]

Responeu a DUES de les quatre qüestions següents

2.1.

Els gasos nobles són un grup d'elements químics que tenen la seva capa electrònica de València completa. En conseqüència, són gasos inerts (no presenten reactivitat química) i són gasos monoatòmics (al tenir la capa de València completa, no poden formar enllaços amb cap altre element químic).

Com a exemple poden mencionar l'heli (He), el neó (Ne), l'argó (Ar), el criptó (Kr), el xenó (Xe) o el radó (Rn).

2.2.

- Dos no-metalls: enllaç covalent
- Metall i no-metall: enllaç iònic
- Dos metalls: enllaç metàl·lic

2.3.

El nombre d'Avogadro és el nombre de partícules (molècules, àtoms, ions, etc.) que hi ha en un mol de substància.

2.4.

La Llei de Boyle o Llei de Boyle-Mariotte enuncia que, quan la temperatura d'un gas és constant, el volum que ocupa un gas és inversament proporcional a la seva pressió.

o alternativament,

La Llei de Boyle o Llei de Boyle-Mariotte enuncia que, quan la temperatura d'un gas és constant, el producte entre el volum que ocupa el gas i la pressió que exerceix és constant.

D'acord a aquesta llei, si el volum es redueix a la meitat, la pressió es duplicarà.

2. PAU 2026 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

PART 1 – Un univers de matèria i energia

EXERCICI 1

[1,5 punts en total]

1.1.

[0,5 punts]

La reacció igualada seria:

H_2O_2 (aq) → ½ O_2 (g) + H_2O (l)

O alternativament:

2 H_2O_2 (aq) → O_2 (g) + 2 H_2O (l)

1.2.

[0,5 punts]

Primer s'han de calcular les masses molars del peròxid d'hidrogen (H_2O_2) i de l'oxigen (O_2). Per calcular-les, cal sumar les masses atòmiques relatives dels elements que formen part de cada molècula, multiplicades pel nombre d'àtoms que hi ha de cada element a la molècula en qüestió:

H_2O_2: 2·1,0 + 2·16,0 = 34,0 g/mol

O_2: 2·16,0 = 32,0 g/mol

Després, amb factors de conversió (tots encadenats o pas a pas), es passa de grams de H_2O_2 a grams de O_2 (passant per l'estequiometria de la reacció).

$$0{,}5\ g\ H_2O_2 \cdot \frac{1\ mol\ H_2O_2}{34\ g\ H_2O_2} \cdot \frac{{}^1/_2\ mol\ O_2}{1\ mol\ H_2O_2} \cdot \frac{32\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2} = \mathbf{0{,}235\ g\ O_2}$$

1.3.

[0,5 punts]

L'enllaç que s'estableix entre l'oxigen i l'hidrogen a la molècula d'aigua és un enllaç covalent, ja que tots dos elements pertanyen als no-metalls. Per tal de completar les seves respectives capes de valència i assolir una major estabilitat, comparteixen parells d'electrons.

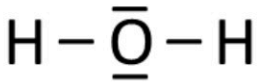
- Com que l'oxigen té Z = 8, la seva configuració electrònica és $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$, i per tant té 6 electrons de valència (li faltarien 2 per completar la capa de valència).

- Per altra banda, l'hidrogen té Z = 1, la seva configuració electrònica és $1s^1$ i té 1 electró a la capa de valència (li faltaria 1 per completar la capa de valència).

Els alumnes han de veure, a partir de les seves configuracions electròniques, que tots dos elements són no-metalls, i que els elements no-metalls, per arribar a completar la capa de valència, compartiran electrons mitjançant la formació d'enllaços covalents.

Un enllaç covalent és aquell on dos elements comparteixen parells d'electrons (on cada element aporta la meitat dels electrons de l'enllaç).

En el cas de l'aigua H_2O, l'oxigen establirà 2 enllaços covalents, un per cada àtom d'hidrogen. Així doncs, l'estructura de Lewis de l'aigua és la següent:



Es pot fer servir per representar els parells d'electrons no enllaçants tant "-" com "··" (doble punt).

EXERCICI 2

[1 punt: 0,5 punts per cada qüestió]

Responeu a DUES de les quatre qüestions següents

2.1.

- L'ió té nombre atòmic Z = 9. Això vol dir que té 9 protons.
- El nombre màssic és A = 19, que és la suma de protons (que són 9) i neutrons. Això vol dir que tindrà 10 neutrons.
- Com que l'ió té càrrega (-1), això vol dir que l'àtom tindrà un electró més que protons. Com que tenia 9 protons, tindrà 10 electrons.

2.2.

El clorur de sodi és una sal formada per un element metall (el sodi Na^+) i un element no-metall (el clorur Cl^-). La unió entre aquests dos elements és un enllaç iònic, i en estat sòlid això dona lloc a la formació d'un cristall, que és una estructura ordenada on els cations (carregats positivament) i els anions (carregats negativament) es mantenen units entre ells mitjançant atracció electroestàtica.

Quan un sòlid amb enllaç iònic rep un cop, les capes del cristall iònic es desplacen les unes sobre les altres, els ions canviaran de posició, i ions del mateix signe (+ amb +, - amb -) s'enfrontaran i provocarà repulsió electroestàtica. Això deriva a escala macroscòpica en trencament en trossos per allà on la sal ha rebut l'impacte.

O alternativament,

Si s'aplica una força sobre el cristall iònic, les capes dels ions llisquen i queden ions del mateix signe enfrontats. La repulsió entre càrregues del mateix signe fa que el cristall es trenqui (no es deforma).

2.3.

El procés de passar de l'estat sòlid a l'estat gasós sense passar per l'estat líquid rep el nom de **sublimació**.

L'**entropia** és una mesura del desordre del sistema. Com més desordenat estigui un sistema, més gran serà el seu valor d'entropia *(qualsevol de les dues explicacions serveix).*

L'estat sòlid és l'estat on les partícules que el formen estan més ordenades: totes les molècules estan unides per forces de cohesió intenses, que és el que permet que es formi l'estructura sòlida. En canvi, l'estat gasós és l'estat on les forces de cohesió entre les partícules són pràcticament inexistents (o directament nul·les), i per tant les molècules tenen total llibertat per moure's, i estan totalment desordenades. Per tant, l'entropia serà més gran a la fase gasosa que a la sòlida, i per tant durant la sublimació l'entropia augmentarà.

2.4.

La llei de Lavoisier o de conservació de la massa estableix que, en una reacció química, la massa total dels reactius és igual a la massa total dels productes, ja que la matèria no es crea ni es destrueix, només es transforma.

3. PAU 2026 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 1

PART 1 – Un univers de matèria i energia

EXERCICI 1

[1,5 punts en total]

1.1.

[0,5 punts]

Com que la reacció ja està igualada, tenim:

$$10\ mol\ CO_2 \cdot \frac{1\ mol\ C_8H_{18}}{8\ mol\ CO_2} = \mathbf{1,25\ mol\ C_8H_{18}}$$

1.2.

[0,5 punts]

Per calcular la massa molar de cada reactiu o producte, cal sumar les masses atòmiques relatives dels elements que formen part de cada molècula, multiplicades pel nombre d'àtoms que hi ha de cada element a la molècula en qüestió.

Massa molar octà (C_8H_{18}): 8·12 + 18·1 = **114 g/mol**

Massa molar molècula d'oxigen (O_2): 2·16 = **32 g/mol**

1.3.

[0,5 punts]

$$1\ g\ C_8H_{18} \cdot \frac{1\ mol\ C_8H_{18}}{114\ g\ C_8H_{18}} \cdot \frac{^{25}/_{2}\ mol\ O_2}{1\ mol\ C_8H_{18}} \cdot \frac{32\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2} = \mathbf{3,51\ g\ O_2}$$

EXERCICI 2

[1 punt: 0,5 punts per cada qüestió]

2.1.

Els isòtops d'un element químic es defineixen com àtoms que tenen el mateix nombre atòmic (nombre de protons), però diferent nombre màssic (nombre de protons més neutrons).

2.2.

$1s^2$

Sí te la capa de València completa, ja que l'heli a la seva capa de València només pot tenir 2 electrons ja que només pot posar-los a l'orbital $1s^2$.

2.3.

L'entropia és una mesura del desordre del sistema. Quan més desordenat estigui un sistema, més gran serà el seu valor d'entropia *(qualsevol de les dos explicacions serveix).*

Com que les molècules d'aigua a la fase sòlida tenen una configuració més ordenada que a la fase líquida, l'entropia serà més gran a la fase líquida que a la sòlida.

2.4.

Els enllaços iònics es produeixen per transferència d'electrons.

Els enllaços iònics s'estableixen entre un àtom metall i un no-metall.

4. PAU 2025 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 1

PART 1

Exercici 1

(1,5 punts)

1.1.

1. Síntesi de l'amoníac:



El nombre d'àtoms de nitrogen als reactius és igual al nombre d'àtoms de nitrogen als productes (= 2 àtoms de nitrogen). Per tant, els àtoms de nitrogen estan igualats.

El nombre d'àtoms d'hidrogen als reactius és igual al nombre d'àtoms d'hidrogen als productes (= 6 àtoms d'hidrogen). Per tant, els àtoms d'hidrogen estan igualats.

La reacció està igualada.

2. Síntesi de la urea:



El nombre d'àtoms de nitrogen als reactius és igual al nombre d'àtoms de nitrogen als productes (= 2 àtoms de nitrogen). Per tant, els àtoms de nitrogen estan igualats.

El nombre d'àtoms d'hidrogen als reactius és igual al nombre d'àtoms d'hidrogen als productes (= 6 àtoms d'hidrogen). Per tant, els àtoms d'hidrogen estan igualats.

El nombre d'àtoms de carboni als reactius és igual al nombre d'àtoms de carboni als productes (= 1 àtom de carboni). Per tant, els àtoms de carboni estan igualats.

El nombre d'àtoms d'oxigen als reactius és igual al nombre d'àtoms d'oxigen als productes (= 2 àtoms d'oxigen). Per tant, els àtoms d'oxigen estan igualats.

La reacció està igualada.

1.2.

- Massa molar del diòxid de carboni (CO_2): 2·16 + 1·12 = 44 g/mol.

- Massa molar de la urea ($CO(NH_2)_2$): 1·12 + 1·16 + 2·14 + 4·1 = 60 g/mol

$$1\ g\ CO_2 \cdot \frac{1\ mol\ CO_2}{44\ g\ CO_2} \cdot \frac{1\ mol\ CO(NH_2)_2}{1\ mol\ CO_2} \cdot \frac{60\ g\ CO(NH_2)_2}{1\ mol\ CO(NH_2)_2} = 1{,}36\ g\ CO(NH_2)_2$$

1.3.

- Sostenibilitat: reducció de l'impacte al medi ambient del CO_2 generat per la crema de combustibles fòssils o per diversos processos industrials.

- Economia circular: reaprofitament de subproductes industrials com el CO_2 en altres processos que els necessitin com a reactius (síntesi de la urea).

Exercici 2:

(Cada pregunta val 0,5 punts.)

2.1.

Quan escalfem una substància com l'aigua, es desencadenen canvis a escala microscòpica que es poden descriure mitjançant la teoria cineticomolecular de la matèria. L'aplicació de calor subministra energia tèrmica, que és absorbida per les molècules, i n'incrementen l'energia cinètica. Això provoca que es moguin més ràpidament i que augmenti la distància que les separa. Quan s'arriba a la temperatura del punt d'ebullició, les molècules posseeixen prou energia per vèncer les forces d'atracció intermoleculars, i provoquen un canvi d'estat, de líquid (aigua líquida) a gas (vapor d'aigua).

2.2.

Com l'àtom és neutre, el nombre atòmic *Z* és igual al nombre d'electrons que presenta l'àtom i que es distribueixen en nivells creixents d'energia. El nombre total d'electrons es pot calcular a partir de la suma dels exponents de la configuració electrònica. El nombre atòmic *Z* d'aquest àtom és **2+2+6+2+6+2+10+3 = 33**.

2.3.

- **Substància simple**: substància pura formada per àtoms d'un únic element. Són substàncies simples el ferro (Fe) i l'oxigen molecular (O_2).

- **Compost**: substància pura formada per àtoms de més d'un element, combinats en proporcions fixes. Són compostos l'aigua (H_2O), el clorur de sodi (NaCl) i el diòxid de carboni (CO_2).

2.4.

- El nombre atòmic (Z) indica el nombre de protons i en aquest cas $Z = 11$. Per tant, el nombre de **protons** és **11**.

- El nombre màssic (A) indica la suma de protons i neutrons, i en aquest cas $A = 23$. Si se sap que el nombre de protons és 11, el nombre de **neutrons** és 23 – 11 = **12**.

- El nombre d'electrons en un àtom neutre coincideix amb el nombre de protons. En aquest cas, com que és un catió amb càrrega 1+, ha perdut un electró, de manera que el nombre d'**electrons** és 11 – 1 = **10**.

5. PAU 2025 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

PART 1

EXERCICI 1 (1,5 punts)

1.1.

En primer lloc, cal equilibrar els àtoms d'oxigen: en tenim 2 als reactius i 1 als productes, per la qual cosa cal afegir un coeficient estequiomètric 2 als productes.

$$H_{2\ (g)} + O_{2\ (g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

Seguidament, en tenir 2 àtoms d'hidrogen als reactius i 4 als productes, cal afegir un coeficient estequiomètric 2 a l'hidrogen. Afegint-hi aquests coeficients, la reacció equilibrada és:

$$2H_{2\ (g)} + O_{2\ (g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

1.2.

$$1\ g\ H2 \cdot \frac{1\ mol\ H2}{2\ g\ H2} \cdot \frac{2\ mol\ H2O}{2\ mol\ H2} \cdot \frac{18\ g\ H2O}{1\ mol\ H2O} = 9\ g\ H2O$$

1.3.

La síntesi química de l'aigua

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

és una reacció exotèrmica que desprèn una gran quantitat d'energia, tal com diu l'enunciat inicial. Si la quantitat de reactius és gran, es desprendrà una gran quantitat d'energia. En el cas del dirigible LZ 129 Hindenburg, considerant el gran volum d'hidrogen utilitzat i la presència d'oxigen a l'atmosfera, es va produir la reacció, provocant una gran explosió. Hauria estat preferible emprar un altre gas, com per exemple, un gas noble com l'heli. Tot i que l'heli és menys lleuger que l'hidrogen, té l'avantatge de no ser inflamable, ja que els gasos nobles tenen una reactivitat extremadament baixa. En conclusió, aquest accident es podria haver evitat si el raonament científic hagués prevalgut per damunt de les aspiracions polítiques de propaganda del partit nazi alemany.

EXERCICI 2 (cada pregunta val 0,5 punts)

2.1.

Els enllaços iònics es produeixen per cessió d'electrons, mentre que en els covalents es comparteixen electrons entre els àtoms implicats en l'enllaç. Els enllaços iònics s'estableixen entre un àtom metàl·lic i un no-metàl·lic, mentre que els covalents s'estableixen entre àtoms no-metàl·lics.

2.2.

El nombre atòmic (Z) indica el nombre de protons que té un àtom. Si aquest àtom és neutre, també indica el seu nombre d'electrons. En canvi, el nombre màssic (A) fa referència a la suma del nombre de protons i de neutrons (nombre de nucleons) d'un àtom.

2.3.

Com que es tracta d'un àtom neutre, el nombre d'electrons és el mateix que el nombre de protons (Z = 15). La configuració electrònica és $\mathbf{1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3}$.

2.4.

L'entropia és una variable termodinàmica que mesura el grau de desordre d'un sistema. En el cas d'una substància, el sistema es caracteritza per la velocitat i posició de les seves partícules. En una substància en estat sòlid, les partícules tenen menor rang en la seva distribució de posicions i velocitats, ja que estan fixes. Per tant, l'entropia d'un sòlid és més baixa que la mateixa substància en estat gasós perquè presenta major ordre i, en conseqüència, menor entropia. En estat gasós, en canvi, les partícules tenen una major llibertat de moviment i, per tant, presenta menor ordre i la seva entropia és major.