1A. (2 punts)

a) Atesos l'escassetat i el preu tan elevat dels derivats del petroli, es pensa en el dihidrogen com el combustible que podria substituir-los. El dihidrogen reacciona amb l'oxigen i produeix energia mitjançant el procés químic següent:

$$2\ H_{2\ (g)} + O_{2\ (g)} \rightarrow 2\ H_2O_{\ (l)} \quad \text{amb} \quad \Delta H < 0$$

Figura 1. El dihidrogen, combustible del futur?

i) Justifica que es tracta d'una reacció d'oxidació-reducció.
ii) Explica, de forma raonada, si aquesta reacció química és espontània a temperatures baixes.

a)

i)

Es una reacción redox ya que se produce una variación en los números de oxidación. El hidrógeno pasa de número de oxidación 0 a +1 y el oxígeno de número de oxidación 0 a -2

ii)

Para que la reacción sea espontánea $\Delta G<0$ y $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. Se trata de una reacción exotérmica ya que la entalpía $\Delta H<0$. La entropía ΔS, es negativa ya que $\Delta S = S_{productos} - S_{reactivos}$. La entropía es una medida del desorden y en esta reacción los productos están en estado líquido con mayor orden que el estado gaseoso de los productos. Por tanto a temperaturas bajas ΔG será negativa y la reacción será espontánea.

b)

ácido propanoico y cloruro de potasio

2A. (2 punts) El fosgen ($COCl_2$) és un compost utilitzat en la fabricació de polímers, en metal·lúrgia, en la indústria farmacèutica i en la fabricació d'alguns insecticides. Es pot obtenir a partir de monòxid de carboni i de diclor, segons la reacció química ajustada següent:

$$CO_{(g)} + Cl_{2\,(g)} \rightleftarrows COCl_{2\,(g)}$$

Introduïm una mescla de 2 mols de $CO_{(g)}$ i 5 mols de $Cl_{2\,(g)}$ en un reactor buit i tancat i posteriorment l'escalfam fins a 350 K. Quan s'assoleix l'equilibri químic, s'observa que al reactor hi ha una pressió total de 17,4 atmosferes i que ha reaccionat 1 mol de $CO_{(g)}$.

a) Determina el volum del reactor.
b) Escriu les expressions per a les constants d'equilibri Kc i Kp per a aquesta reacció i determina els seus valors a 350 K.
c) La mescla gasosa anterior es transvasa a un reactor de menys volum i es deixa que el sistema assoleixi de nou l'equilibri químic a 350 K. Com afecta aquesta modificació al nombre total de mols de fosgen? Raona la resposta.

a)
Hacemos una tabla para la evolución del número de moles de la reacción. De CO reaccionaran los mismos que de Cl_2 y se formarán los mismos de $COCl_2$

	CO	Cl_2	$COCl_2$
inicial	2	5	0
reaccionan	1	1	0
equilibrio	1	4	1

Con la presión total en el equilibrio y el número total de moles en el equilibrio (1+4+1=6) podemos determinar el volumen del recipiente a partir de la ecuación del gas ideal.

$$P_T \cdot V = n_T \cdot R \cdot T \;\Rightarrow\; 17.4 \cdot V = 6 \cdot 0.082 \cdot 350 \;\Rightarrow\; V = \frac{172.2}{17.4} = 9.9\ L$$

Solución: $\boxed{9.9\ L}$

b)

$$K_c = \frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]} = \frac{\left(\frac{1}{9.9}\right)}{\frac{1}{9.9}\frac{4}{9.9}} = 2.475 \qquad K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 2.475(0.082 \cdot 350)^{-1} = 0.086$$

Solución: $\boxed{K_c = 2.475\ ,\ K_p = 0.086}$

c)
Si disminuye el volumen aumenta la presión total y según el principio de Le Chatelier el equilibrio se desplazará hacia donde haya menos moles gaseosos, en este caso hacia los productos. Aumenta el número de moles de fosgeno.

3A. (2 punts)

a) Escriu la configuració electrònica dels ions O^{2-} i N^{2-}. Quin dels ions anteriors serà més estable? Raona la resposta.
b) Els valors de les energies reticulars dels composts LiF i CsF són -1000 i -700 $kJ \cdot mol^{-1}$, respectivament. Justifica la diferència entre els valors de l'energia reticular del LiF i del CsF.
c) Explica la geometria de la molècula CCl_4 segons la TRPECV.

a)
O^{2-} $1s^2 2s^2 2p^6$ N^{2-} $1s^2 2s^2 2p^5$. El O^{2-} será más estable ya que ha alcanzado la configuración electrónica de gas noble.

b)
La energía reticular, entendida como energía para separar los iones de la red, es proporcional a la carga de los iones e inversamente proporcional a su tamaño. En este caso la carga de los iones es la misma. El ion de cesio es mayor que el de litio y por tanto la energía reticular del CsF (700 kJ/mol) será menor que la del LiF (1000 kJ/mol).

c)
El carbono tiene 4 electrones de valencia que usa para enlazar con los cuatro átomos de cloro. Los enlaces, según la TRPECV, están lo más separado posibles. En el caso de 4 enlaces la geometría de la molécula es espacial y se denomina tetraédrica. El C permanece en el centro de un tetraedro con los vértices ocupados por los átomos de Cl.

4A. (2 punts) Al laboratori disposam de tres vasos de precipitats (A, B i C) que contenen 50 mL de solucions aquoses de la mateixa concentració, a una temperatura de 25 ºC. Un dels vasos conté una solució de HCl, un altre conté una solució de KCl, i un altre, una solució de l'àcid feble CH_3CH_2COOH. Mesuram el pH de les tres solucions i obtenim els resultats següents:

Vas de precipitats	A	B	C
pH mesurat	7,0	1,5	4,0

a) Identifica el contingut dels vasos A i C. Justifica la resposta.
b) Si afegim 100 mL d'aigua destil·lada a cada un dels vasos i mantenim la temperatura a 25 ºC, augmentarà, disminuirà o es mantindrà el pH dels vasos A i B? Explica de forma raonada la resposta.

a)
A es una disolución neutra y por tanto corresponde a la sal KCl. Es una sal de ácido fuerte HCl y base fuerte fuerte NaOH y por tanto no hidroliza y resulta neutra.
C es un ácido débil que nos dicen que es el ácido propanoico.

b)
C no cambiará su pH al ser una disolución neutra.
A y B disminuirán su concentración, por tanto la de H_3O^+ y por tanto aumentará su pH.

5A. (2 punts) L'equació de velocitat del següent procés $A + B \rightarrow C$ és $v = k \cdot [A]^2$.

Indica de manera raonada si les afirmacions següents són vertaderes o falses:

a) Quan es duplica la concentració d'A al procés anterior, la velocitat de reacció també es duplica.
b) La constant de velocitat depèn de la temperatura.
c) Les unitats de la constant de velocitat de l'expressió anterior es poden expressar en forma de $L^2\ mol^{-1}\ s^{-1}$.
d) Si un catalitzador augmenta la velocitat de reacció, l'energia d'activació del procés també augmenta.

a) Falso
Se cuadruplicará la velocidad ya que la relación entre la velocidad y la concentración de A es cuadrática, no lineal.

b) Verdadero
La constante de velocidad aumenta al aumentar la temperatura.

c) Falso
Las unidades de la constante de velocidad son $L \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$.

d) Falso
Una catalizador aumenta la velocidad de reacción porque disminuye la energía de activación.

1B. (2 punts) En el laboratori, es requereixen 30,0 mL d'una dissolució 0,5 M d'hidròxid de sodi (NaOH) per neutralitzar 20,0 mL d'una dissolució d'àcid acètic (CH_3COOH) de concentració desconeguda.

a) Escriu la reacció química que té lloc durant el procés de la neutralització.
b) Calcula la molaritat de la dissolució inicial d'àcid acètic.
c) Descriu el procediment experimental i indica el material necessari per dur a terme la valoració àcid-base.

a)
El ácido reaccionará con la base para dar sal y agua

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

b)
En el punto de equivalencia todo el ácido ha sido neutralizado.

$$30\ ml \cdot \frac{0.5\ moles\ NaOH}{1000\ ml} \cdot \frac{1\ mol\ CH_3COOH}{1\ mol\ NaOH} = 1.5 \cdot 10^{-2}\ moles\ CH_3COOH$$

$$M = \frac{1.5 \cdot 10^{-2}\ moles}{20 \cdot 10^{-3}\ L} = 0.75\ M$$

Solución: 0.75 M

c)
En una bureta, que contiene la disolución de concentración conocida y un erlenmeyer que contiene un volumen conocido de la disolución problema a determinar. Al volumen del erlenmeyer se le añaden unas gotas de un indicador. Vamos añadiendo gota a gota disolución de la bureta en erlenmeyer. Al alcanzarel punto de equivalencia la disolución del erlenmeyer cambiará de color.

2B. (2 punts) El monòxid de nitrogen (NO) és un contaminant que es genera, a vegades, com a subproducte en un reactor químic. Una forma d'eliminar-lo consisteix a fer-lo reaccionar amb dihidrogen mitjançant la reacció química ajustada següent:

$$2NO_{(g)} + 2H_{2\,(g)} \rightleftarrows 2H_2O_{(g)} + N_{2\,(g)} \quad \text{amb} \quad \Delta H < 0$$

S'introdueixen 1,0 mol de $NO_{(g)}$ i 1,0 mol de $H_{2\,(g)}$ en un recipient tancat i buit de 10 L, i la mescla s'escalfa fins a una temperatura de 800 K. Quan la reacció assoleix l'equilibri químic, es comprova que la mescla conté 0,3 mols de dihidrogen, a més de monòxid de nitrogen, dinitrogen i aigua.

a) Calcula la constant d'equilibri Kc a 800 K.
b) Es pot afirmar que Kp = Kc per a la reacció química anterior? Justifica la resposta.
c) Quin efecte tindria sobre la concentració de $NO_{(g)}$ una disminució de la temperatura? Raona la resposta.

a)
Hacemos una tabla para la evolución del número de moles de la reacción

	NO	H_2	H_2O	N_2
inicial	1	1	0	0
reaccionan	2x	2x	0	0
equilibrio	1-2x	1-2x	2x	x

En el equilibrio quedan 0.3 moles de H_2, por tanto $0.3=1-2x \Rightarrow x=0.35$ que nos permite determinar los moles de todas las sustancias en el equilibrio.

$$K_c = \frac{[N_2][H_2O]^2}{[NO]^2[H_2]^2} = \frac{\left(\frac{0.7}{10}\right)^2\left(\frac{0.35}{10}\right)}{\left(\frac{0.3}{10}\right)^2\left(\frac{0.3}{10}\right)^2}$$

Solución: K_c=211.7

b)
K_c=K_P si Δn fuese igual a 0. En este caso no es así, ya que Δn = -1.

c)
Se trata de un proceso exotérmico y por tanto una disminución de la temperatura desplazaría el equilibrio hacia los productos, es decir disminuiría la concentración de NO.

3B. (2 punts) Indica de manera raonada si les afirmacions següents són vertaderes o falses:

a) L'amoníac (NH_3) és un compost polar, mentre que el trifluorur de bor (BF_3) no ho és.
b) L'etanol (C_2H_5OH) és més soluble en aigua que l'età (C_2H_6).
c) El punt d'ebullició del sulfur de dihidrogen (H_2S) és més elevat que el punt d'ebullició de l'aigua.

a) Verdadero.
El boro tiene tres electrones de valencia que le sirven para enlazarse a tres átomos de flúor. La geometría que adopta la molécula según la TRPEV es triangular y los momentos de los enlaces boro-fluor se anulan resultando una molécula apolar. Por el contrario el nitrógeno tiene cinco electrones de valencia y solo emplea tres para enlazar con los H, quedando un par de electrones sin compartir. En este caso los momentos N-H no se anulan y la molécula es polar

b) Verdadero
El etanol es una molécula polar que presenta interacción por puentes de hidrógeno y será soluble en una molécula polar como el agua. El etano es una molécula apolar y no se disolverá en una molécula polar.

c) Falso
Aunque ambas son moléculas polares, el agua presenta interacción por puentes de hidrógeno, interacciones que son más intensas.

4B. **(2 punts)** Es construeix una pila galvànica formada per un elèctrode de Ag submergit en una dissolució de $AgNO_3$, un elèctrode de Pb submergit en una dissolució de $Pb(NO_3)_2$, un pont salí i un voltímetre.

a) Calcula el potencial de la pila.
b) Escriu les reaccions redox que tindran lloc a l'ànode i al càtode.
c) Es pot afirmar que, si s'introdueix una barra d'alumini en una dissolució de $AgNO_3$, la barra es recobrirà de plata? Raona la resposta.

Dades: E^0 $[Ag^+/Ag]$ = + 0,799 V; E^0 $[Pb^{2+}/Pb]$ = – 0,130 V;
E^0 $[Al^{3+}/Al]$= -1,660 V.

a)
El potencial de la pila será el potencial de reducción del que se reduce menos el potencial de reducción del que se oxida. El que se reduce es el que tiene mayor potencial de reducción, que en este caso es la plata

$$fem = E^0[Ag^+/Ag] - E^0[Pb^{2+}/Pb] = 0.799 - 0.130 = 0.929\ V$$

Solución: $\boxed{fem = 0.929\ V}$

b)

cátodo semireacción reducción $Ag^+_{(aq)} + 1e^- \rightarrow Ag_{(s)}$

ánodo semireacción oxidación $Pb_{(s)} \rightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

c)
Sí, ya que la plata, al tener mayor potencial de reducción que el aluminio, se reducirá. Los iones de plata se depositarán como plata metálica sobre la barra de aluminio y la barra de aluminio se disolverá en forma iónica.

5B. (2 punts) Una botella de vidre d'un laboratori químic està etiquetada amb la fórmula química següent: CH_3-CH_2-CHOH-CH_3.

a) Anomena el compost CH_3-CH_2-CHOH-CH_3.
b) Formula un isòmer de posició del compost CH_3-CH_2-CHOH-CH_3.
c) Formula un isòmer de funció del compost CH_3-CH_2-CHOH-CH_3.
d) Un dels pictogrames que apareixen a la botella del compost CH_3-CH_2-CHOH-CH_3 és el següent. Indica'n el significat.

a)
butan-2-ol

b)
Isómero de posición: butan-1-ol $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

c)
Isómero de función: etoxietano $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

d)
Irritación cutánea. Hay que evitar el contacto con el cuerpo humano.