

ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DEL  
PRINCIPADO DE ASTURIAS



COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE  
ASTURIAS Y LEÓN



Año Internacional de la  
**QUÍMICA**  
2011

# XXV OLIMPIADA DE QUÍMICA

ASTURIAS – 2011

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

SECCIÓN TÉCNICA DE ENSEÑANZA

– ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS –

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	ORGANIZACIÓN GENERAL DE LA PRUEBA.....	3
3.	RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS ALUMNOS.....	3
3.1.	RESULTADOS GENERALES .....	3
3.2.	RESULTADOS DEL TEST .....	5
3.2.1.	Índice de dificultad de las cuestiones del test.....	6
3.2.2.	Índice de discriminación de las cuestiones del test .....	7
3.2.3.	Discriminación de las cuestiones y dificultad de las mismas.....	8
3.3.	RESULTADOS DE LOS PROBLEMAS.....	9
3.4.	CORRELACION ENTRE CUESTIONES Y PROBLEMAS.....	9
4.	REFLEXIONES FINALES Y CONCLUSIONES .....	10
	ANEXO 1: TEST DE OPCIÓN MÚLTIPLE.....	11
	ANEXO 2. PROBLEMAS .....	16

## 1. INTRODUCCIÓN

Con este informe se pretende conocer los resultados globales de la Olimpiada de Química, valorar sus resultados y reflexionar sobre las posibilidades de mejora que se pueden realizar para sucesivas ediciones. Este estudio complementa al informe de la XXV Olimpiada de Química que se detiene más en aspectos organizativos. En los Anexos se recoge el examen propuesto.

## 2. ORGANIZACIÓN GENERAL DE LA PRUEBA

La prueba de la XXV Olimpiada de química constó de dos partes cuyas características se resumen en la Tabla 1.

**Tabla 1**

<i>Prueba</i>	<i>Tipo</i>	<i>Preguntas</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Valor</i>
1	Test opción múltiple	30	Cuatro respuestas	40%
2	Problemas	3	Varios apartados	60%

### Prueba 1: Test de opción múltiple:

Profesores de secundaria colaboradores de la Sección Técnica de Enseñanza de la AQPA (ver informe) prepararon 180 cuestiones de las que seleccionaron 100. De estas, los redactores de la prueba definitiva, seleccionaron 30 preguntas de opción múltiple con cuatro respuestas posibles de las que sólo una era la más cierta. Cada respuesta errónea se penalizaba con la tercera parte de su valor de modo que la nota de cada alumno se hallaba según  $[\text{Bien}] - \frac{1}{3} [\text{Mal}]$  ajustándolo a 10 puntos.

La corrección se llevó a cabo con una plantilla y la realizaron profesores de secundaria y de universidad anónimamente ya que cada examen estaba encabezado por una clave aleatoria desconociendo la identidad del estudiante. No se suscitó ninguna incidencia ni se detectó ningún error en el planteamiento de cada cuestión.

La ubicación de las respuestas correctas entre las diferentes alternativas fue aleatoria y equitativa [8 para A, 7 para B, 8 para C y 7 para D].

### Prueba 2: Problemas

Profesores de secundaria colaboradores de la Sección Técnica de Enseñanza de la AQPA (ver informe) elaboraron 60 problemas, una vez revisados, los redactores del examen eligieron tres. Todos se calificaron sobre dos puntos con lo que se obtenía un valor total de 6 puntos que se redujeron a 10 para tratar homogéneamente los resultados.

Fueron corregidos por profesores de universidad colaboradores de la Sección Técnica de Enseñanza de la AQPA (ver informe) anónimamente, sin incidencia alguna; no se detectó ningún error en el planteamiento de cada problema o apartado.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS ALUMNOS

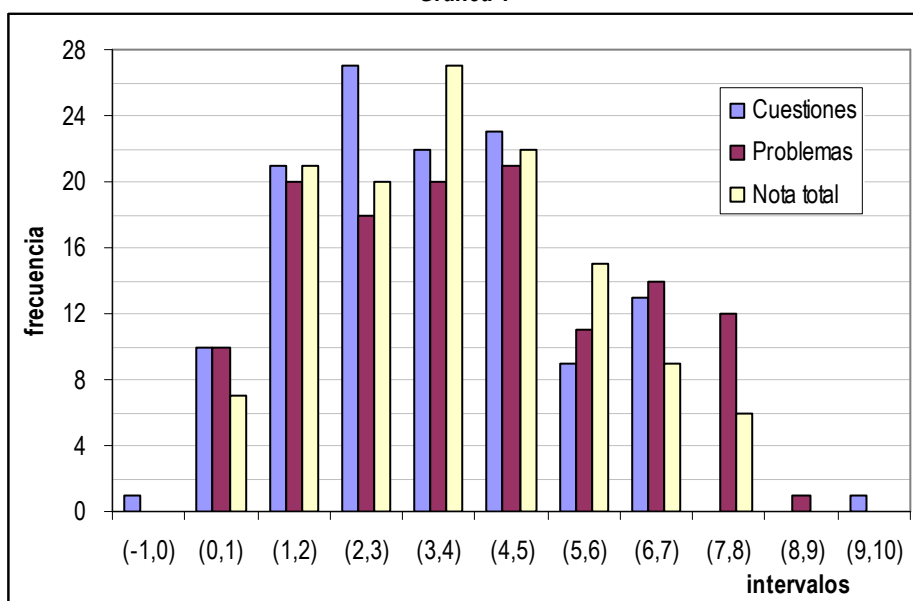
### 3.1. RESULTADOS GENERALES

Realizada y corregida la prueba, la distribución de notas (en porcentaje) entre los estudiantes que obtienen una determinada nota, se distribuye como sigue (Tabla 2)

**Tabla 2**

<i>Frecuencia de notas en los distintos intervalos (% de estudiantes)</i>											
<i>Intervalos</i>	<i>(-1,0)</i>	<i>(0,1)</i>	<i>(1,2)</i>	<i>(2,3)</i>	<i>(3,4)</i>	<i>(4,5)</i>	<i>(5,6)</i>	<i>(6,7)</i>	<i>(7,8)</i>	<i>(8,9)</i>	<i>(9,10)</i>
<i>Cuestiones</i>	1	10	21	27	22	23	9	13	0	0	1
<i>Problemas</i>	0	10	20	18	20	21	11	14	12	1	0
<i>Total</i>	0	7	21	20	27	22	15	9	6	0	0

La Gráfica 1 muestra estas frecuencias para los distintos intervalos, hay un ligero sesgo hacia valores algo inferiores a cinco puntos, pero existe una buena correlación entre cuestiones y problemas.

**Gráfica 1**

En la Tabla 3 se recogen diferentes parámetros estadísticos tanto de las cuestiones como de los problemas.

**Tabla 3**

<i>Estadística</i>	<i>Cuestiones</i>	<i>Problemas</i>	<i>Total</i>
<i>Media</i>	3,29	3,85	3,63
<i>Error típico</i>	0,16	0,19	0,16
<i>Mediana</i>	3,11	3,67	3,52
<i>Desviación estándar</i>	1,86	2,13	1,84
<i>Varianza de la muestra</i>	3,45	4,52	3,38
<i>Curtosis</i>	-0,05	-1,00	-0,70
<i>Coficiente de asimetría</i>	0,34	0,21	0,23
<i>Mínimo</i>	-1,00	0,17	0,20
<i>Máximo</i>	9,56	8,33	7,97
<i>Número total</i>	127,00	127,00	127,00
<i>Nivel de confianza (95,0%)</i>	0,33	0,37	0,32

### 3.2. RESULTADOS DEL TEST

Para el test, los resultados se recogen en la Tabla 4, en ella se registra la frecuencia absoluta y porcentaje de aciertos para cada posible respuesta (A, B, C, D) y para las respuestas en blanco. La última fila recoge los resultados globales.

En la misma tabla se anota en [azul negrita] la respuesta correcta y con fondo [amarillo] el máximo de respuestas. Se observa que coinciden estos valores en 25 de las cuestiones, es decir, eligen la respuesta correcta el mayor número de alumnos.

Tabla 3

Número cuestión	Respuesta correcta	A		B		C		D		BLANCO	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	C	15	12	12	9	59	46	10	8	31	24
2	A	81	64	11	9	5	4	13	1	17	13
3	B	4	3	39	31	65	51	14	11	5	4
4	C	25	20	34	27	47	37	11	09	10	8
5	C	32	25	8	6	53	42	9	7	25	20
6	D	60	47	12	9	8	6	22	17	25	20
7	B	4	3	112	88	2	2	8	6	1	1
8	D	11	9	15	12	10	8	77	61	14	11
9	C	15	12	3	2	71	56	18	14	20	16
10	D	4	3	18	14	18	14	80	63	7	6
11	B	8	6	53	42	10	8	7	6	49	39
12	A	52	41	9	7	13	10	26	2	27	21
13	C	12	9	7	6	14	11	91	72	3	2
14	C	39	31	18	14	31	24	1	1	38	30
15	D	23	18	17	13	15	12	34	27	38	30
16	A	49	39	28	22	18	14	16	13	16	13
17	D	7	6	7	6	11	9	96	76	6	5
18	A	79	62	9	7	5	4	5	4	29	23
19	D	34	27	15	12	4	3	53	42	21	17
20	B	49	39	47	37	2	2	8	6	21	17
21	D	16	13	2	2	62	49	29	23	18	14
22	A	76	60	31	24	4	3	9	7	7	6
23	A	97	76	7	6	5	4	12	9	6	5
24	A	76	60	16	13	17	13	10	8	8	6
25	C	3	2	17	13	25	20	9	7	73	57
26	B	12	9	90	71	16	13	3	2	6	5
27	A	21	17	52	41	11	9	30	24	13	10
28	C	12	9	12	9	79	62	8	6	16	13
29	B	18	14	66	52	8	6	18	14	17	13
30	B	33	26	38	30	18	14	13	10	25	20
TOTALES		967	25	805	21	706	19	740	19	592	16

En 24 de las preguntas el máximo de respuestas coincide con la correcta, es decir la mayoría de los alumnos dan la respuesta correcta. Los fracasos ocurren en:

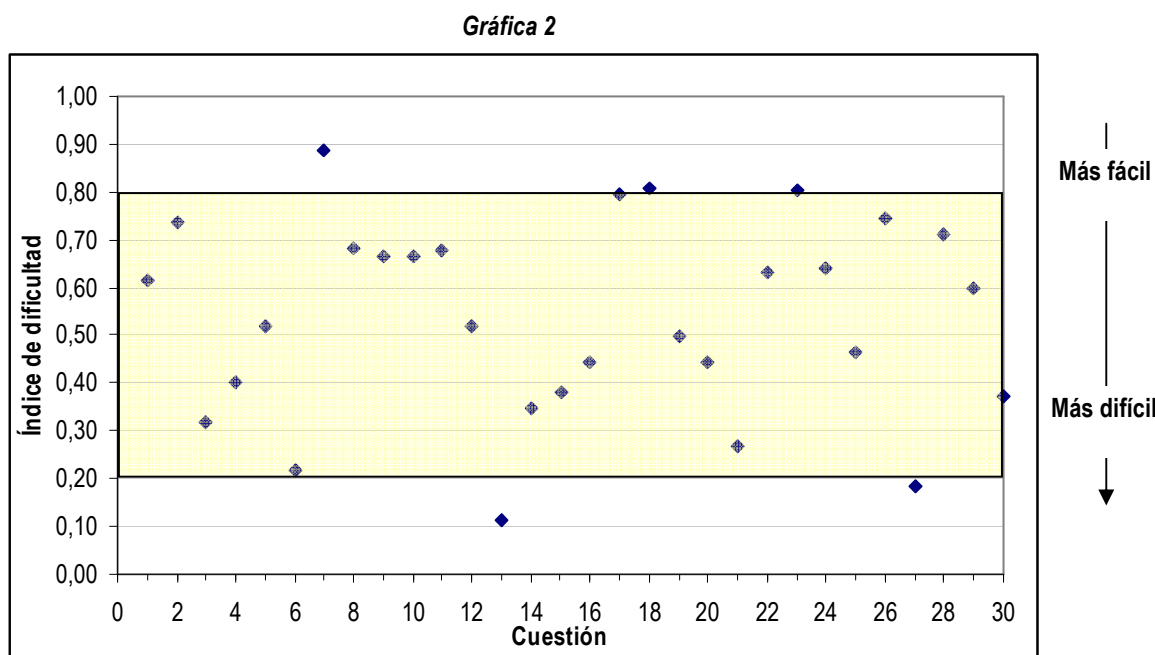
- Cuestión 3: cuestión compleja al implicar el razonamiento de espontaneidad y orden de las fases sólida y líquida.
- Cuestión 6: desconocimiento de la ubicación de elementos en el sistema periódico y formación de iones, una mayoría parece que entiende isoelectrónicos en el sentido de iones de la misma carga aunque de distinto signo)
- Cuestión 13: Dan un resultado (d) francamente erróneo, calculan de un modo mecánico el pH sin pensar que un ácido debe tener un pH ácido (en este caso por la contribución del agua).
- Cuestión 14: Los resultados son similares entre las opciones (c – correcta) y (a – incorrecta) y no se reflexiona sobre la constancia de la masa y los reactivos implicados
- Cuestión 25: La mayoría opta por no resolverla (57%) probablemente debido a que involucra un cálculo algo largo.
- Cuestión 27: No se ha interiorizado la contribución de la temperatura como aumento de energía de las moléculas.

### 3.2.1. Índice de dificultad de las cuestiones del test

Aunque la dificultad de una de las cuestiones podríamos verla por observación directa de los estudiantes que la contestan bien o mal, se suele usar el Índice de dificultad que se define como la proporción de alumnos que aciertan la cuestión<sup>1</sup>. Oscila desde cero hasta uno.

Un índice de dificultad bajo indica que la cuestión ha sido contestada por unos pocos alumnos (si está bien planteado es difícil) y un índice de dificultad alto indica que la cuestión está correctamente contestada por muchos alumnos (si está bien planteado es fácil). No hay que olvidar que este parámetro estadístico no es un valor estadístico absoluto, está condicionado no sólo por la naturaleza de la cuestión sino también por la población a la que se somete y su variabilidad puede ser muy diferente si la población a la que se destina la prueba fuera otra. Lo ideal es que las cuestiones no sean ni demasiado fáciles ni demasiado difíciles. Si la mayoría de los estudiantes aciertan o la mayoría fallan la cuestión no puede discriminar bien puesto que no hay variabilidad en las respuestas.

En la Gráfica 2 se aprecia la distribución de los índices de dificultad a lo largo de las diferentes preguntas indicándose qué preguntas fueron las que resultaron más fáciles y las que fueron más difíciles.



Se observa que gran parte de las preguntas están en una franja que va de 0,20 a 0,80 de índice de dificultad, predominando más las fáciles (índice alto) que las difíciles (índice bajo). La dificultad media es de 0,54 lo que indica que la dificultad es de tipo medio. Destaca la 7 como muy fácil (indica que no discrimina nada) seguidas de las 17, 18 y 23. Por el contrario es muy difícil la 13 (tampoco discrimina nada) y le siguen las 6, 21 y 27. También se aprecia que la dificultad va alternándose en el desarrollo del test.

<sup>1</sup> <http://www.med-ab.uclm.es/publico/docencia/evaluacion.htm> [con acceso el 01/07/2011]

### 3.2.2. Índice de discriminación de las cuestiones del test

Uno de los propósitos de toda pregunta es discriminar académicamente entre estudiantes de buen rendimiento y estudiantes de mal rendimiento.

Se ha tomado como índice (ID1) la diferencia entre la proporción de acertantes a la cuestión que pertenecen al grupo superior (el 27% con las puntuaciones más altas) menos la proporción de acertantes a la cuestión que pertenecen al grupo inferior (el 27% con las puntuaciones más bajas). Si este índice es alto indica que la cuestión discrimina bien entre buenos y malos. El índice de discriminación de una cuestión mide la correspondencia entre la puntuación de los alumnos en la cuestión y la puntuación en el test.

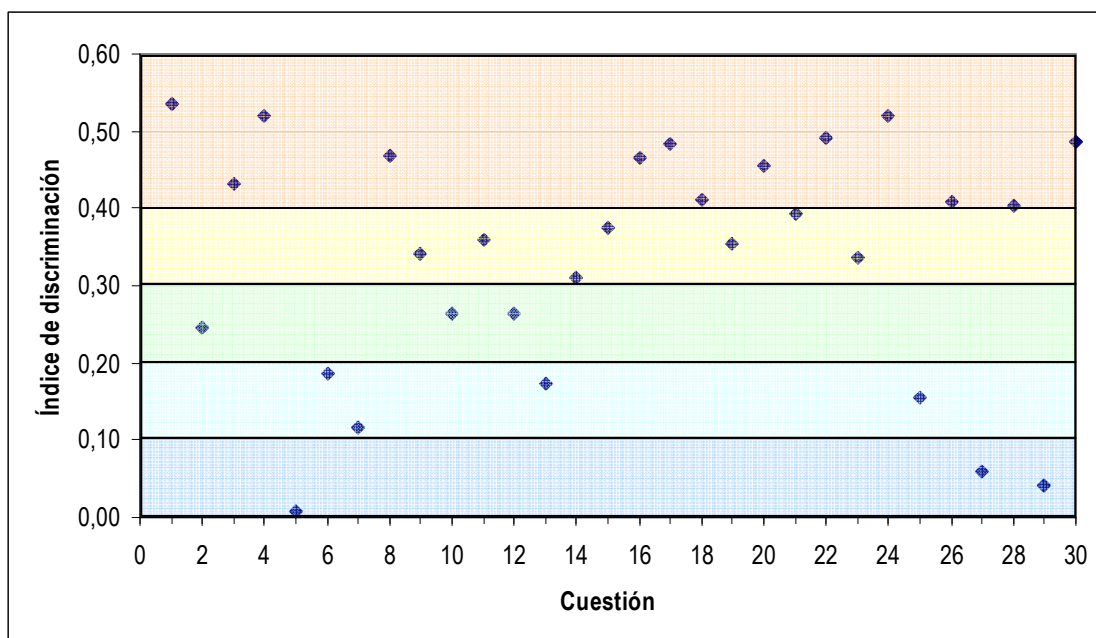
Realizando el cálculo para todas las cuestiones se han clasificado por grupos (Tabla 4), indicando la discriminación según la bibliografía<sup>2</sup>.

Tabla 4

Valores ID1	Discriminación	Número de cuestiones	Números
Igual o mayor que 0,40	Muy buena	Doce	1, 3, 4, 8, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 25 y 28
Entre 0,30 y 0,39	Buena	Siete	9, 11, 14, 15, 19, 21 y 23
Entre 0,20 y 0,29	Regular	Tres	2, 10 y 12
Entre 0,10 y 0,19	Debe mejorarse	Cuatro	6, 7, 13 y 25
Menor de 0,10	Sin utilidad	Tres	5, 27 y 29

Si representamos estos índices se obtiene la Gráfica 3.

Gráfica 3



Estos datos son coherentes si aplicamos a todo el test la fórmula 20 de Kuder y Richardson<sup>3</sup> que nos permite estimar la confiabilidad de consistencia interna de una prueba. El máximo valor es 1 y valores por encima de 0,7 se consideran adecuados. Este

<sup>2</sup> VV.AA. (1993) *Instrumentos de evaluación de aprendizajes*. Monografía de Aula Abierta, nº 22, ICE de la Universidad de Oviedo, 29

<sup>3</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Kuder-Richardson\\_Formula\\_20](http://en.wikipedia.org/wiki/Kuder-Richardson_Formula_20) [con acceso el 01/07/2011]

índice analiza el test como instrumento de medida y de alguna manera mide la capacidad del test para obtener siempre resultados semejantes cuando se aplica en condiciones semejantes.

El test se manifiesta como fiable ya que aplicándosele da un valor de **0,732**. Se podría aumentar la fiabilidad aumentando la longitud del mismo o suprimiendo alguno de las cuestiones problemáticas.

Sin embargo, aunque 19 cuestiones tienen una buena discriminación, subsiste el problema que hay 7 cuestiones (el 23%) que son inútiles o poco fiables, puesto que sin chequear previamente las cuestiones es difícil asegurar su valor a priori, debe buscarse un modo de aumentar la fiabilidad global del test.

### 3.2.3. Discriminación de las cuestiones y dificultad de las mismas

Con el fin de comparar dificultad y discriminación se han tabulado los datos de estos índices (Tabla 6) y representado gráficamente (Gráfica 5).

**Tabla 6**

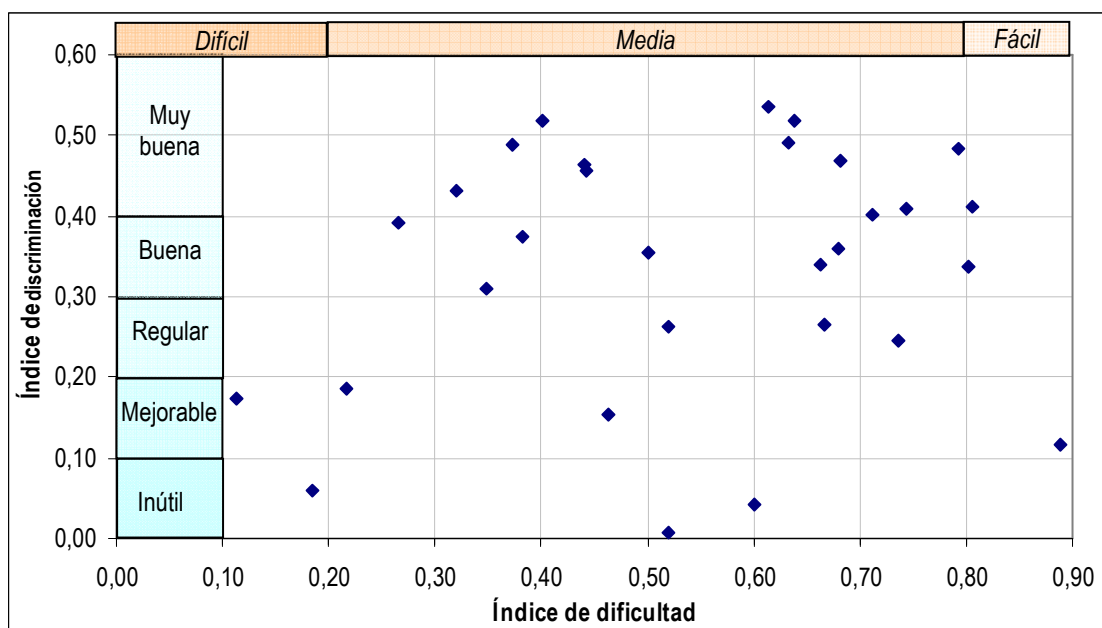
Cuestión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>I. dificultad</i>	0,61	0,74	0,32	0,40	0,52	0,22	0,89	0,68	0,66	0,67	0,68	0,52	0,11	0,35	0,38
<i>ID1</i>	0,53	0,25	0,43	0,52	0,01	0,19	0,12	0,47	0,34	0,26	0,36	0,26	0,17	0,31	0,37
<i>ID2</i>	0,75	0,58	0,85	0,78	0,50	0,71	0,53	0,71	0,62	0,60	0,62	0,64	0,74	0,71	0,75

Cuestión	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>I. dificultad</i>	0,44	0,79	0,81	0,50	0,44	0,27	0,63	0,80	0,64	0,46	0,74	0,18	0,71	0,60	0,37
<i>ID1</i>	0,46	0,48	0,41	0,35	0,46	0,39	0,49	0,34	0,52	0,15	0,41	0,06	0,40	0,04	0,49
<i>ID2</i>	0,81	0,66	0,64	0,70	0,75	0,86	0,71	0,61	0,70	0,59	0,63	0,56	0,65	0,52	0,77

Con el fin de estimar estas posibles dificultades, se ha calculado un segundo índice (ID2): porcentaje de aciertos de los estudiantes del grupo mejor sobre el total de aciertos (tanto del grupo mejor como del peor). Este índice (ID2) nos indica que las cuestiones 6 y 13 si discriminan ya que, a pesar de ser difíciles, el 71 y 74% de aciertos corresponde al grupo mejor; sin embargo, el resto de las cuestiones problemáticas realmente son respondidas aproximadamente en la misma proporción por unos y otros (Tabla 6).

**Gráfica 4**





Como se aprecia en la gráfica, la mayoría de las cuestiones son de una dificultad razonable (media o fácil) y sin embargo discriminan correctamente.

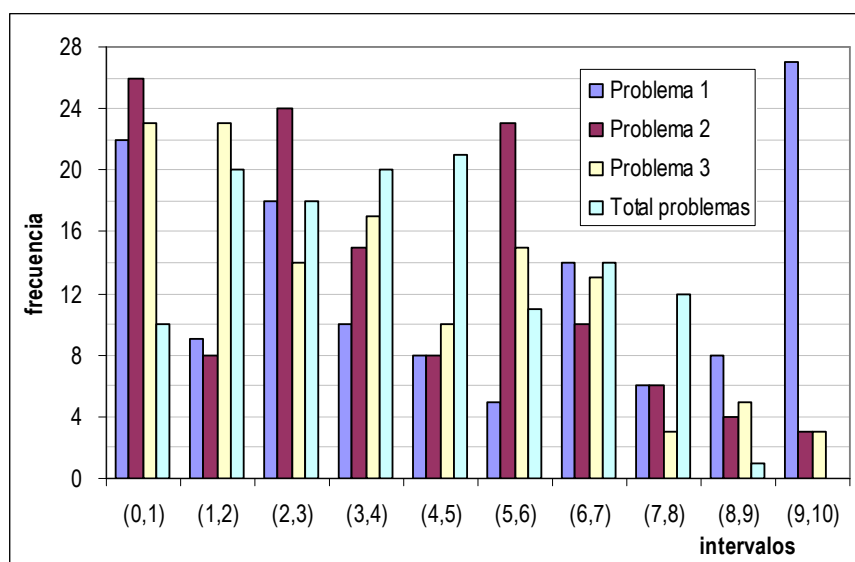
### 3.3. RESULTADOS DE LOS PROBLEMAS

Los resultados de los tres problemas propuestos y el valor global (sobre 10 puntos) se recogen en la Tabla 7, tabulando el número de alumnos que están dentro de un intervalo de frecuencia.

**Tabla 7**

Frecuencia de notas en los distintos intervalos										
Intervalos	(0,1)	(1,2)	(2,3)	(3,4)	(4,5)	(5,6)	(6,7)	(7,8)	(8,9)	(9,10)
Problema 1	22	9	18	10	8	5	14	6	8	27
Problema 2	26	8	24	15	8	23	10	6	4	3
Problema 3	23	23	14	17	10	15	13	3	5	3
Total problemas	10	20	18	20	21	11	14	12	1	0

Los valores de la tabla anterior se representan en la Gráfica 5.



En la Tabla 8 se ha calculado para cada problema el porcentaje de alumnos que han obtenido más de cinco puntos, a la vista de los resultados ha sido más fácil el primer problema planteado (aprueban prácticamente la mitad de los alumnos). También se han calculado dos índices similares a los de las cuestiones, el ID1 recoge la diferencia en la nota media entre el grupo de los mejores alumnos y de los peores y el ID2 la fracción de aprobados del grupo superior sobre los aprobados en total.

Se puede apreciar que los problemas realmente discriminan (más todavía que las cuestiones) y que el grueso de aprobados está en el grupo superior.

**Tabla 8**

Problema	1	2	3
Aprobados (%)	47	36	31
ID1	7,04	4,54	4,62
ID2	0,87	0,82	0,83

### 3.4. CORRELACION ENTRE CUESTIONES Y PROBLEMAS

Se ha establecido en algunas Asociaciones Autonómicas o Secciones Territoriales de la ANQUE una discusión sobre el modelo de examen, optando unas por un modelo similar a este, con más o menos extensión y otras por basarlo exclusivamente en cuestiones.

Para examinar este aspecto se ha correlacionado las cuestiones con los problemas y el resultado total. Las correlaciones de muestran en la Tabla 9.

La mejor correlación se halla entre los problemas y la nota final. Por una parte son más discriminativos y por otra contribuyen más (60%) a la calificación global. Si la calificación fuese al 50% entre los problemas y las cuestiones, el valor de las correlaciones sería sobre el 90%, sumamente aceptable.

**Tabla 9**

Correlación	Coefficiente
Cuestiones – Problemas	0,64
Cuestiones – Total	0,84
Problemas – Total	0,95

#### 4. REFLEXIONES FINALES Y CONCLUSIONES

Aunque el fin último de esta prueba es seleccionar a tres estudiantes para la fase nacional, hay otros fines tan importantes como: fomentar el interés y estudio por la Química, proponerle un reto a los estudiantes tomando como base sus conocimientos, crear entre los profesores un interés extra por la buena formación de sus alumnos, etc.

Para conseguir estos fines debe crearse (además de canales de información ágiles, profesores interesados en sus alumnos, etc.) un modelo de examen válido, que sea suficientemente fácil y motivador para todos y que discrimine y seleccione a los mejores.

Por otra parte, debe mantenerse una estructura reconocible y similar a la de la Olimpiada Nacional es decir, cuestiones de opción múltiple y problemas.

Si bien respecto a los problemas (se proponen tres para su resolución) no hay ninguna dificultad en su planteamiento, si hay ciertas consideraciones que hacer respecto a las cuestiones ya que el número de ellas es escaso, sólo 30, con lo que la fiabilidad global disminuye. Evidentemente, lo ideal es aumentar el número de cuestiones, pero esto alargaría mucho el examen.

Otra cuestión objeto de debate es sobre la penalización que se hace a las respuestas falladas, hay autores que desaconsejan esta medida y proponen otras alternativas. Este, desde luego, es un tema abierto a la discusión<sup>4</sup>.

A falta de un análisis más preciso, parece que la prueba fue razonable desde el punto de vista de la dificultad de las diferentes cuestiones y existe una buena correlación entre la calificación de los problemas, las cuestiones de opción múltiple y la calificación final.

Por otra parte sigue habiendo un número de alumnos presentados que realmente no compiten, hecho observable en el número de ellos que obtienen una baja calificación tanto global como en cada parte.

La discusión puede establecerse en dos extremos:

Fomentar la participación exclusivamente de alumnos de elevado rendimiento con un espíritu fuertemente competitivo, haciendo una selección previa por calificaciones obtenidas. Existen algunas agrupaciones que optan por esta solución recomendándolo expresamente en sus convocatorias.

Fomentar la participación de todos los alumnos interesados, aun los que tienen un conocimiento precario de conceptos químicos, para intentar dinamizar el interés por el estudio de la Química entre estudiantes de secundaria. En esta opción, los estudiantes que realmente tienen conocimientos e interés van a participar de igual modo por lo que realmente no se hace daño alguno, salvo las complicaciones organizativas y la obtención de recursos.

<sup>4</sup> MORALES, P. (2006). *Las pruebas objetivas: normas, modalidades y cuestiones discutidas*. Universidad Pontificia Comillas. Madrid. <http://www.upcomillas.es/personal/peter/otrosdocumentos/PruebasObjetivas.pdf> [con acceso el 01/07/2011]

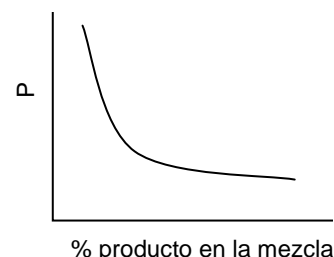
## ANEXO 1: TEST DE OPCIÓN MÚLTIPLE



## XXV OLIMPIADA DE QUÍMICA ASTURIAS – 2011

## CUESTIONES

- En 30 g de un óxido  $\text{MO}_2$  hay 4,0 g de oxígeno. Si la masa atómica del oxígeno es 16,00 u, la masa atómica del metal expresada en u es:
  - 32
  - 122
  - 208
  - 240
- El producto de solubilidad del hidróxido de calcio es  $5,5 \times 10^{-6}$ . Una disolución saturada de este compuesto tendrá un pOH de:
  - 1,65
  - 6,28
  - 7,00
  - 12,35
- Cuando una sustancia pura en fase líquida congela de manera espontánea, se cumple que:
  - $\Delta H$ ,  $\Delta S$  y  $\Delta G$  son positivos
  - $\Delta H$ ,  $\Delta S$  y  $\Delta G$  son negativos
  - $\Delta H$  y  $\Delta G$  son negativos, pero  $\Delta S$  es positivo
  - $\Delta H$  y  $\Delta S$  son negativos pero  $\Delta G$  es positivo
- Una disolución reguladora o tampón es aquella que:
  - Regula el pH
  - Es capaz de neutralizar los iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  o los  $\text{OH}^-$  añadidos con lo que el pH varía poco o nada
  - Es capaz, mediante desplazamiento de un equilibrio, de eliminar los iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  o los  $\text{OH}^-$  añadidos con lo que el pH varía poco.
  - Es capaz de eliminar, mediante una reacción de hidrólisis, los  $\text{H}_3\text{O}^+$  o los  $\text{OH}^-$  añadidos con lo que el pH varía poco o nada
- Al representar la presión del sistema en función del producto de reacción presente en el equilibrio, se obtiene la gráfica que se presenta. La variación observada es la correspondiente al sistema:
  - $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$
  - $\text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO} (\text{g})$
  - $3 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{N}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3 (\text{g})$
  - $2 \text{HI} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g})$



6. Indica cuál de las siguientes sales está formada por iones isoelectrónicos:
- KI
  - $\text{AlCl}_3$
  - $\text{CaBr}_2$
  - $\text{MgF}_2$
7. ¿Qué volumen debemos tomar de una disolución acuosa de ácido sulfúrico 0,25 M, si queremos preparar 200 mL de disolución diluida de dicho ácido de concentración 0,05 M?
- 4 mL
  - 40 mL
  - 0,004 L
  - 0,4 L
8. Muchos de los modernos pegamentos de acción rápida y gran fortaleza se basan en la reacción de polimerización del cianoacrilato. En esta reacción el vapor de agua de la atmósfera actúa como catalizador. En estas condiciones podemos afirmar que:
- Cuando se produzca la reacción no se va a consumir agua.
  - La energía de activación del proceso cambia con la humedad del ambiente.
  - El proceso de envasado del pegamento debe realizarse en una atmósfera en ausencia de humedad.
  - Todas las respuestas son correctas.
9. Sabiendo que las energías medias de los enlaces C–H, C–C, C=C y H–H, son 414, 347; 623 y 435 kJ/mol, respectivamente, el valor de  $\Delta H^\circ$  de la reacción: 1,3-butadieno + 2  $\text{H}_2 \rightarrow$  butano, será (medido en kJ):
- 594
  - 297
  - 234
  - + 594
10. En la valoración de un ácido débil con una base fuerte, el pH en el punto de equivalencia es:
- Igual que el pKa del ácido débil.
  - Igual a 7,0
  - Menor que 7
  - Mayor que 7
11. La siguiente reacción se utiliza en algunos dispositivos para la obtención de  $\text{O}_2$ :
- $$4 \text{KO}_2(\text{s}) + 2 \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{K}_2\text{CO}_3(\text{s}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \quad K_p = 28,5 \text{ a } 25 \text{ }^\circ\text{C}$$
- Se añade una cierta cantidad de  $\text{CO}_2$  (g) y  $\text{KO}_2$  (s) a un matraz en el que se ha hecho previamente el vacío y se deja que se establezca el equilibrio. Si la presión parcial del  $\text{CO}_2$  en el equilibrio es 0,050 atm, la presión parcial del  $\text{O}_2$  es:
- 0,74 atm
  - 0,41 atm
  - 0,37 atm
  - 0,12 atm
12. La temperatura de ebullición de los compuestos:  $\text{H}_2\text{O}$ , NaCl,  $\text{NH}_3$  y  $\text{Cl}_2$  si los ordenamos de mayor a menor es:
- NaCl,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{Cl}_2$
  - NaCl,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2$  y  $\text{NH}_3$
  - $\text{Cl}_2$ , NaCl,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{NH}_3$
  - $\text{Cl}_2$ , NaCl,  $\text{NH}_3$  y  $\text{H}_2\text{O}$

13. El pH de una disolución  $2,30 \times 10^{-8}$  M del ácido fuerte HCl es:
- 2,3
  - 6,4
  - 6,9
  - 7,6
14. La cantidad de  $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  y agua que necesitamos para preparar 200g de una disolución al 14% de  $\text{BeCl}_2$  es: *Masas atómicas (u): H: 1,01; Be: 9,01; O: 16,00; Cl: 35,45.*
- 28 g de  $\text{BeCl}_2$  y 172 g de  $\text{H}_2\text{O}$
  - 28 g de  $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  y 146,8 g de  $\text{H}_2\text{O}$
  - 53,2 g de  $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  y 146,8 g de  $\text{H}_2\text{O}$
  - 53,2 g de  $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  de y 200 g  $\text{H}_2\text{O}$
15. ¿Cuál será la concentración del ion cloruro que se obtiene al colocar 2 g de cloruro de plomo (II) en 100 mL de agua pura si el producto de solubilidad es  $K_{ps} = 10^{-9,8}$ ? *Masas atómicas (u): Cl: 35,45; Pb: 207,19*
- $1,4 \times 10^{-4}$  M
  - $2,2 \times 10^{-4}$  M
  - $3,4 \times 10^{-4}$  M
  - $6,8 \times 10^{-4}$  M
16. En un litro de disolución tenemos una mezcla homogénea de las siguientes sustancias ¿Cuál de ellas NO es una disolución reguladora?:
- 1 mol de  $\text{NH}_3$  y 0,5 moles de KOH
  - 1 mol de  $\text{NH}_3$  y 0,5 moles de HCl
  - 1 mol de  $\text{NH}_3$  y 0,5 moles de  $\text{NH}_4\text{Cl}$
  - 1 mol de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y 0,5 moles de KOH
17. Considera la siguiente reacción química en equilibrio:  $2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$   
Este equilibrio puede desplazarse hacia la derecha por:
- eliminación de  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  de la mezcla
  - adición de más  $\text{O}_2(\text{g})$  a la mezcla
  - adición de Ne (g) a la mezcla
  - aumento del volumen de la mezcla
18. Para la serie de compuestos: bromuro de magnesio, bromuro de aluminio, bromuro de silicio y bromuro de fósforo el carácter iónico de los enlaces entre el bromo y el otro elemento disminuye según la secuencia:
- $\text{MgBr}_2 > \text{AlBr}_3 > \text{SiBr}_4 > \text{PBr}_3$
  - $\text{AlBr}_3 > \text{SiBr}_4 > \text{PBr}_3 > \text{MgBr}_2$
  - $\text{MgBr}_2 > \text{SiBr}_4 > \text{PBr}_3 > \text{AlBr}_3$
  - $\text{AlBr}_3 > \text{MgBr}_2 > \text{SiBr}_4 > \text{PBr}_3$
19. En las mismas condiciones de presión y temperatura, 600 mL de cloro gas se mezclan con 200 mL de vapor de yodo y reaccionan completamente y originándose 400 mL de nuevo gas sin variar ni la presión ni la temperatura. ¿Cuál es la fórmula molecular de dicho gas?
- ICI
  - $\text{I}_3\text{Cl}$
  - $\text{I}_5\text{Cl}_2$
  - $\text{ICl}_3$

20. Cuando se añade a un sistema químico en equilibrio un catalizador positivo:
- Aumenta únicamente la velocidad de la reacción directa.
  - Aumentan por igual las velocidades de las reacciones directa e inversa.
  - Disminuye el calor de reacción,  $\Delta H$ .
  - Se hace más negativo el valor de  $\Delta G$  y, por tanto, la reacción es más espontánea.
21. La sustancia gaseosa A se descompone en otras dos sustancias gaseosas B y C según el equilibrio:  $A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$ .  $K_c = 0,25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Se mezclan B y C en un matraz de 10 L de capacidad y se deja que reaccionen hasta que se alcance el equilibrio, en esas condiciones la mezcla gaseosa contiene igual número de moles de A, B y C. ¿Cuántos moles hay en el matraz?
- 0,75
  - 2,00
  - 2,50
  - 7,50
22. ¿Cuál de las siguientes reacciones representa la entalpía estándar de formación del propano medido a  $25^\circ\text{C}$  y 1 atm?
- $3 \text{ C (s)} + 4 \text{ H}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 \text{ (g)}$
  - $3 \text{ C (g)} + 4 \text{ H}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 \text{ (g)}$
  - $3 \text{ C (s)} + 8 \text{ H (g)} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 \text{ (g)}$
  - $\text{C}_3\text{H}_6 \text{ (g)} + \text{H}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 \text{ (g)}$
23. Teniendo en cuenta que el elemento Ne precede al Na en la tabla periódica:
- El número de electrones de ion  $\text{Na}^+$  es igual al del Ne
  - El número atómico de los iones  $\text{Na}^+$  es igual al del Ne.
  - Los iones  $\text{Na}^+$  y los átomos de Ne son isótopos.
  - Un ion  $\text{Na}^+$  tiene un electrón menos que el átomo de Ne.
24. Para la siguiente reacción:  $1/2 \text{ N}_2(g) + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{NO}(g) + \text{CO}(g)$ ,  $\Delta H = 374 \text{ kJ}$ . ¿Qué condiciones favorecen la conversión máxima de reactivos a productos?
- Alta temperatura y baja presión
  - Baja temperatura y baja presión
  - Alta temperatura y alta presión
  - Baja temperatura y alta presión.
25. En 0,75 L de una disolución de KOH de  $\text{pH} = 10$ , la masa en gramos de magnesio que se puede disolver es:  $K_{ps}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 3,4 \times 10^{-11}$ . Masa atómica del magnesio: 24,32 u
- $10^{-4}$
  - $3,4 \times 10^{-3}$
  - 0,062
  - 0,62
26. Dadas las siguientes configuraciones electrónicas de átomos neutros:
- $$X: 1s^2 2s^2 2p^6 \qquad Y: 1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$$
- La configuración de Y corresponde a un átomo de sodio.
  - Para pasar de X a Y se consume energía.
  - La configuración de Y representa a un átomo del tercer periodo.
  - La energía para arrancar un electrón es igual en X que en Y.
27. Al elevar la temperatura a la que se realiza una reacción química:
- Aumenta la velocidad de la reacción, tanto si la reacción es exotérmica como endotérmica.

- b. Aumenta la velocidad de la reacción si ésta es endotérmica, pero disminuye si es exotérmica.  
c. Disminuye la energía de activación.  
d. Aumenta la velocidad media de las partículas y, con ella, la energía de activación.
28. Considera los dos equilibrios siguientes en los que interviene  $\text{SO}_2$  (g) y sus constantes de equilibrio correspondientes.
- [1]  $\text{SO}_2$  (g) +  $\frac{1}{2}$   $\text{O}_2$  (g)  $\rightleftharpoons$   $\text{SO}_3$  (g);  $K_1$                       [2]  $2 \text{SO}_3$  (g)  $\rightleftharpoons$   $2 \text{SO}_2$  (g) +  $\text{O}_2$  (g);  $K_2$
- ¿Cuál de las siguientes expresiones relaciona correctamente  $K_1$  con  $K_2$ ?
- a.  $1/K_2 = K_1$   
b.  $K_2 = 1/K_1$   
c.  $K_2 = 1 / K_1^2$   
d.  $K_2 = K_1$
29. Cuando calentamos una disolución acuosa de un gas muy soluble en el agua, se observa el desprendimiento de burbujas de gas, por lo que el proceso de disolución de un gas en agua es::
- a. Endotérmico  
b. Exotérmico  
c. La energía libre es positiva  
d. La energía libre es negativa
30. Si se mezclan 200 mL de una disolución de nitrato de plomo (II) 0,2 M con otros 200 mL, de una disolución de sulfato de sodio 0,3 M, se forman como productos sulfato de plomo (II) insoluble y otro producto soluble, el nitrato de sodio. La concentración de sulfato de sodio que sobra es:
- a. 0,02 M  
b. 0,05 M  
c. 0,2 M  
d. Nada, están en las proporciones estequiométricas adecuadas

## ANEXO 2. PROBLEMAS



SECCIÓN TÉCNICA DE ENSEÑANZA



ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE ASTURIAS Y LEÓN



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

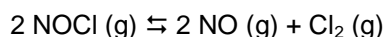
GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS  
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

Año Internacional de la QUÍMICA 2011

## XXV OLIMPIADA DE QUÍMICA ASTURIAS – 2011

## PROBLEMA 1

Se calienta el cloruro de nitrosilo (NOCl) puro, en un recipiente de 1L, a 240 °C, descomponiéndose parcialmente en monóxido de nitrógeno y cloro gaseoso:



La presión ejercida por el cloruro de nitrosilo, a esta temperatura, antes de producirse su descomposición era de 0,88 atm y la presión total de la mezcla en el equilibrio es de 1,00 atm. Calcular:

- Las presiones parciales del monóxido de nitrógeno y del cloro en el equilibrio. **(1 punto)**
- El valor de las constantes de equilibrio  $K_c$  y  $K_p$  a esta temperatura. **(1 punto)**

## PROBLEMA 2

Queremos preparar una disolución de ácido clorhídrico 0,10 M a partir de una disolución de un ácido clorhídrico comercial contenido en un frasco en cuya etiqueta se lee que la densidad es aproximadamente 1,19 g/mL y de una riqueza aproximada del 37 % en masa.

- Hallar la cantidad necesaria del ácido comercial para preparar 500 mL de la disolución 0,1 M. **(0,4 puntos)**

Al ser los datos recogido en la etiqueta del frasco de ácido clorhídrico aproximados, queremos asegurarnos de que la concentración es correcta para lo que tomamos 0,150 g de carbonato de sodio anhidro, lo disolvemos en agua y lo valoramos con la disolución ácida. En el punto final de la valoración se han consumido 25,9 mL de la disolución de ácido clorhídrico 0,1 M.

- Describir con detalle el procedimiento experimental para realizar la valoración. **(0,6 puntos)**
- ¿Qué error se ha cometido al preparar la disolución ácida 0,1 M? **(0,7 puntos)**

A la hora de realizar la valoración se ha dudado en la elección del indicador entre la fenolftaleína que vira de incoloro a rojo en el intervalo de pH de 8 a 10 o el verde de bromocresol que vira del amarillo a azul en el intervalo de pH de 4 a 6.

- ¿Qué indicador es el adecuado para detectar correctamente el punto final de la valoración? **(0,3 puntos)**

Datos: Masas atómicas ( $u$ ): H: 1,01; C: 12,01; O: 16,00; Cl: 35,45; Na: 22,99



### PROBLEMA 3

El amoníaco es una sustancia muy importante en la sociedad actual al ser imprescindible en la obtención de tintes, plásticos, fertilizantes, ácido nítrico, productos de limpieza, como gas criogénico, explosivos y fibras sintéticas entre otros productos. Su síntesis fue realizada por F. Haber en 1908, mientras que K. Bosh desarrolló la planta industrial necesaria para ello en 1913.

El proceso que tiene lugar es un equilibrio en fase gaseosa:  $\frac{1}{2} \text{N}_2 (\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3 (\text{g})$

Algunos datos termodinámicos de las especies implicadas se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

Sustancia	$\Delta H^0_{\text{formación}}$ (kJ·mol <sup>-1</sup> )	$S^0$ (J·mol <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> )
H <sub>2</sub> (g)	0	+ 131
N <sub>2</sub> (g)	0	+ 192
NH <sub>3</sub> (g)	- 46	+ 193

F. Haber obtuvo el premio Nóbel de Química del año 1918 por su descubrimiento y, en el discurso de recepción del premio, dio los siguientes datos referentes al equilibrio citado más arriba:

**Tabla 2**

t(°C)	K <sub>p</sub>	K <sub>c</sub>	Fracción molar de NH <sub>3</sub> en el equilibrio			
			1 atm	30 atm	100 atm	200 atm
200	0,66	26	0,15	0,68	0,81	0,86
400	0,014	0,76	4,4×10 <sup>-3</sup>	0,11	0,25	0,36
600	1,5×10 <sup>-3</sup>	0,11	4,9×10 <sup>-4</sup>	0,014	0,045	0,083
800	3,6×10 <sup>-4</sup>	0,032	1,2×10 <sup>-4</sup>	3,5×10 <sup>-3</sup>	0,012	0,022
1000	1,4×10 <sup>-4</sup>	0,014	4,4×10 <sup>-5</sup>	1,3×10 <sup>-3</sup>	4,4×10 <sup>-3</sup>	8,7×10 <sup>-3</sup>

El proceso tiene lugar introduciendo nitrógeno e hidrógeno (obtenidos previamente) en proporción estequiométrica en el reactor en unas condiciones de 450 °C y entre 200 y 700 atm de presión, usando un catalizador. En las condiciones indicadas la conversión en un solo paso (ver tabla 2) es muy baja por lo que los gases que salen del reactor se enfrían condensando y eliminando el amoníaco formado y reintroduciendo el nitrógeno e hidrógeno no combinados de nuevo en el reactor.

Las condiciones de presión y temperatura vienen fijadas por criterios no sólo termodinámicos sino también cinéticos; el catalizador es hierro preparado especialmente de modo que tenga una gran superficie.

- a. A partir de los datos termodinámicos de la tabla 1 y suponiendo, en primera aproximación, que las magnitudes termodinámicas no varían con la temperatura, determinar el intervalo de temperaturas en el que el proceso directo de formación del amoníaco será espontáneo. **(0,4 puntos)**

- b. Representar y etiquetar el diagrama entálpico del proceso tanto si ocurriese en fase gaseosa y ausencia del catalizador como en presencia del mismo comentando las diferencias entre ambos casos. **(0,4 puntos)**
- c. Justificar, con detalle, la variación observada de los valores de la fracción molar de amoniaco en el equilibrio (tabla 2), en función de la temperatura y presión. **(0,6 puntos)**
- d. En una experiencia de laboratorio se introdujeron un mol de nitrógeno y tres moles de hidrógeno en un recipiente de 0,58 L de capacidad a una temperatura de 300 °C y 200 atm de presión. Analizada la muestra en el equilibrio, se encontró que la fracción molar de amoniaco es 0,628. ¿Cuál es el valor de la constante de equilibrio en esas condiciones? **(0,6 puntos)**