

OLIMPIADA DE QUÍMICA 2016-2017
FASE LOCAL - PROBLEMAS
10 de marzo de 2017

Dispone de un tiempo máximo de **noventa minutos** para esta parte de la prueba.
Conteste cada problema en una hoja separada y escriba su nombre en todas las hojas.
Se permite el uso de calculadoras no programables.

DATOS: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm}$.

Problema 1 (10 puntos). Los alcaloides son sustancias orgánicas básicas en cuya composición interviene carbono, hidrógeno, nitrógeno y pueden también tener oxígeno. En las hojas del tabaco, el porcentaje de alcaloides oscila entre el 4 y el 6%. Uno de los principales es la **nicotina** que se obtiene macerando las hojas de la planta en una disolución alcalina y tratando luego la mezcla con un disolvente orgánico. La nicotina en estado puro es un poderoso veneno de acción rápida. La mayor parte de los efectos fisiológicos del tabaco son debidos a su contenido en nicotina que influye en el sistema nervioso y en los aparatos digestivo y circulatorio. La inhalación del humo de un simple cigarrillo produce una vasoconstricción apreciable, que puede prolongarse sesenta minutos, y que provoca un aumento de la presión sanguínea.



La combustión de 0,3847 g de nicotina da lugar al desprendimiento de 1,0440 g de CO_2 y 0,2994 g de agua. En otra experiencia, se tratan 1,3800 g del alcaloide obteniéndose 0,2897 g de amoníaco.

- a) (5 puntos) Determina la fórmula empírica de la nicotina.
- b) (5 puntos) Determina la fórmula molecular, sabiendo que la nicotina hierve a 245°C a la presión de 760 mmHg y que su densidad de vapor a esa temperatura es de 3,81 mg/mL.

Problema 2 (15 puntos). - Uno de los combustibles alternativos al uso de los combustibles fósiles de mayor relevancia es el dihidrógeno. Sin embargo, el coste de la producción o los problemas inherentes a su almacenamiento, son dos dificultades importantes para avanzar en la denominada economía del dihidrógeno.

Un método tradicional para obtener dihidrógeno a escala industrial es la reacción de metano con vapor de agua sobrecalentada a 1100 K para formar dihidrógeno y monóxido de carbono, una reacción química llamada reformado del vapor.

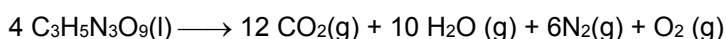
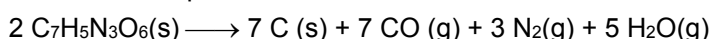
- a) (2 puntos) Escribe la ecuación química ajustada para el reformado de vapor del metano.
- b) (8 puntos) La K_p de la reacción de reformado a 1100 K es 28,6. Se hacen reaccionar en un reactor 1,0 kmol de metano y 1,0 kmol de agua a 1100 K. La presión inicial del reactor es 1,6 atm. Calcula el porcentaje de conversión del metano cuando el sistema alcance el equilibrio químico.
- c) (5 puntos) Calcula la presión total que tendría el reactor en las condiciones anteriores.

Problema 3 (10 puntos). En la película GoldenEye (1995), James Bond debe colocar unos explosivos sobre unos tanques de gas con el fin de destruir un centro de producción de armas químicas. Para ello contacta con sus jefes del MI-6 que le dicen que es necesario provocar una explosión en la que se desprenda una energía en forma de calor de 10 MJ, cantidad necesaria para la destrucción completa de un tanque de gas tóxico.



a) (7 puntos) Bond dispone de dos explosivos clásicos, trinitrotolueno (TNT), $C_7H_5N_3O_6$, y nitroglicerina (NITRO), $C_3H_5N_3O_9$. ¿Cuál de ellos debe detonar para conseguir la cantidad de calor estipulada teniendo en cuenta que ha de utilizar la menor masa posible de explosivo?

Datos. Las ecuaciones químicas ajustadas correspondientes a las reacciones de explosión del TNT y nitroglicerina son, respectivamente:



Entalpías estándar de formación a 25°C, $\Delta_f H^\circ$ (kJ·mol⁻¹):

CO(g) = -110,5; H₂O(g) = -241,8; CO₂(g) = -393,5; C₇H₅N₃O₆(s) = -66,5; C₃H₅N₃O₉(l) = -370,0.

b) (3 puntos) Bond coloca el explosivo seleccionado en el interior de una caja metálica hermética de 200 x 50 x 50 cm que se encuentra a 25°C y 1 atm. Después de la explosión, la temperatura interior se eleva hasta los 5000°C. Calcula el aumento de presión que se produce debido a los gases formados en la reacción.

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS																	
1																	18
1A																	8A
1 H 1.008	2 He 4.003																
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 (Uut) (284)	114 (Uuq) (289)	115 (Uup) (288)	116 (Uuh) (293)	117 (Uus) (294)	118 (Uuo) (294)
58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0				
90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)				

OLIMPIADA DE QUÍMICA 2016-2017
FASE LOCAL - PROBLEMES
10 de març de 2017

Disposeu d'un temps màxim de **noranta minuts** per aquesta part de la prova.
Contesteu cada problema en un full separat i escriviu el vostre nom en totes les fulles.
Es permet l'ús de calculadores no programables.

DADES: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm}$.

Problema 1 (10 punts). Els alcaloides són substàncies orgàniques bàsiques en la composició de les quals hi ha carboni, hidrogen, nitrogen i poden també tindre oxigen. A les fulles del tabac, el percentatge de alcaloides oscil·la entre el 4 i el 6 %. Un dels principals és la **nicotina** que s'obté macerant les fulles de la planta en una dissolució alcalina i tractant després la mescla amb un dissolvent orgànic. La nicotina en estat pur és un poderós verí d'acció ràpida. La major part dels efectes fisiològics del tabac són deguts al seu contingut en nicotina que influeix en el sistema nerviós i en els aparells digestiu i circulatori. La inhalació del fum d'una cigarreta produeix una vasoconstricció apreciable, que pot durar seixanta minuts, i que provoca un augment de la pressió sanguínia.



La combustió de 0,3847 g de nicotina dóna lloc al despreniment de 1,0440 g de CO_2 i 0,2994 g d'aigua. En una altra experiència, es tracten 1,3800 g de l'alcaloide tot obtenint-se 0,2897 g d'amoniac.

- a) (5 punts) Determina la fórmula empírica de la nicotina.
- b) (5 punts) Determina la fórmula molecular, sabent que la nicotina bull a $245 \text{ }^\circ\text{C}$ a la pressió de 760 mmHg i que la seua densitat de vapor a eixa temperatura és de 3,81 mg/mL.

Problema 2 (15 punts).- Un dels combustibles alternatius a l'ús dels combustibles fòssils de major rellevància és el dihidrogen. Malauradament, el cost de la producció o els problemes inherents al seu emmagatzemament, són dues dificultats importants per avançar en la denominada economia del dihidrogen.

Un mètode tradicional per obtenir dihidrogen a escala industrial és la reacció de metà amb vapor d'aigua sobreescalfada a 1100 K per a formar dihidrogen i monòxid de carboni, una reacció química anomenada reformat del vapor.

- a) (2 punts) Escriu l'equació química ajustada per al reformat de vapor del metà.
- b) (8 punts) La K_p de la reacció de reformat a 1100 K és 28,6. Es fan reaccionar en un reactor 1,0 kmol de metà i 1,0 kmol d'aigua a 1100 K. La pressió inicial del reactor és 1,6 atm. Calculeu el percentatge de conversió del metà quan el sistema assolisca l'equilibri químic.
- c) (5 punts) Calcula la pressió total que tindria el reactor en les condicions anteriors.

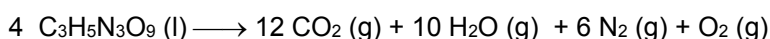
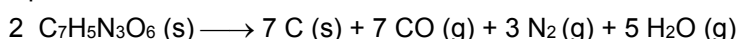


Problema 3 (10 punts). A la pel·lícula GoldenEye (1995), James Bond ha de col·locar uns explosius damunt d'uns tancs de gas amb la finalitat de destruir un centre de producció d'armes químiques. Per a fer-ho contacta amb els seus caps de l'MI-6 que li diuen que és necessari provocar una explosió en la que es desprengui una energia en forma de calor de 10 MJ, quantitat necessària per a la destrucció completa d'un tanc de gas tòxic.



a) (7 punts) Bond disposa de dos explosius clàssics, trinitrotoluen (TNT), $C_7H_5N_3O_6$, i nitroglicerina (NITRO), $C_3H_5N_3O_9$. Quin d'ells ha de detonar per aconseguir la quantitat de calor estipulada tenint en compte que ha d'utilitzar la menor massa possible d'explosiu?

Dades. Les equacions químiques ajustades corresponents a les reaccions d'explosió del TNT i nitroglicerina són, respectivament:



Entalpies estàndard de formació a 25 °C, $\Delta_f H^\circ$ (kJ·mol⁻¹):

CO (g) = - 110,5; H₂O (g) = - 241,8; CO₂ (g) = - 393,5; C₇H₅N₃O₆ (s) = - 66,5; C₃H₅N₃O₉ (l) = - 370,0.

b) (3 punts) Bond col·loca l'explosiu escollit a l'interior d'una caixa metàl·lica hermètica de 200 x 50 x 50 cm que es troba a 25 °C i 1 atm. Després de l'explosió, la temperatura interior puja fins els 5000 °C. Calcula l'augment de pressió que es produeix degut als gasos formats en la reacció.

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

1 1A																	18 8A
1 H 1.008	2 He 4.003											13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 (Uut) (284)	114 (Uuq) (289)	115 (Uup) (288)	116 (Uub) (293)	117 (Uus) (294)	118 (Uuo) (294)
58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0				
90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)				