

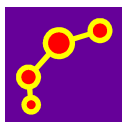


**Universitat**  
de les Illes Balears



**Col·legi Oficial  
de Químics  
de les Illes Balears**

**Departament de Química**



*Associació de  
Químics de les  
Illes Balears*

**XXXV Olimpíada de  
Química a les Illes  
Balears  
3 de Març de 2022**

La durada màxima de la prova és de dues hores i mitja. Heu de contestar cada apartat (a, b1, b2 i c) en quatre (o més) fulls diferents. Poseu clarament el vostre nom i el del centre d'on veniu a tots els quadernets.

**a. (30%) Exercici Teòric (Preguntes multi resposta)**

Aquesta part està constituïda per un qüestionari dividit en dues seccions, una obligatòria (15%) i una optativa (15%).

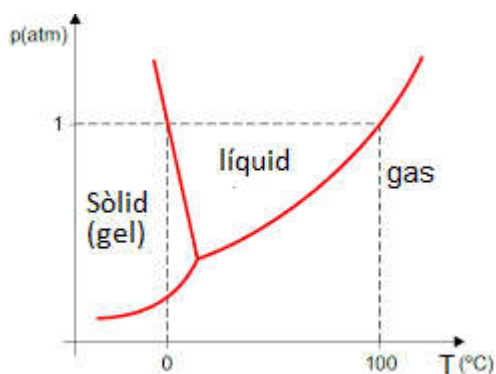
Per tenir la màxima puntuació, heu de contestar les **sis preguntes obligatòries**, mentre que heu de respondre **només a sis preguntes optatives** d'entre les dotze que es plantegen. En cas de respondre a més de sis preguntes d'aquesta darrera secció, s'agafaran les sis primeres respostes i es descartaran la resta.

Cada pregunta integra quatre respostes, de les quals només pots triar-ne una. Per cada dues respostes errades es descompta una encertada. Una resposta en blanc, val zero punts.

**Secció obligatòria**

1. Un compost orgànic de pes molar 103 g/mol té la següent composició percentual: 46,6% de C; 8,7% d'H; 13,6% de N; i 31,1% d'O. Tria la fórmula empírica correcta.
  - a.  $C_4H_9NO_2$
  - b.  $C_2H_9NO_4$
  - c.  $C_5H_{12}NO$
  - d.  $C_3H_9N_2O$
  
2. Un dipòsit de 4 L conté un gas a una pressió de 10 atm. Aquest està connectat per una vàlvula a un altre dipòsit de 7 L que conté el mateix gas a 6 atm. Quina serà la pressió del gas quan s'obre la vàlvula que connecta ambdós dipòsits si la temperatura durant el procés no canvia?
  - a. 5,7 atm
  - b. 8,0 atm
  - c. 7,5 atm
  - d. 4,5 atm

3. A la figura es mostra el diagrama de transició entre els estats d'agregació de l'aigua.



Tenint en compte la informació que aquest ens dona, tria l'opció vertadera d'entre les següents:

- Si es disminueix la pressió, el punt de fusió del gel disminueix
- Si es disminueix la pressió, el punt d'ebullició augmenta
- Si s'augmenta la pressió, el punt de fusió del gel disminueix
- Si s'augmenta la pressió, el punt de sublimació no varia

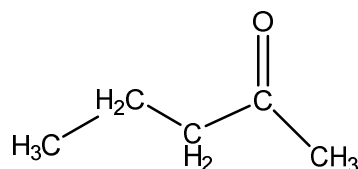
4. El carbonat de sodi és una sal soluble en aigua. Si s'addicionen 200 mL d'aigua a 200 mL d'una dissolució aquosa 0,20 M d'aquesta sal, i s'agita fins a tenir un sistema homogeni, quina serà la molaritat dels ions sodi a la nova dissolució?

- 0,05 M
- 0,10 M
- 0,15 M
- 0,20 M

5. La reacció de descomposició del carbonat de calci (sòlid), en òxid de calci (sòlid) i diòxid de carboni (gas), és un procés endotèrmic (a la reacció química només intervenen els compostos anomenats), la qual cosa vol dir que:

- És un procés espontani a qualsevol temperatura
- És un procés espontani a baixa temperatura
- És un procés espontani a alta temperatura
- És un procés espontani a temperatura ambient

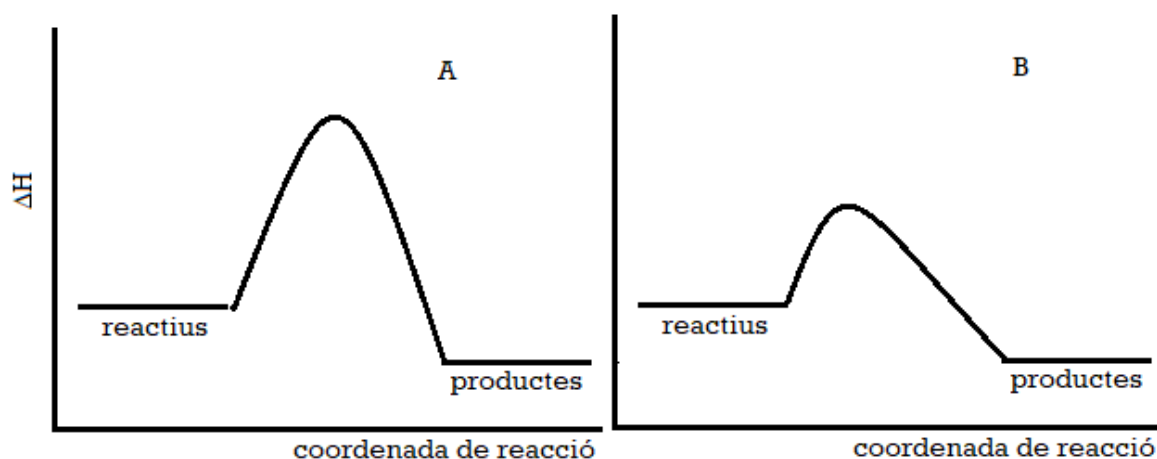
6. El nom del compost que es mostra a la figura següent és:



- Pentanal
- 2-pentanona
- 3-pentanona
- Metil-propil-èter

### Secció optativa

7. Dels següents conjunts de nombres quàntics, quin es correspon al d'un electró que es troba al subnivell 3d del titani?
- (4,3,0,+1/2)
  - (3,3,2,-1/2)
  - (3,2,1,+1/2)
  - (3,2,3,+1/2)
8. Les configuracions electròniques del coure i el  $\text{Cu}^+$ , al seu estat fonamental són, respectivament:
- $[\text{Ar}] 3d^9 4s^2$ ;  $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$
  - $[\text{Ar}] 3d^9 4s^2$ ;  $[\text{Ar}] 3d^9 4s^1$
  - $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$ ;  $[\text{Ar}] 3d^9 4s^1$
  - $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$ ;  $[\text{Ar}] 3d^{10}$
9. D'acord amb la teoria de Lewis i la de RPECV, la molècula de l'ió carbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ),
- És una molècula piramidal, iònica i polar
  - És una molècula plana, iònica i apolar
  - És una molècula piramidal, iònica i apolar
  - És una molècula plana, iònica i polar
10. La constant d'equilibri ( $K_p$ ) d'una determinada reacció química, té un valor de 5 a 100 K. Per aquest mateix sistema,  $K_p$  val 10 a 200 K, la qual cosa vol dir que:
- És una reacció exotèrmica
  - La reacció només és espontània a l'interval de 100 a 200K
  - El valor de  $K_p$  a 350 K és 7,5
  - És una reacció endotèrmica
11. L'acció d'un catalitzador sobre una determinada reacció química és:
- Disminuir l'energia d'activació de la reacció directa i de la inversa
  - Disminuir l'energia lliure de Gibbs de la reacció, de manera que aquesta està més afavorida
  - Disminuir l'energia d'activació, però només de la reacció directa
  - Desplaçar l'equilibri cap a la reacció directa
12. Les següents figures mostren el perfil de dues reaccions químiques A i B. L'escala d'energia és igual a les dues figures. Selecciona l'afirmació correcta en relació a la velocitat de reacció i a l'entalpia de la reacció global.
- La velocitat de la reacció A és major que la de B i ambdues són endotèrmiques.
  - La velocitat de la reacció A és major que la de B i ambdues són exotèrmiques.
  - La velocitat de la reacció B és major que la de A i ambdues són endotèrmiques.
  - La velocitat de la reacció B és major que la de A i ambdues són exotèrmiques.



13. Selecciona, d'entre les següents, l'afirmació correcta:
- La dissolució obtinguda en mesclar 10 mL de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M amb 10 mL d'una dissolució de  $\text{NaOH}$  0,1 M, té un pH neutre
  - La dissolució obtinguda en mesclar 10 mL de  $\text{HCl}$  0,1 M amb 10 mL d'una dissolució de  $\text{NaOH}$  0,1 M, té un pH àcid
  - La dissolució obtinguda en mesclar 10 mL de  $\text{NaCl}$  0,1 M amb 10 mL d'una dissolució de  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,1 M, té un pH bàsic
  - La dissolució obtinguda en mesclar 10 mL de  $\text{HCl}$  0,1 M amb 10 mL d'una dissolució de  $\text{NH}_3$  0,1 M, té un pH bàsic
14. Una dissolució d'una substància bàsica té un pH de 8,9. Quina és la concentració en mol/L d'ions hidroxil?
- $1,5 \cdot 10^{-9}$
  - $7,9 \cdot 10^{-6}$
  - $8,9 \cdot 10^{-5}$
  - $6,4 \cdot 10^{-4}$
15. Quina de les següents mescles pot actuar com a dissolució amortidora de pH quan es mesclen dissolucions que contenen els dos reactius en proporcions adequades?
- $\text{NaNO}_3 + \text{HNO}_3$
  - $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaNO}_3$
  - $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$
  - $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{NaNO}_3$
16. A partir dels següents valors de potencials normals de reducció, indica quins metalls de la següent llista poden reaccionar i es poden dissoldre dins una dissolució aquosa de  $\text{HCl}$  0,1 M?

	$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	$\text{Na}^+/\text{Na}$
$E^0(\text{V})$	-0,44	0,80	0,34	-2,71

- a. Tots es poden dissoldre perquè tots es poden oxidar
- b. Només, el Fe i el Na, que són els que tenen potencials de reducció estàndard negatius
- c. Només la Ag i el Cu, ja que tenen potencials de reducció estàndard positius
- d. Cap d'ells es pot dissoldre

17. D'acord amb el conveni de notació de piles i tenint en compte que els valors de potencials estàndard de reducció  $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,800 \text{ V}$  i  $E^0(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,372 \text{ V}$ , selecciona la pila a la qual donaria lloc la reacció de funcionament dels elèctrodes anteriors:

- a.  $\text{Ag}^+ \mid \text{Ag (1 M)} \parallel \text{Mg}^{2+} (1 \text{ M}) \mid \text{Mg}$
- b.  $\text{Ag} \mid \text{Ag}^+ (1\text{M}) \parallel \text{Mg}^{2+} \mid \text{Mg (1M)}$
- c.  $\text{Mg} \mid \text{Mg}^{2+} (1 \text{ M}) \parallel \text{Ag}^+ (1 \text{ M}) \mid \text{Ag}$
- d.  $\text{Mg}^{2+} \mid \text{Mg (1 M)} \parallel \text{Ag (1 M)} \mid \text{Ag}^+$

18. A l'electroquímica s'usa habitualment la constant  $F$ , el Faraday. La constant  $F$  és:

- a. La força electromotriu estàndard de l'elèctrode d'hidrogen
- b. L'energia d'un mol d'àtoms d'hidrogen
- c. L'energia d'un mol d'electrons
- d. La càrrega elèctrica d'un mol d'electrons

### b1. (25%) Exercici de problemes obligatoris

Aquesta part està constituïda per **dos problemes obligatoris**. Per tenir la màxima puntuació, heu de contestar els dos problemes.

**Problema 1.** El *para*-cresol (*p*-cresol) és un compost de naturalesa orgànica que s'utilitza com a desinfectant i també en la fabricació d'herbicides.



Aquest compost està format únicament per C, H i O, i quan es fa la combustió d'una mostra de 0,364 g de *p*-cresol es produeixen 1,039 g de CO<sub>2</sub> i 0,243 g de H<sub>2</sub>O.

- Calcula la composició centesimal del *p*-cresol (en massa).
- Determina la seva fórmula empírica.
- Si es coneix que la massa molecular del *p*-cresol és de 108,1; determina la seva fórmula molecular.
- Proposa una estructura química per al *p*-cresol coneixent que conté un anell benzènic. Quin és el nom d'aquest compost segons la IUPAC?
- Formula i anomena dos isòmers estructurals del *p*-cresol.

**Problema 2.** L'etí (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), també anomenat acetilè, és l'alquí més senzill que existeix. S'utilitza en equips de soldadura per unir peces metàl·liques a la temperatura de fusió d'aquestes (aproximadament uns 3200 °C), mitjançant el calor que genera la flama formada per la combustió de l'acetilè amb l'oxigen de l'aire.

- Escriu i iguala la reacció de combustió de l'acetilè gasós (suposant que en la reacció de combustió es forma aigua en estat líquid i diòxid de carboni en estat gasós).
- Quina quantitat de calor es despendrà en cremar 100 L d'acetilè amb 500 L d'oxigen, ambdós gasos mesurats a 1,0 atm i 298 K?
- Calcula l'entalpia estàndard de formació de l'acetilè gasós a 298 K.

Dades: Entalpia estàndard de combustió del C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> a 298 K (per mol de substància que es crema):  $\Delta H_c^\circ = -1299,6 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Entalpies estàndard de formació a 298 K:  $\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2 (\text{g})) = -393,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O} (\text{l})) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$

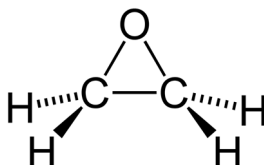
## b2. (25%) Exercici de problemes optatius

Aquesta part està constituïda per **quatre problemes optatius**. Per tenir la màxima puntuació, només heu de respondre **dos d'ells**. En cas de respondre a més de dos problemes, es consideraran únicament els dos primers que s'han respost.

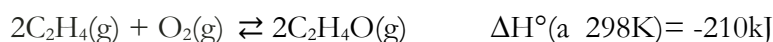
**Problema 1.** Per a la prevenció del contagi de la COVID-19, les autoritats sanitàries ens recomanen, a més de l'ús de mascaretes, de la distància de seguretat i del rentat de mans, la utilització de gels hidroalcohòlics. Aquests gels contenen, a més d'altres substàncies cosmètiques i protectores de la pell, aigua i entre un 60% i un 80% d'alcohols, com per exemple l'etanol o l'isopropanol (propan-2-ol). Respon de forma raonada les següents qüestions:

- Quina geometria té una molècula d'isopropanol? Fes un esquema de la molècula.
- Quines forces intermoleculars existeixen entre les molècules de l'isopropanol?
- L'etanol i l'isopropanol tenen dos punts d'ebullició diferents. El d'un d'ells és 82.5°C, mentre que el de l'altre és 78.4°C. Explica, de manera justificada, a qui correspon cada un d'aquests punts d'ebullició.
- Quina hibridació tindrà l'oxigen en la molècula de l'isopropanol?

**Problema 2.** L'òxid d'etilè (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O), és un èter cíclic gasós incolor i molt inflamable. S'utilitza a la indústria no alimentària com a matèria primera per a l'elaboració de productes químics orgànics com detergents, fibres de polièster o anticongelants. La Unió Europea l'ha prohibit per a l'ús alimentari, atès el seu caràcter cancerigen i mutagènic.



S'obté a partir de l'oxidació de l'etè amb un excés d'oxigen, emprant plata com a catalitzador segons l'equilibri:



Si a dins un reactor de 2,0 L, a una temperatura de 298 K, fem reaccionar 2,5 mols d'etè i 2,0 mols d'oxigen en presència de plata, per així obtenir 1,0 mols d'òxid d'etilè.

- Quins seran els valors de K<sub>c</sub> i K<sub>p</sub> a 298 K?
- Explica raonadament com variarà la K<sub>p</sub> si:
  - Utilitzem un reactor de 2,0 L a una temperatura de 400 K.
  - Utilitzem un reactor d'1 L a una temperatura de 298K
  - No utilitzem el catalitzador de plata
- Quin seria el valor de K<sub>c</sub> i K<sub>p</sub> per a la següent reacció?
$$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g})$$

**Problema 3.** Un dels projectes energètics més importants de les Illes Balears per aquest any 2022 és la posada en funcionament de la planta de fabricació d'hidrogen verd de Lloseta.

L'hidrogen verd es produeix per electròlisi de l'aigua utilitzant energies renovables com poden ser les plaques solars fotovoltaïques.

- a) Quines reaccions es produeixen a l'ànode i al càtode en l'electròlisi de l'aigua? Serà espontània la reacció global de l'electròlisi de l'aigua? Raona les respostes.
- b) Si per aquests procés electrolític obtenim, en un determinat interval de temps, 60000 L d'oxigen en unes determinades condicions de pressió i temperatura. Quin volum d'hidrogen obtindrem en les mateixes condicions?
- c) L'hidrogen es pot obtenir com a producte de la següent reacció redox
- $$\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaAlO}_2 + \text{H}_2$$
- Iguala pel mètode ió-electró aquesta reacció indicant les semireaccions que es produeixen a l'ànode i al càtode.

**Problema 4.** L'àcid benzoic és el més simple dels àcids carboxílics aromàtics. El seu nom prové de la goma benzoïna i la seva sal de sodi, benzoat de sodi, s'ha utilitzat durant molt de temps com antimicrobià en la conservació d'aliments.

- a) Si tenim 10 mL d'una dissolució 0,1 M d'aquest àcid, quin serà el seu pH? Dades:  $K_a(25\text{ }^\circ\text{C}) = 6,4 \cdot 10^{-5}$
- b) Si tenim una dissolució 0,1M d'aquest àcid i li afegim una dissolució d'hidròxid de sodi. Indica de forma raonada (sense fer càlculs numèrics) quin d'entre aquests valors de pH 1; 4,2; 7; 8,6; 13 correspon a cada apartat.
- i. Quan afegim a 10 mL d'aquesta dissolució d'àcid uns 15 mL d'hidròxid de sodi 0,1 M.
  - ii. Quan afegim a 10 mL d'aquesta dissolució d'àcid uns 10 mL d'hidròxid de sodi 0,1 M.
  - iii. Quan afegim a 10 mL d'aquesta dissolució d'àcid uns 5,0 mL d'hidròxid de sodi 0,1 M.
- c) Si sabem que la constant d'acidesa de l'àcid metanoic a 25 °C val  $2,1 \cdot 10^{-4}$ , quina base serà més forta l'ió metanoat o l'ió benzoat? Raona la resposta.



### c. (20%) Supòsit Pràctic

Aquesta part està constituïda per tres supòsits pràctics diferents, integrats dins dues seccions, una obligatòria (10%) i una optativa (10%).

Per tenir la màxima puntuació, heu de contestar **l'únic supòsit pràctic** que conforma la secció obligatòria, mentre que **només heu de respondre un** dels supòsits pràctics que conformen la secció optativa. En cas de respondre els dos supòsits d'aquesta darrera secció, es considerarà únicament el primer que s'ha respost.

#### Secció obligatòria

**Supòsit pràctic 1.** El clorur de calci anhidre és una sal higroscòpica que es pot utilitzar com a deshumidificador. Quin experiment faries per demostrar que, efectivament, la sal anhidra absorbeix aigua atmosfèrica?

#### Secció optativa

**Supòsit pràctic 2.** L'acidesa del vinagre se sol expressar en grams d'àcid acètic per 100 mL de vinagre. Aquest % s'anomena grau d'acidesa. Els vinagres de vi tenen entre 6 i 8 graus, mentre que els vinagres d'arròs tenen només uns 4 graus.

A un laboratori hi arribaren dues ampolles de vinagre sense etiqueta, una de vinagre de vi i l'altre de vinagre d'arròs. Com ho faries per identificar el tipus de vinagre de cada ampolla?

**Supòsit pràctic 3.** El zinc metall reacciona amb l'àcid clorhídric formant clorur de zinc i hidrogen gas. Com demostraries, experimentalment, que la concentració de l'àcid clorhídric afecta la velocitat de la reacció?

Per fer els experiments a més dels materials i equipaments habituals en un laboratori de química, també disposes d'àcid clorhídric 4 M i zinc en pols.

Nota: El clorur de zinc és soluble en aigua.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII			Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1	H 1,00794																	2 He 4,0026
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122											5 B 10,811	6 C 12,0107	7 N 14,0067	8 O 15,9994	9 F 18,9984	10 Ne 20,1797
3	11 Na 22,9898	12 Mg 24,3050											13 Al 26,9815	14 Si 28,0855	15 P 30,9738	16 S 32,066	17 Cl 35,4527	18 Ar 39,948
4	19 K 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,9559	22 Ti 47,867	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,9380	26 Fe 55,845	27 Co 58,9332	28 Ni 58,6934	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,9216	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,9059	40 Zr 91,224	41 Nb 92,9064	42 Mo 95,94	43 Tc (98,9063)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,905	46 Pd 106,42	47 Ag 107,8682	48 Cd 112,411	49 In 114,818	50 Sn 118,710	51 Sb 121,760	52 Te 127,60	53 I 126,9045	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,905	56 Ba 137,327	57 * La 138,906	72 Hf 178,49	73 Ta 180,948	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,217	78 Pt 195,078	79 Au 196,967	80 Hg 200,59	81 Tl 204,383	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980	84 Po (208,98)	85 At (209,99)	86 Rn (222,02)
7	87 Fr (223,02)	88 Ra (226,03)	89 * Ac (227,03)	104 Rf (261,11)	105 Db (262,11)	106 Sg (263,12)	107 Bh (264,12)	108 Hs (265,13)	109 Mt (268)	110 Uun (269)	111 Uuu (272)	112 Uub (277)	113 Uut ( )	114 Uuq (285)	115 Uup ( )	116 Uuh (289)	117 Uus ( )	118 Uuo (293)

58 Ce 140,116	59 Pr 140,908	60 Nd 144,24	61 Pm (144,913)	62 Sm 150,36	63 Eu 151,964	64 Gd 157,25	65 Tb 158,925	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930	68 Er 167,26	69 Tm 168,934	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
90 Th 232,038	91 Pa 231,036	92 U 238,029	93 Np (237,048)	94 Pu (244,06)	95 Am (243,06)	96 Cm (247,07)	97 Bk (247,07)	98 Cf (251,08)	99 Es (252,08)	100 Fm (257,10)	101 Md (258,10)	102 No (259,10)	103 Lr (262,11)

Constants:  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$