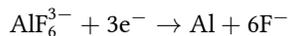




**Parte I**  
**Domande a risposta multipla**

- (1) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione



Cosa accade nella reazione?

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> A) Al è ossidato all'anodo                                 | <input type="checkbox"/> D) F <sup>-</sup> viene ridotto al catodo.                                  |
| <input type="checkbox"/> B) AlF <sub>6</sub> <sup>3-</sup> viene ridotto al catodo. | <input type="checkbox"/> E) L'alluminio passa da numero di ossidazione -1 a numero di ossidazione 0. |
| <input type="checkbox"/> C) F <sup>-</sup> agisce da agente riducente.              |  |

- (2) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>?

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A) 5 M AgNO <sub>3</sub>              | <input type="checkbox"/> D) 6 M KBr   |
| <input type="checkbox"/> B) 5 M K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | <input type="checkbox"/> E) 10 M NaCl |
| <input type="checkbox"/> C) 12 M Glucosio                      |                                       |

- (3) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

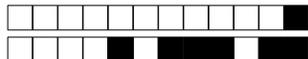
- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> A) NH <sub>3</sub> e NH <sub>4</sub> Cl                              | <input type="checkbox"/> D) HCl e NaCl   |
| <input type="checkbox"/> B) NaOH e NH <sub>3</sub>  | <input type="checkbox"/> E) HH <sub>3</sub> e CH <sub>3</sub> COOH (Acido acetico) |
| <input type="checkbox"/> C) H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> e NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> |  |

- (4) Qual è la concentrazione di H<sup>+</sup>(aq) in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(\text{HCN}) = 5,0 \times 10^{-10}$ )

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A) $5,0 \times 10^{-4}$  | <input type="checkbox"/> D) $2,5 \times 10^{-11}$ |
| <input type="checkbox"/> B) $5,0 \times 10^{-6}$  | <input type="checkbox"/> E) $5,0 \times 10^{-11}$ |
| <input type="checkbox"/> C) $2,5 \times 10^{-10}$ |   |

- (5) Un campione di 61,8 g di H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, un acido debole, viene disciolto in 1000 g di acqua per ottenere una soluzione 1,0 molale. Quale delle seguenti è la procedura migliore per determinare la molarità della soluzione?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> A) Misura del calore specifico di soluzione.          | <input type="checkbox"/> D) Determinazione del punto di ebollizione della soluzione. |
| <input type="checkbox"/> B) Misura del pH con un pH-metro.                     | <input type="checkbox"/> E) Misura del volume totale della soluzione.                |
| <input type="checkbox"/> C) Titolazione della soluzione con un acido standard. |  |



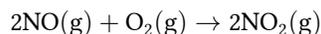
(6) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se

- A accetta una coppia di elettroni per formare un legame
- B accetta un protone dall'acqua
- C dona una coppia di elettroni per formare un legame
- D possiede una struttura di risonanza di Lewis
- E dona un protone all'acqua

(7)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

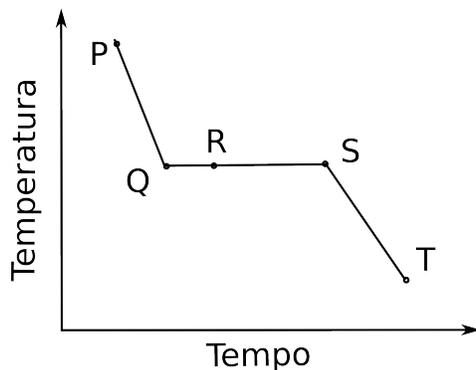
La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione



al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?

- A  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$
- B  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$
- C  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$
- D  $v = k[\text{NO}]/[\text{O}_2]$
- E  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]$

(8)



Facendo riferimento alla curva di raffreddamento di una sostanza pura che passa dallo stato liquido a quello solido, riportata sopra, il solido ed il liquido coesistono

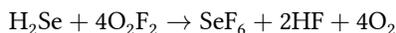
- A solo nel punto Q
- B su tutti i punti della curva tra Q e S
- C in nessun punto della curva
- D su tutti i punti della curva tra R e T
- E solo nel punto T



(9) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di CsCl(s)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> A Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche | <input type="checkbox"/> C Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli |
| <input type="checkbox"/> B Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli         | <input type="checkbox"/> D Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati   |
|  | <input type="checkbox"/> E Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari                                      |

(10)



Quali delle seguenti affermazioni risulta vera per la reazione rappresentata sopra?

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> A Il numero di ossidazione di Se cambia da -2 a +6. | <input type="checkbox"/> D Il numero di ossidazione di H cambia da -1 a +1. |
| <input type="checkbox"/> B Il numero di ossidazione di F cambia da +1 a -1.  | <input type="checkbox"/> E Il numero di ossidazione di O non cambia.        |
| <input type="checkbox"/> C È una reazione di disproporzionamento per F.      |   |

(11) Quale composto ha il maggior numero di atomi di azoto per molecola/unità formula?

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> A Nitrato di cesio    | <input type="checkbox"/> D nitrato di ferro(II) |
| <input type="checkbox"/> B Solfato di potassio | <input type="checkbox"/> E nitrito di magnesio  |
| <input type="checkbox"/> C fosfato di ammonio  |   |

(12) Quanti atomi sono contenuti in 36 g di acqua pura?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A $3,0 \times 10^{25}$ | <input type="checkbox"/> D $1,8 \times 10^{24}$ |
| <input type="checkbox"/> B $3,6 \times 10^{24}$ | <input type="checkbox"/> E $6,0 \times 10^{23}$ |
| <input type="checkbox"/> C $1,2 \times 10^{24}$ |   |

(13) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di  $\text{O}_2(g)$  in  $\text{H}_2\text{O}(l)$ ?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A Pressione di $\text{O}_2(g)$ su $\text{H}_2\text{O}(l)$ 1,0 atm e Temperatura $20^\circ\text{C}$ | <input type="checkbox"/> D Pressione di $\text{O}_2(g)$ su $\text{H}_2\text{O}(l)$ 5,0 atm e Temperatura $80^\circ\text{C}$ |
| <input type="checkbox"/> B Pressione di $\text{O}_2(g)$ su $\text{H}_2\text{O}(l)$ 5,0 atm e Temperatura $20^\circ\text{C}$ | <input type="checkbox"/> E Pressione di $\text{O}_2(g)$ su $\text{H}_2\text{O}(l)$ 1,0 atm e Temperatura $80^\circ\text{C}$ |
| <input type="checkbox"/> C Pressione di $\text{O}_2(g)$ su $\text{H}_2\text{O}(l)$ 0,5 atm e Temperatura $20^\circ\text{C}$ |   |

(14) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> A HfCl                            | <input type="checkbox"/> D HfCl <sub>3</sub> |
| <input type="checkbox"/> B HfCl <sub>4</sub>               | <input type="checkbox"/> E HfCl <sub>2</sub> |
| <input type="checkbox"/> C Hf <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub> |  |



(15) Se la temperatura di una soluzione acquosa di NaCl viene aumentata da 20 °C a 90 °C quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

- A La frazione molare del soluto diminuisce.       D La molarità della soluzione resta invariata.  
 B La molalità della soluzione resta invariata.       E La densità della soluzione resta invariata.  
 C La frazione molare del soluto aumenta.

(16)



In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell' $\text{O}_2(g)$  a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

- A La quantità di  $\text{O}_2(g)$  nel recipiente       D  $K_{eq}$   
 B La quantità di  $\text{SO}_2(g)$  nel recipiente       E La quantità di  $\text{SO}_3(g)$  nel recipiente  
 C La pressione totale del recipiente

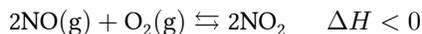
(17) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?

- A  $1s^2 2s^2 2p^4$        D  $1s^2 2s^2$   
 B  $1s^2 2s^2 2p^2$        E  $1s^0 2s^1$   
 C  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$

(18) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

- A  $\text{CS}_2$        D  $\text{CO}_2$   
 B  $\text{F}_2$        E  $\text{CO}$   
 C  $\text{O}_2$

(19)



Quale dei seguenti cambiamenti può causare una diminuzione del valore di  $K_{eq}$  della reazione riportata sopra?

- A Aumento del volume del recipiente di reazione.       D Diminuzione del volume del recipiente di reazione.  
 B Diminuzione della temperatura.       E Aggiunta di un catalizzatore.  
 C Aumento della temperatura.



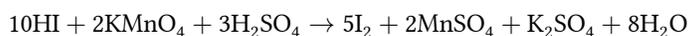
(20)



0,03 moli di  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

 A 0,5 atm D 3 atm B 0,03 atm E 1 atm C 0,1 atm

(21)



Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di  $\text{I}_2$  partendo da 4,0 moli di  $\text{KMnO}_4$  e 3,0 moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

 A 5,0 D 20 B 8,0 E 2,5 C 10

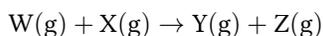
(22) In un elemento con numero atomico 31 il livello elettronico più esterno occupato dagli elettroni sarà

 A 3p D 4p B 5s E 3d C 4s

(23) Qual è a formula chimica del solfito di ferro(III)?

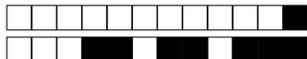
 A  $\text{Fe}_3(\text{SO}_3)_2$  D  $\text{Fe}(\text{SO}_3)$  B  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  E  $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$  C  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ 

(24) I gas W e X reagiscono in un recipiente chiuso formando i gas Y e Z secondo l'equazione chimica



La pressione iniziale di  $\text{W}(\text{g})$  è 1,20 atm e quella di  $\text{X}(\text{g})$  è 1,60 atm. Non sono presenti inizialmente  $\text{Y}(\text{g})$  e  $\text{Z}(\text{g})$ . L'esperimento viene condotto a temperatura costante. Qual è la pressione parziale di  $\text{Z}(\text{g})$  quando la pressione parziale di  $\text{W}(\text{g})$  è diminuita a 1,0 atm?

 A 0,20 atm D 0,40 atm B 1,0 atm E 1,4 atm C 1,2 atm



(25) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di  $\text{Au}_2\text{S}_3$  vengono completamente ridotte in eccesso di  $\text{H}_2$ ?

A 19,7 g

B 39,4 g

C 48,9 g

D 24,5 g

E 9,85 g

(26) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?

A  $[\text{Ne}]3s^23p^6$

B  $1s^22s^22p^4$

C  $1s^22s^2$

D  $1s^22s^22p^2$

E  $1s^02s^1$

(27) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

I la densità dell'acqua

II la densità della soluzione

III la massa molare del saccarosio

A I e II

B I

C II

D II

E II e III

(28) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} < 6$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

A HCl e NaCl

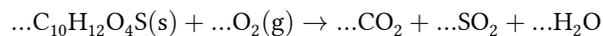
B  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)

C NaOH e  $\text{NH}_3$

D  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

E  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$

(29)



Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di  $\text{O}_2(\text{g})$  è

A 28

B 14

C 12

D 6

E 7



(30) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $\text{ClO}_3^-$ ?

A 3

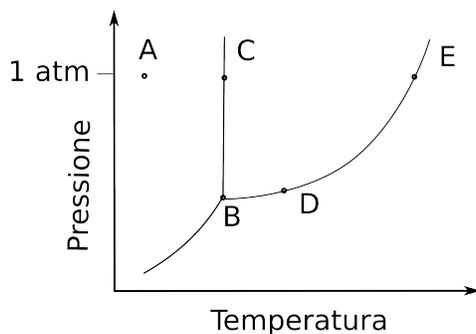
B 4

C 2

D 1

E 5

(31)



In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?

A C

B D

C A

D B

E E

(32) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} > 8$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

A  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)

B  $\text{NaOH}$  e  $\text{NH}_3$

C  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$

D  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

E  $\text{HCl}$  e  $\text{NaCl}$

(33) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di  $\text{NaCl}$  e 0,10 mol di  $\text{CaCl}_2$ . Qual è il minimo numero di moli di  $\text{AgNO}_3$  da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il  $\text{Cl}^-$  come  $\text{AgCl(s)}$ ? (Si assuma che  $\text{AgCl}$  è completamente insolubile.)

A 0,60 mol

B 0,20 mol

C 0,10 mol

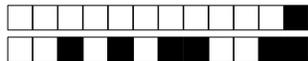
D 0,30 mol

E 0,40 mol

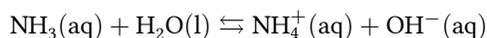




+1/9/52+

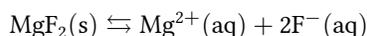


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.

# Tavola Periodica degli Elementi

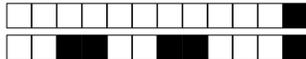
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	IIIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	VIII B	VIII B	IB	IB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
H 1,01	He 4,00	Li 6,94	Be 9,01	B 10,811	C 12,01	N 14,01	O 16,00	F 18,99	Ne 20,18	Na 22,99	Mg 24,31	Al 26,98	Si 28,09	P 30,9738	S 32,066	Cl 35,45	Ar 39,95	
K 39,10	Ca 40,08	Sc 44,96	Ti 47,88	V 50,94	Cr 52,00	Mn 54,94	Fe 55,85	Co 58,93	Ni 58,69	Cu 63,546	Zn 65,39	Ga 69,72	Ge 72,61	As 74,92	Se 78,96	Br 79,90	Kr 83,80	
Rb 85,47	Sr 87,62	Y 88,91	Zr 91,22	Nb 92,9064	Mo 95,94	Tc (98)	Ru 101,07	Rh 102,91	Pd 106,42	Ag 107,87	Cd 112,41	In 114,82	Sn 118,71	Sb 121,75	Te 127,60	I 126,90	Xe 131,30	
Cs 132,91	Ba 137,33	*La 138,91	Hf 178,49	Ta 180,95	W 183,85	Re 186,21	Os 190,2	Ir 192,22	Pt 195,08	Au 196,97	Hg 200,59	Tl 204,38	Pb 207,2	Bi 208,98	Po (209)	At (210)	Rn (222)	
Fr (223)	Ra (223)	89 (227)	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (264)	Hs (265)	Mt (268)										

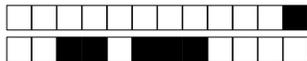
Z  
Simbolo  
massa

Lantanidi

Attinidi

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce 140,12	Pr 140,91	Nd 144,24	Pm (145)	Sm 150,36	Eu 151,97	Gd 157,25	Tb 158,93	Dy 162,50	Ho 164,930	Er 167,26	Tm 168,93	Yb 173,04	Lu 174,97
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 232	Pa 231	U 238	Np 237	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Mn (258)	No (259)	Lr (260)



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$
$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$
$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$
$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$
$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$
$$Ox + ne^- \rightarrow Rid$$
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

**Istruzioni**

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

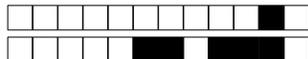
Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

- (1)  A  B  C  D  E
- (2)  A  B  C  D  E
- (3)  A  B  C  D  E
- (4)  A  B  C  D  E
- (5)  A  B  C  D  E
- (6)  A  B  C  D  E
- (7)  A  B  C  D  E
- (8)  A  B  C  D  E
- (9)  A  B  C  D  E
- (10)  A  B  C  D  E
- (11)  A  B  C  D  E

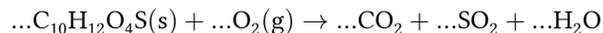
- (12)  A  B  C  D  E
- (13)  A  B  C  D  E
- (14)  A  B  C  D  E
- (15)  A  B  C  D  E
- (16)  A  B  C  D  E
- (17)  A  B  C  D  E
- (18)  A  B  C  D  E
- (19)  A  B  C  D  E
- (20)  A  B  C  D  E
- (21)  A  B  C  D  E
- (22)  A  B  C  D  E

- (23)  A  B  C  D  E
- (24)  A  B  C  D  E
- (25)  A  B  C  D  E
- (26)  A  B  C  D  E
- (27)  A  B  C  D  E
- (28)  A  B  C  D  E
- (29)  A  B  C  D  E
- (30)  A  B  C  D  E
- (31)  A  B  C  D  E
- (32)  A  B  C  D  E
- (33)  A  B  C  D  E



Parte I  
Domande a risposta multipla

(1)



Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di  $\text{O}_2(\text{g})$  è

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A 28 | <input type="checkbox"/> D 6  |
| <input type="checkbox"/> B 14 | <input type="checkbox"/> E 12 |
| <input type="checkbox"/> C 7  |                               |

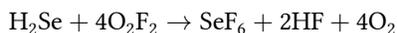
(2) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $\text{ClO}_3^-$ ?

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A 1 | <input type="checkbox"/> D 3 |
| <input type="checkbox"/> B 2 | <input type="checkbox"/> E 5 |
| <input type="checkbox"/> C 4 |                              |

(3) Se la temperatura di una soluzione acquosa di NaCl viene aumentata da 20 °C a 90 °C quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> A La densità della soluzione resta invariata. | <input type="checkbox"/> D La molarità della soluzione resta invariata. |
| <input type="checkbox"/> B La frazione molare del soluto diminuisce.   | <input type="checkbox"/> E La molalità della soluzione resta invariata. |
| <input type="checkbox"/> C La frazione molare del soluto aumenta.      |   |

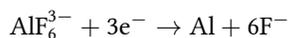
(4)



Quali delle seguenti affermazioni risulta vera per la reazione rappresentata sopra?

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> A Il numero di ossidazione di F cambia da +1 a -1.  | <input type="checkbox"/> D È una reazione di disproporzionamento per F. |
| <input type="checkbox"/> B Il numero di ossidazione di Se cambia da -2 a +6. | <input type="checkbox"/> E Il numero di ossidazione di O non cambia.    |
| <input type="checkbox"/> C Il numero di ossidazione di H cambia da -1 a +1.  |   |

(5) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione



Cosa accade nella reazione?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A Al è ossidato all'anodo                  | <input type="checkbox"/> D $\text{AlF}_6^{3-}$ viene ridotto al catodo.                             |
| <input type="checkbox"/> B $\text{F}^-$ viene ridotto al catodo.    | <input type="checkbox"/> E L'alluminio passa da numero di ossidazione -1 a numero di ossidazione 0. |
| <input type="checkbox"/> C $\text{F}^-$ agisce da agente riducente. |   |



(6) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

- A CO<sub>2</sub>
- B O<sub>2</sub>
- C CS<sub>2</sub>

- D F<sub>2</sub>
- E CO

(7) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?

- A  $1s^0 2s^1$
- B  $1s^2 2s^2 2p^2$
- C  $1s^2 2s^2 2p^4$

- D  $[\text{Ne}]3s^2 3p^4$
- E  $1s^2 2s^2$

(8) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di Au<sub>2</sub>S<sub>3</sub> vengono completamente ridotte in eccesso di H<sub>2</sub>?

- A 9,85 g
- B 24,5 g
- C 48,9 g

- D 19,7 g
- E 39,4 g

(9) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>?

- A 5 M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- B 12 M Glucosio
- C 5 M AgNO<sub>3</sub>

- D 6 M KBr
- E 10 M NaCl

(10) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

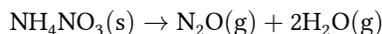
- I la densità dell'acqua
- II la densità della soluzione
- III la massa molare del saccarosio

- A II
- B I e II
- C II

- D I
- E II e III



(11)



0,03 moli di  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

- A 1 atm
- B 3 atm
- C 0,1 atm

- D 0,03 atm
- E 0,5 atm

(12) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di  $\text{NaCl}$  e 0,10 mol di  $\text{CaCl}_2$ . Qual è il minimo numero di moli di  $\text{AgNO}_3$  da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il  $\text{Cl}^-$  come  $\text{AgCl}(\text{s})$ ? (Si assuma che  $\text{AgCl}$  è completamente insolubile.)

- A 0,40 mol
- B 0,30 mol
- C 0,60 mol

- D 0,10 mol
- E 0,20 mol

(13)



In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell' $\text{O}_2(\text{g})$  a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

- A La quantità di  $\text{O}_2(\text{g})$  nel recipiente
- B La quantità di  $\text{SO}_2(\text{g})$  nel recipiente
- C La quantità di  $\text{SO}_3(\text{g})$  nel recipiente

- D  $K_{eq}$
- E La pressione totale del recipiente

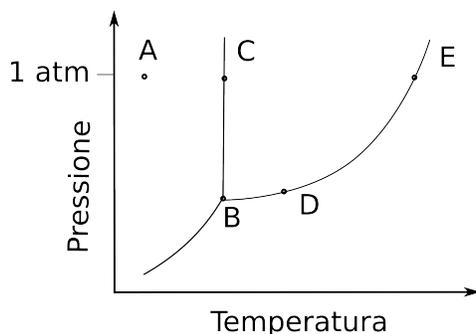
(14) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se

- A dona una coppia di elettroni per formare un legame
- B accetta una coppia di elettroni per formare un legame

- C possiede una struttura di risonanza di Lewis
- D accetta un protone dall'acqua
- E dona un protone all'acqua



(15)

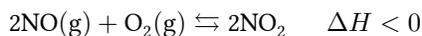


In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?

- A E
- B A
- C D

- D B
- E C

(16)



Quale dei seguenti cambiamenti può causare una diminuzione del valore di  $K_{eq}$  della reazione riportata sopra?

- A Aggiunta di un catalizzatore.
- B Diminuzione della temperatura.
- C Aumento del volume del recipiente di reazione.

- D Diminuzione del volume del recipiente di reazione.
- E Aumento della temperatura.

(17) Un campione di 61,8 g di  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , un acido debole, viene disciolto in 1000 g di acqua per ottenere una soluzione 1,0 molale. Quale delle seguenti è la procedura migliore per determinare la molarità della soluzione?

- A Misura del volume totale della soluzione.
- B Misura del pH con un pH-metro.
- C Misura del calore specifico di soluzione.

- D Titolazione della soluzione con un acido standard.
- E Determinazione del punto di ebollizione della soluzione.

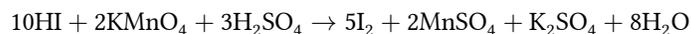
(18) Qual è a formula chimica del solfito di ferro(III)?

- A  $\text{Fe}_2\text{S}_3$
- B  $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$
- C  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

- D  $\text{Fe}(\text{SO}_3)$
- E  $\text{Fe}_3(\text{SO}_3)_2$



(19)



Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di  $\text{I}_2$  partendo da 4,0 moli di  $\text{KMnO}_4$  e 3,0 moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A 2,5 | <input type="checkbox"/> D 20 |
| <input type="checkbox"/> B 5,0 | <input type="checkbox"/> E 10 |
| <input type="checkbox"/> C 8,0 |                               |

(20) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A $\text{H}_3\text{PO}_4$ e $\text{NaH}_2\text{PO}_4$      | <input type="checkbox"/> D HCl e NaCl                             |
| <input type="checkbox"/> B $\text{HH}_3$ e $\text{CH}_3\text{COOH}$ (Acido acetico) | <input type="checkbox"/> E $\text{NH}_3$ e $\text{NH}_4\text{Cl}$ |
| <input type="checkbox"/> C NaOH e $\text{NH}_3$                                     |   |

(21) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?

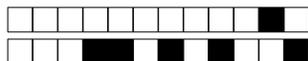
- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A $[\text{Ne}]3s^23p^6$ | <input type="checkbox"/> D $1s^02s^1$ |
| <input type="checkbox"/> B $1s^22s^22p^4$        | <input type="checkbox"/> E $1s^22s^2$ |
| <input type="checkbox"/> C $1s^22s^22p^2$        |                                       |

(22) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di  $\text{CsCl}(s)$

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> A Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche                    | <input type="checkbox"/> C Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli |
| <input type="checkbox"/> B Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli | <input type="checkbox"/> D Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari           |
|   | <input type="checkbox"/> E Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati                        |

(23) Quale composto ha il maggior numero di atomi di azoto per molecola/unità formula?

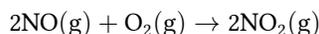
- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> A nitrato di ferro(II) | <input type="checkbox"/> D Solfato di potassio |
| <input type="checkbox"/> B Nitrato di cesio     | <input type="checkbox"/> E nitrito di magnesio |
| <input type="checkbox"/> C fosfato di ammonio   |  |



(24)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione



al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?

A  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$

D  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]$

B  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$

E  $v = k[\text{NO}]/[\text{O}_2]$

C  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$

(25) Qual è la concentrazione di  $\text{H}^+$  (aq) in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(\text{HCN}) = 5,0 \times 10^{-10}$ )

A  $2,5 \times 10^{-11}$

D  $2,5 \times 10^{-10}$

B  $5,0 \times 10^{-6}$

E  $5,0 \times 10^{-4}$

C  $5,0 \times 10^{-11}$

(26) In un elemento con numero atomico 31 il livello elettronico più esterno occupato dagli elettroni sarà

A 3p

D 4p

B 3d

E 5s

C 4s

(27) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di  $\text{O}_2(\text{g})$  in  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ?

A Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  0,5 atm e Temperatura 20 °C

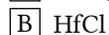
D Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  5,0 atm e Temperatura 80 °C

B Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  1,0 atm e Temperatura 80 °C

E Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  5,0 atm e Temperatura 20 °C

C Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  1,0 atm e Temperatura 20 °C

(28) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?







(33) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} > 8$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

A HCl e NaCl

B  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$

C  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

D NaOH e  $\text{NH}_3$

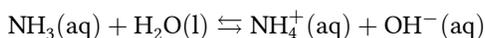
E  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)

**STOP**

Se hai finito questa sezione prima del tempo massimo ricontrolla il lavoro svolto. Non procedere alla sezione successiva finché non si è avvisati dal docente e/o responsabile.

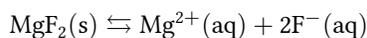


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

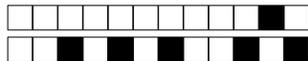
- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.

# Tavola Periodica degli Elementi

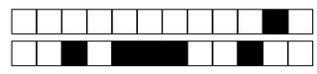
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	IA	2	IIA	3	IIIB	IVB	VB	VIB	VIB	VIB	VIB	IIIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIA
1	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
2	1.01	4.00	6.94	9.01	10.811	12.01	14.00	16.00	18.99	20.18	22.99	24.31	26.98	28.09	30.9738	32.066	35.45	39.95
3	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
4	39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.546	65.39	69.72	72.61	74.92	78.96	79.90	83.80
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
5	85.47	87.62	88.91	91.22	92.9064	95.94	(98)	101.07	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.75	127.60	126.90	131.30
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
6	Cs	Ba	*La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
6	132.91	137.33	138.91	178.49	180.95	183.85	186.21	190.2	192.22	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	(209)	(210)	(222)
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109									
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
7	(223)	(223)	(227)	(261)	(262)	(263)	(264)	(265)	(268)									

Z  
Simbolo  
massa

Lantanidi

Attinidi

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.12	140.91	144.24	(145)	150.36	151.97	157.25	158.93	162.50	164.930	167.26	168.93	173.04	174.97
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mn	No	Lr
232	231	238	237	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$
$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$
$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$
$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$
$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$
$$Ox + ne^- \rightarrow Rid$$
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

**Istruzioni**

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

- (1)  A  B  C  D  E
- (2)  A  B  C  D  E
- (3)  A  B  C  D  E
- (4)  A  B  C  D  E
- (5)  A  B  C  D  E
- (6)  A  B  C  D  E
- (7)  A  B  C  D  E
- (8)  A  B  C  D  E
- (9)  A  B  C  D  E
- (10)  A  B  C  D  E
- (11)  A  B  C  D  E

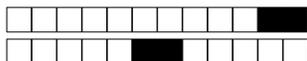
- (12)  A  B  C  D  E
- (13)  A  B  C  D  E
- (14)  A  B  C  D  E
- (15)  A  B  C  D  E
- (16)  A  B  C  D  E
- (17)  A  B  C  D  E
- (18)  A  B  C  D  E
- (19)  A  B  C  D  E
- (20)  A  B  C  D  E
- (21)  A  B  C  D  E
- (22)  A  B  C  D  E

- (23)  A  B  C  D  E
- (24)  A  B  C  D  E
- (25)  A  B  C  D  E
- (26)  A  B  C  D  E
- (27)  A  B  C  D  E
- (28)  A  B  C  D  E
- (29)  A  B  C  D  E
- (30)  A  B  C  D  E
- (31)  A  B  C  D  E
- (32)  A  B  C  D  E
- (33)  A  B  C  D  E



+2/14/33+





**Parte I**  
**Domande a risposta multipla**

(1) Un campione di 61,8 g di  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , un acido debole, viene disciolto in 1000 g di acqua per ottenere una soluzione 1,0 molale. Quale delle seguenti è la procedura migliore per determinare la molarità della soluzione?

- A Titolazione della soluzione con un acido standard.       C Misura del calore specifico di soluzione.  
 B Determinazione del punto di ebollizione della soluzione.       D Misura del volume totale della soluzione.  
 E Misura del pH con un pH-metro.

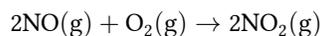
(2) Se la temperatura di una soluzione acquosa di NaCl viene aumentata da 20 °C a 90 °C quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

- A La molalità della soluzione resta invariata.       D La frazione molare del soluto diminuisce.  
 B La densità della soluzione resta invariata.       E La frazione molare del soluto aumenta.  
 C La molarità della soluzione resta invariata.

(3)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione



al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?

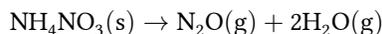
- A  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$        D  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]$   
 B  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$        E  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$   
 C  $v = k[\text{NO}]/[\text{O}_2]$

(4) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di NaCl e 0,10 mol di  $\text{CaCl}_2$ . Qual è il minimo numero di moli di  $\text{AgNO}_3$  da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il  $\text{Cl}^-$  come  $\text{AgCl}(\text{s})$ ? (Si assuma che  $\text{AgCl}$  è completamente insolubile.)

- A 0,20 mol       D 0,60 mol  
 B 0,10 mol       E 0,40 mol  
 C 0,30 mol



(5)



0,03 moli di  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

- A 0,1 atm
- B 0,5 atm
- C 0,03 atm

- D 3 atm
- E 1 atm

(6) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di  $\text{O}_2(\text{g})$  in  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ?

- A Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  1,0 atm e Temperatura  $80^\circ\text{C}$
- B Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  5,0 atm e Temperatura  $20^\circ\text{C}$
- C Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  5,0 atm e Temperatura  $80^\circ\text{C}$

- D Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  1,0 atm e Temperatura  $20^\circ\text{C}$
- E Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  0,5 atm e Temperatura  $20^\circ\text{C}$

(7) In un elemento con numero atomico 31 il livello elettronico più esterno occupato dagli elettroni sarà

- A 4p
- B 5s
- C 4s

- D 3d
- E 3p

(8)



In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell' $\text{O}_2(\text{g})$  a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

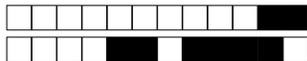
- A  $K_{eq}$
- B La quantità di  $\text{O}_2(\text{g})$  nel recipiente

- C La pressione totale del recipiente
- D La quantità di  $\text{SO}_2(\text{g})$  nel recipiente
- E La quantità di  $\text{SO}_3(\text{g})$  nel recipiente

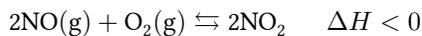
(9) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se

- A accetta un protone dall'acqua
- B dona un protone all'acqua
- C dona una coppia di elettroni per formare un legame

- D possiede una struttura di risonanza di Lewis
- E accetta una coppia di elettroni per formare un legame



(10)



Quale dei seguenti cambiamenti può causare una diminuzione del valore di  $K_{eq}$  della reazione riportata sopra?

- |                            |                                |                            |  |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A | Aggiunta di un catalizzatore.  | <input type="checkbox"/> D | Diminuzione del volume del recipiente di reazione. |
| <input type="checkbox"/> B | Aumento della temperatura.     | <input type="checkbox"/> E | Aumento del volume del recipiente di reazione.     |
| <input type="checkbox"/> C | Diminuzione della temperatura. |                            |  |

(11) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- |                            |  |                            |   |
|----------------------------|--|----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> A | HCl e NaCl   | <input type="checkbox"/> D | $\text{H}_3\text{PO}_4$ e $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ |
| <input type="checkbox"/> B | NaOH e $\text{NH}_3$                                     | <input type="checkbox"/> E | $\text{NH}_3$ e $\text{NH}_4\text{Cl}$              |
| <input type="checkbox"/> C | $\text{HH}_3$ e $\text{CH}_3\text{COOH}$ (Acido acetico) |                            |   |

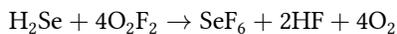
(12) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?

- |                            |                        |                            |                  |
|----------------------------|------------------------|----------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> A | $1s^2 2s^2$            | <input type="checkbox"/> D | $1s^0 2s^1$      |
| <input type="checkbox"/> B | $[\text{Ne}]3s^2 3p^6$ | <input type="checkbox"/> E | $1s^2 2s^2 2p^2$ |
| <input type="checkbox"/> C | $1s^2 2s^2 2p^4$       |                            |                  |

(13) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ?

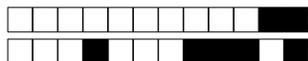
- |                            |                     |                            |                             |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> A | 5 M $\text{AgNO}_3$ | <input type="checkbox"/> D | 5 M $\text{K}_2\text{SO}_4$ |
| <input type="checkbox"/> B | 6 M KBr             | <input type="checkbox"/> E | 10 M NaCl                   |
| <input type="checkbox"/> C | 12 M Glucosio       |                            |                             |

(14)

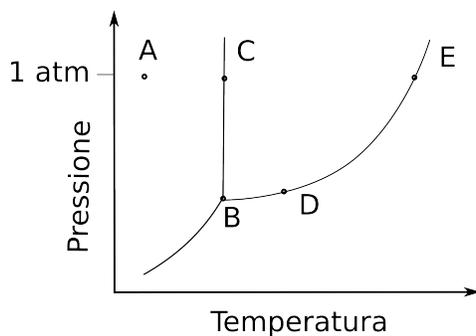


Quali delle seguenti affermazioni risulta vera per la reazione rappresentata sopra?

- |                            |  |                            |   |
|----------------------------|--|----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> A | Il numero di ossidazione di F cambia da +1 a -1. | <input type="checkbox"/> D | Il numero di ossidazione di O non cambia.         |
| <input type="checkbox"/> B | Il numero di ossidazione di H cambia da -1 a +1. | <input type="checkbox"/> E | Il numero di ossidazione di Se cambia da -2 a +6. |
| <input type="checkbox"/> C | È una reazione di disproporzionamento per F.     |                            |   |



(15)



In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?

 A B B E C C D D E A

(16) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

 A  $\text{CO}_2$  B CO C  $\text{O}_2$  D  $\text{F}_2$  E  $\text{CS}_2$ 

(17) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

I la densità dell'acqua

II la densità della soluzione

III la massa molare del saccarosio

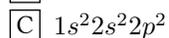
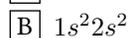
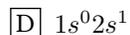
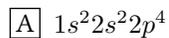
 A II B I e II C I D II E II e III

(18) Qual è la concentrazione di  $\text{H}^+(\text{aq})$  in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(\text{HCN}) = 5,0 \times 10^{-10}$ )

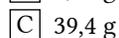
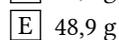
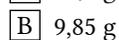
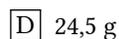
 A  $2,5 \times 10^{-10}$  B  $5,0 \times 10^{-6}$  C  $5,0 \times 10^{-11}$  D  $2,5 \times 10^{-11}$  E  $5,0 \times 10^{-4}$



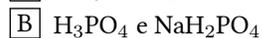
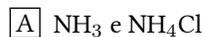
(19) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?



(20) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di  $\text{Au}_2\text{S}_3$  vengono completamente ridotte in eccesso di  $\text{H}_2$ ?



(21) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} > 8$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

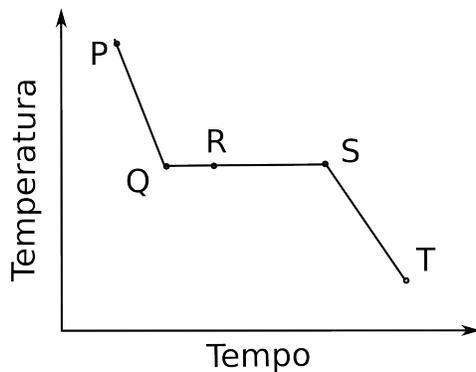


(22) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?





(23)



Facendo riferimento alla curva di raffreddamento di una sostanza pura che passa dallo stato liquido a quello solido, riportata sopra, il solido ed il liquido coesistono

- A su tutti i punti della curva tra Q e S       D su tutti i punti della curva tra R e T  
 B in nessun punto della curva       E solo nel punto Q  
 C solo nel punto T

(24)

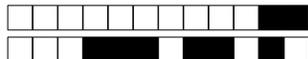


Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di  $\text{I}_2$  partendo da 4,0 moli di  $\text{KMnO}_4$  e 3,0 moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

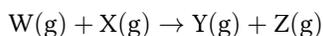
- A 20       D 2,5  
 B 10       E 8,0  
 C 5,0

(25) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $\text{ClO}_3^-$ ?

- A 2       D 4  
 B 1       E 3  
 C 5



(26) I gas W e X reagiscono in un recipiente chiuso formando i gas Y e Z secondo l'equazione chimica

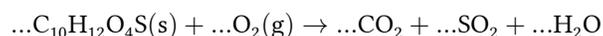


La pressione iniziale di W(g) è 1,20 atm e quella di X(g) è 1,60 atm. Non sono presenti inizialmente Y(g) e Z(g). L'esperimento viene condotto a temperatura costante. Qual è la pressione parziale di Z(g) quando la pressione parziale di W(g) è diminuita a 1,0 atm?

- A 1,4 atm
- B 0,40 atm
- C 0,20 atm

- D 1,2 atm
- E 1,0 atm

(27)



Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di  $O_2(g)$  è

- A 12
- B 28
- C 14

- D 6
- E 7

(28) Quale composto ha il maggior numero di atomi di azoto per molecola/unità formula?

- A nitrito di magnesio
- B fosfato di ammonio
- C nitrato di ferro(II)

- D Solfato di potassio
- E Nitrato di cesio

(29) Qual è la formula chimica del solfito di ferro(III)?

- A  $Fe_2(SO_4)_3$
- B  $Fe_2(SO_3)_3$
- C  $Fe_2S_3$

- D  $Fe(SO_3)$
- E  $Fe_3(SO_3)_2$

(30) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di CsCl(s)

- A Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli
- B Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami  $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli

- C Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari
- D Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche
- E Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati



(31) Quanti atomi sono contenuti in 36 g di acqua pura?

A  $3,6 \times 10^{24}$

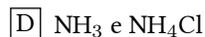
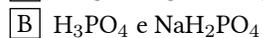
B  $1,2 \times 10^{24}$

C  $3,0 \times 10^{25}$

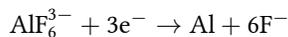
D  $1,8 \times 10^{24}$

E  $6,0 \times 10^{23}$

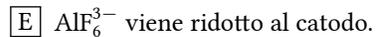
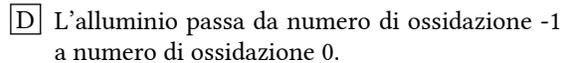
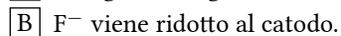
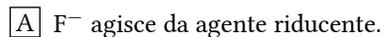
(32) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} < 6$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)



(33) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione

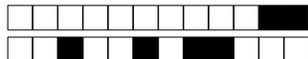


Cosa accade nella reazione?

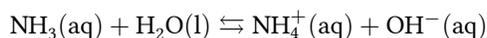


**STOP**

Se hai finito questa sezione prima del tempo massimo ricontrolla il lavoro svolto. Non procedere alla sezione successiva finché non si è avvisati dal docente e/o responsabile.

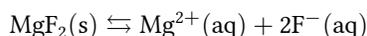


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

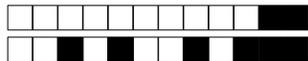
- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.

# Tavola Periodica degli Elementi

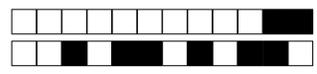
1	18																		
1	IA	1	2											VIIIA	2				
		H	He																
		1.01	4.00																
2		3	4											VIIIA	9				
		Li	Be																
		6.94	9.01																
3		11	12											VIIIA	17				
		Na	Mg																
		22.99	24.31																
4		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
		K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
		39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.546	65.39	69.72	72.61	74.92	78.96	79.90	83.80
5		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
		Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
		85.47	87.62	88.91	91.22	92.9064	95.94	(98)	101.07	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.75	127.60	126.90	131.30
6		55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
		Cs	Ba	*La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	(222)
		132.91	137.33	138.91	178.49	180.95	183.85	186.21	190.2	192.22	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	(209)	(210)	(222)	(222)
7		87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
		Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)
		(223)	(223)	(227)	(261)	(262)	(263)	(264)	(265)	(266)	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)	(268)

Z  
Simbolo  
massa

Lantanidi

Attinidi

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.12	140.91	144.24	(145)	150.36	151.97	157.25	158.93	162.50	164.930	167.26	168.93	173.04	174.97
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mn	No	Lr
232	231	238	237	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$
$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

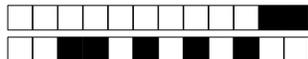
$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$
$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$
$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$
$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$
$$Ox + ne^- \rightarrow Rid$$
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

---

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

**Istruzioni**

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

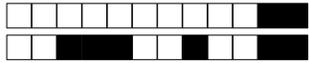
Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

---

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

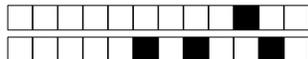
(1) A B C D E	(12) A B C D E	(23) A B C D E
(2) A B C D E	(13) A B C D E	(24) A B C D E
(3) A B C D E	(14) A B C D E	(25) A B C D E
(4) A B C D E	(15) A B C D E	(26) A B C D E
(5) A B C D E	(16) A B C D E	(27) A B C D E
(6) A B C D E	(17) A B C D E	(28) A B C D E
(7) A B C D E	(18) A B C D E	(29) A B C D E
(8) A B C D E	(19) A B C D E	(30) A B C D E
(9) A B C D E	(20) A B C D E	(31) A B C D E
(10) A B C D E	(21) A B C D E	(32) A B C D E
(11) A B C D E	(22) A B C D E	(33) A B C D E

---



+3/14/19+



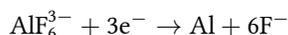


**Parte I**  
**Domande a risposta multipla**

(1) Se la temperatura di una soluzione acquosa di NaCl viene aumentata da 20 °C a 90 °C quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

- |                            |  |                            |   |
|----------------------------|--|----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> A | La molalità della soluzione resta invariata. | <input type="checkbox"/> D | La densità della soluzione resta invariata. |
| <input type="checkbox"/> B | La molarità della soluzione resta invariata. | <input type="checkbox"/> E | La frazione molare del soluto diminuisce.   |
| <input type="checkbox"/> C | La frazione molare del soluto aumenta.       |                            |   |

(2) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione



Cosa accade nella reazione?

- |                            |  |                            |  |
|----------------------------|--|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A | Al è ossidato all'anodo                      | <input type="checkbox"/> D | L'alluminio passa da numero di ossidazione -1 a numero di ossidazione 0. |
| <input type="checkbox"/> B | $\text{AlF}_6^{3-}$ viene ridotto al catodo. | <input type="checkbox"/> E | $\text{F}^-$ viene ridotto al catodo.                                    |
| <input type="checkbox"/> C | $\text{F}^-$ agisce da agente riducente.     |                            |  |

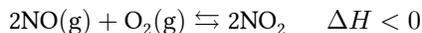
(3) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $\text{ClO}_3^-$ ?

- |                            |   |                            |   |
|----------------------------|---|----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> A | 2 | <input type="checkbox"/> D | 3 |
| <input type="checkbox"/> B | 4 | <input type="checkbox"/> E | 5 |
| <input type="checkbox"/> C | 1 |                            |   |

(4) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di NaCl e 0,10 mol di  $\text{CaCl}_2$ . Qual è il minimo numero di moli di  $\text{AgNO}_3$  da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il  $\text{Cl}^-$  come  $\text{AgCl}(s)$ ? (Si assuma che  $\text{AgCl}$  è completamente insolubile.)

- |                            |          |                            |          |
|----------------------------|----------|----------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> A | 0,30 mol | <input type="checkbox"/> D | 0,20 mol |
| <input type="checkbox"/> B | 0,60 mol | <input type="checkbox"/> E | 0,40 mol |
| <input type="checkbox"/> C | 0,10 mol |                            |          |

(5)



Quale dei seguenti cambiamenti può causare una diminuzione del valore di  $K_{eq}$  della reazione riportata sopra?

- |                            |                                |                            |  |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A | Aggiunta di un catalizzatore.  | <input type="checkbox"/> D | Diminuzione del volume del recipiente di reazione. |
| <input type="checkbox"/> B | Aumento della temperatura.     | <input type="checkbox"/> E | Aumento del volume del recipiente di reazione.     |
| <input type="checkbox"/> C | Diminuzione della temperatura. |                            |  |



(6) Qual è la concentrazione di  $\text{H}^+$  (aq) in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(\text{HCN}) = 5,0 \times 10^{-10}$ )

A  $2,5 \times 10^{-11}$

B  $5,0 \times 10^{-6}$

C  $2,5 \times 10^{-10}$

D  $5,0 \times 10^{-11}$

E  $5,0 \times 10^{-4}$

(7) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di CsCl(s)

A Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati

B Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari

C Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche

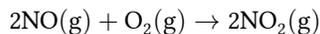
D Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli

E Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami  $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli

(8)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione



al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?

A  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$

B  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$

C  $v = k[\text{NO}]/[\text{O}_2]$

D  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$

E  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]$

(9) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?

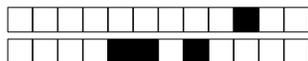
A  $1s^0 2s^1$

B  $[\text{Ne}]3s^2 3p^6$

C  $1s^2 2s^2 2p^2$

D  $1s^2 2s^2 2p^4$

E  $1s^2 2s^2$



(10)



In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell' $\text{O}_2(g)$  a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

- |                            |  |                            |  |
|----------------------------|--|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A | La quantità di $\text{O}_2(g)$ nel recipiente  | <input type="checkbox"/> D | $K_{eq}$                                       |
| <input type="checkbox"/> B | La pressione totale del recipiente             | <input type="checkbox"/> E | La quantità di $\text{SO}_2(g)$ nel recipiente |
| <input type="checkbox"/> C | La quantità di $\text{SO}_3(g)$ nel recipiente |                            |  |

(11) In un elemento con numero atomico 31 il livello elettronico più esterno occupato dagli elettroni sarà

- |                            |    |                            |    |
|----------------------------|----|----------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> A | 4p | <input type="checkbox"/> D | 4s |
| <input type="checkbox"/> B | 3p | <input type="checkbox"/> E | 3d |
| <input type="checkbox"/> C | 5s |                            |    |

(12) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

- I la densità dell'acqua
- II la densità della soluzione
- III la massa molare del saccarosio

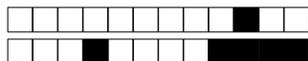
- |                            |          |                            |    |
|----------------------------|----------|----------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> A | II e III | <input type="checkbox"/> D | II |
| <input type="checkbox"/> B | I        | <input type="checkbox"/> E | II |
| <input type="checkbox"/> C | I e II   |                            |    |

(13) Qual è la formula chimica del solfito di ferro(III)?

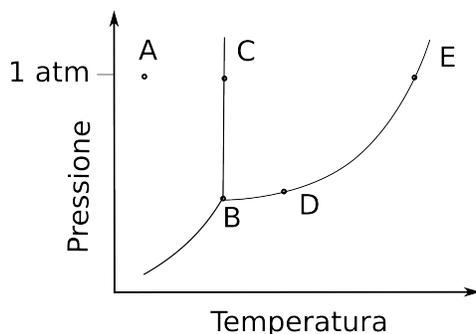
- |                            |                              |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A | $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ | <input type="checkbox"/> D | $\text{Fe}_2\text{S}_3$      |
| <input type="checkbox"/> B | $\text{Fe}(\text{SO}_3)$     | <input type="checkbox"/> E | $\text{Fe}_3(\text{SO}_3)_2$ |
| <input type="checkbox"/> C | $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$ |                            |                              |

(14) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di  $\text{Au}_2\text{S}_3$  vengono completamente ridotte in eccesso di  $\text{H}_2$ ?

- |                            |        |                            |        |
|----------------------------|--------|----------------------------|--------|
| <input type="checkbox"/> A | 24,5 g | <input type="checkbox"/> D | 39,4 g |
| <input type="checkbox"/> B | 9,85 g | <input type="checkbox"/> E | 19,7 g |
| <input type="checkbox"/> C | 48,9 g |                            |        |



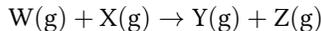
(15)



In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?

 A B B C C D D E E A

(16) I gas W e X reagiscono in un recipiente chiuso formando i gas Y e Z secondo l'equazione chimica



La pressione iniziale di W(g) è 1,20 atm e quella di X(g) è 1,60 atm. Non sono presenti inizialmente Y(g) e Z(g). L'esperimento viene condotto a temperatura costante. Qual è la pressione parziale di Z(g) quando la pressione parziale di W(g) è diminuita a 1,0 atm?

 A 1,2 atm B 1,4 atm C 0,20 atm D 1,0 atm E 0,40 atm

(17)



0,03 moli di  $NH_4NO_3(s)$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $NH_4NO_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

 A 0,5 atm B 0,1 atm C 1 atm D 3 atm E 0,03 atm



(18) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se

- A) dona una coppia di elettroni per formare un legame
- B) dona un protone all'acqua
- C) accetta un protone dall'acqua
- D) accetta una coppia di elettroni per formare un legame
- E) possiede una struttura di risonanza di Lewis

(19) Un campione di 61,8 g di  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , un acido debole, viene disciolto in 1000 g di acqua per ottenere una soluzione 1,0 molale. Quale delle seguenti è la procedura migliore per determinare la molarità della soluzione?

- A) Misura del volume totale della soluzione.
- B) Misura del pH con un pH-metro.
- C) Titolazione della soluzione con un acido standard.
- D) Determinazione del punto di ebollizione della soluzione.
- E) Misura del calore specifico di soluzione.

(20)



Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di  $\text{I}_2$  partendo da 4,0 moli di  $\text{KMnO}_4$  e 3,0 moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

- A) 5,0
- B) 8,0
- C) 10
- D) 2,5
- E) 20

(21) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

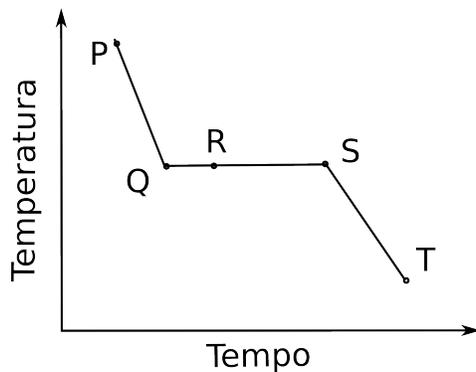
- A)  $\text{CO}_2$
- B) CO
- C)  $\text{O}_2$
- D)  $\text{F}_2$
- E)  $\text{CS}_2$

(22) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di  $\text{O}_2(g)$  in  $\text{H}_2\text{O}(l)$ ?

- A) Pressione di  $\text{O}_2(g)$  su  $\text{H}_2\text{O}(l)$  5,0 atm e Temperatura  $20^\circ\text{C}$
- B) Pressione di  $\text{O}_2(g)$  su  $\text{H}_2\text{O}(l)$  1,0 atm e Temperatura  $80^\circ\text{C}$
- C) Pressione di  $\text{O}_2(g)$  su  $\text{H}_2\text{O}(l)$  5,0 atm e Temperatura  $80^\circ\text{C}$
- D) Pressione di  $\text{O}_2(g)$  su  $\text{H}_2\text{O}(l)$  1,0 atm e Temperatura  $20^\circ\text{C}$
- E) Pressione di  $\text{O}_2(g)$  su  $\text{H}_2\text{O}(l)$  0,5 atm e Temperatura  $20^\circ\text{C}$



(23)



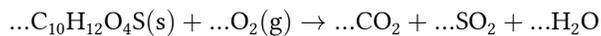
Facendo riferimento alla curva di raffreddamento di una sostanza pura che passa dallo stato liquido a quello solido, riportata sopra, il solido ed il liquido coesistono

- A solo nel punto T  
 B su tutti i punti della curva tra R e T  
 C su tutti i punti della curva tra Q e S  
 D solo nel punto Q  
 E in nessun punto della curva

(24) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?

- A  $1s^2 2s^2 2p^4$   
 B  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$   
 C  $1s^2 2s^2$   
 D  $1s^0 2s^1$   
 E  $1s^2 2s^2 2p^2$

(25)



Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di  $\text{O}_2(\text{g})$  è

- A 7  
 B 12  
 C 6  
 D 14  
 E 28

(26) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ?

- A 5 M  $\text{AgNO}_3$   
 B 10 M  $\text{NaCl}$   
 C 5 M  $\text{K}_2\text{SO}_4$   
 D 12 M Glucosio  
 E 6 M  $\text{KBr}$



(27) Quanti atomi sono contenuti in 36 g di acqua pura?

A  $1,2 \times 10^{24}$

B  $6,0 \times 10^{23}$

C  $3,0 \times 10^{25}$

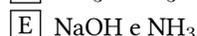
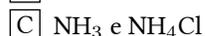
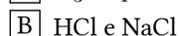
D  $3,6 \times 10^{24}$

E  $1,8 \times 10^{24}$

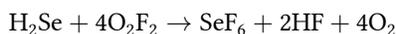
(28) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?



(29) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a pH > 8? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)



(30)



Quali delle seguenti affermazioni risulta vera per la reazione rappresentata sopra?

A Il numero di ossidazione di F cambia da +1 a -1.

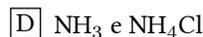
B È una reazione di disproportionamento per F.

C Il numero di ossidazione di H cambia da -1 a +1.

D Il numero di ossidazione di O non cambia.

E Il numero di ossidazione di Se cambia da -2 a +6.

(31) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a pH < 6 ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)



(32) Quale composto ha il maggior numero di atomi di azoto per molecola/unità formula?

A fosfato di ammonio

B Solfato di potassio

C nitrato di ferro(II)

D Nitrato di cesio

E nitrito di magnesio



(33) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

A HCl e NaCl

D  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$

B  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)

E NaOH e  $\text{NH}_3$

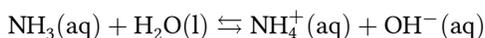
C  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

**STOP**

Se hai finito questa sezione prima del tempo massimo ricontrolla il lavoro svolto. Non procedere alla sezione successiva finché non si è avvisati dal docente e/o responsabile.

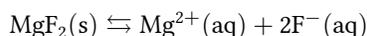


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

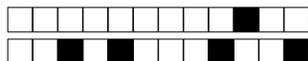
- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



+4/10/9+

- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$
$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

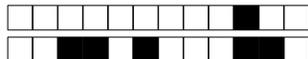
$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$
$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$
$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$
$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$
$$Ox + ne^- \rightarrow Rid$$
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

#### Istruzioni

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

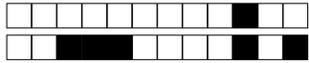
Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

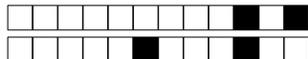
(1)	A	B	C	D	E
(2)	A	B	C	D	E
(3)	A	B	C	D	E
(4)	A	B	C	D	E
(5)	A	B	C	D	E
(6)	A	B	C	D	E
(7)	A	B	C	D	E
(8)	A	B	C	D	E
(9)	A	B	C	D	E
(10)	A	B	C	D	E
(11)	A	B	C	D	E

(12)	A	B	C	D	E
(13)	A	B	C	D	E
(14)	A	B	C	D	E
(15)	A	B	C	D	E
(16)	A	B	C	D	E
(17)	A	B	C	D	E
(18)	A	B	C	D	E
(19)	A	B	C	D	E
(20)	A	B	C	D	E
(21)	A	B	C	D	E
(22)	A	B	C	D	E

(23)	A	B	C	D	E
(24)	A	B	C	D	E
(25)	A	B	C	D	E
(26)	A	B	C	D	E
(27)	A	B	C	D	E
(28)	A	B	C	D	E
(29)	A	B	C	D	E
(30)	A	B	C	D	E
(31)	A	B	C	D	E
(32)	A	B	C	D	E
(33)	A	B	C	D	E

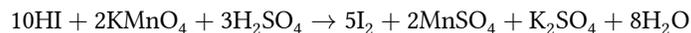


+4/14/5+



Parte I  
Domande a risposta multipla

(1)



Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di  $\text{I}_2$  partendo da 4,0 moli di  $\text{KMnO}_4$  e 3,0 moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

 A 10 B 5,0 C 2,5 D 8,0 E 20

(2) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?

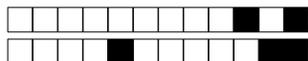
 A  $1s^2 2s^2 2p^2$  B  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$  C  $1s^2 2s^2 2p^4$  D  $1s^0 2s^1$  E  $1s^2 2s^2$ 

(3) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se

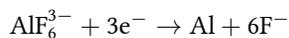
 A accetta una coppia di elettroni per formare un legame B dona una coppia di elettroni per formare un legame C possiede una struttura di risonanza di Lewis D accetta un protone dall'acqua E dona un protone all'acqua(4) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di NaCl e 0,10 mol di  $\text{CaCl}_2$ . Qual è il minimo numero di moli di  $\text{AgNO}_3$  da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il  $\text{Cl}^-$  come  $\text{AgCl}(s)$ ? (Si assuma che  $\text{AgCl}$  è completamente insolubile.) A 0,10 mol B 0,30 mol C 0,20 mol D 0,40 mol E 0,60 mol

(5) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

 A  $\text{CO}_2$  B  $\text{O}_2$  C  $\text{CS}_2$  D  $\text{F}_2$  E CO



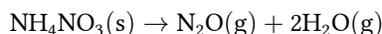
(6) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione



Cosa accade nella reazione?

- A Al è ossidato all'anodo  
 B  $\text{F}^-$  agisce da agente riducente.  
 C  $\text{F}^-$  viene ridotto al catodo.
- D L'alluminio passa da numero di ossidazione -1 a numero di ossidazione 0.  
 E  $\text{AlF}_6^{3-}$  viene ridotto al catodo.

(7)



0,03 moli di  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

- A 3 atm  
 B 0,5 atm  
 C 0,1 atm
- D 1 atm  
 E 0,03 atm

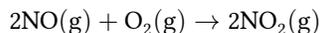
(8) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di  $\text{CsCl}(\text{s})$

- A Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami  $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli  
 B Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli  
 C Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati
- D Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche  
 E Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari

(9)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione

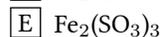
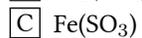
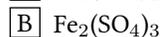
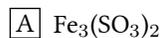


al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?

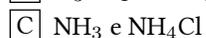
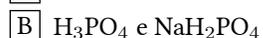
- A  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$   
 B  $v = k[\text{NO}]/[\text{O}_2]$   
 C  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$
- D  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]$   
 E  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$



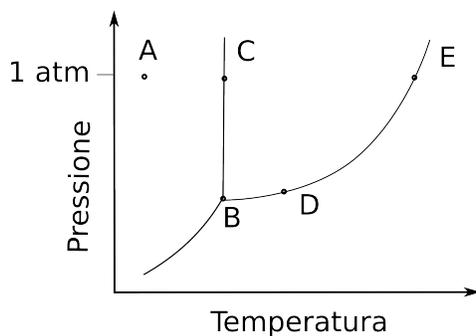
(10) Qual è a formula chimica del solfito di ferro(III)?



(11) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} > 8$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)



(12)



In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?



(13) Quanti atomi sono contenuti in 36 g di acqua pura?

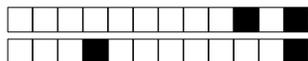
A  $1,8 \times 10^{24}$

B  $1,2 \times 10^{24}$

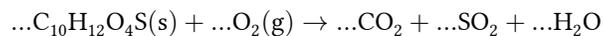
C  $3,0 \times 10^{25}$

D  $6,0 \times 10^{23}$

E  $3,6 \times 10^{24}$



(14)



Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di  $\text{O}_2(\text{g})$  è

- A 7
- B 28
- C 6

- D 12
- E 14

(15) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di  $\text{O}_2(\text{g})$  in  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ?

- A Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  5,0 atm e Temperatura 20 °C
- B Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  0,5 atm e Temperatura 20 °C
- C Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  1,0 atm e Temperatura 80 °C

- D Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  1,0 atm e Temperatura 20 °C
- E Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  5,0 atm e Temperatura 80 °C

(16) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- A  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)
- B  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- C  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

- D  $\text{NaOH}$  e  $\text{NH}_3$
- E  $\text{HCl}$  e  $\text{NaCl}$

(17) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?

- A  $\text{HfCl}$
- B  $\text{HfCl}_3$
- C  $\text{HfCl}_2$

- D  $\text{Hf}_2\text{Cl}_3$
- E  $\text{HfCl}_4$

(18) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} < 6$  ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- A  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- B  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)
- C  $\text{HCl}$  e  $\text{NaCl}$

- D  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$
- E  $\text{NaOH}$  e  $\text{NH}_3$



(19) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

- I la densità dell'acqua
- II la densità della soluzione
- III la massa molare del saccarosio

A II e III

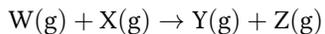
B I

C II

D I e II

E II

(20) I gas W e X reagiscono in un recipiente chiuso formando i gas Y e Z secondo l'equazione chimica



La pressione iniziale di W(g) è 1,20 atm e quella di X(g) è 1,60 atm. Non sono presenti inizialmente Y(g) e Z(g). L'esperimento viene condotto a temperatura costante. Qual è la pressione parziale di Z(g) quando la pressione parziale di W(g) è diminuita a 1,0 atm?

A 1,0 atm

B 1,2 atm

C 0,20 atm

D 1,4 atm

E 0,40 atm

(21) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $\text{ClO}_3^-$ ?

A 5

B 4

C 1

D 3

E 2

(22) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di  $\text{Au}_2\text{S}_3$  vengono completamente ridotte in eccesso di  $\text{H}_2$ ?

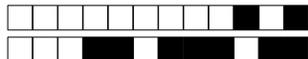
A 9,85 g

B 24,5 g

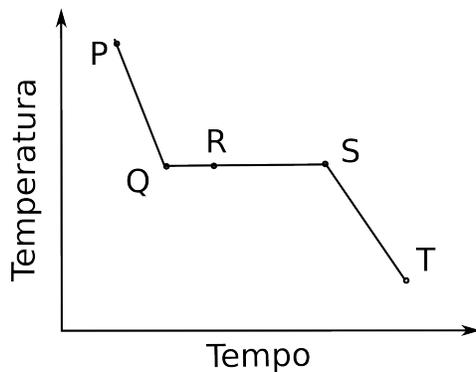
C 19,7 g

D 48,9 g

E 39,4 g



(23)



Facendo riferimento alla curva di raffreddamento di una sostanza pura che passa dallo stato liquido a quello solido, riportata sopra, il solido ed il liquido coesistono

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A solo nel punto T                       | <input type="checkbox"/> D in nessun punto della curva            |
| <input type="checkbox"/> B su tutti i punti della curva tra R e T | <input type="checkbox"/> E su tutti i punti della curva tra Q e S |
| <input type="checkbox"/> C solo nel punto Q                       |   |

(24) In un elemento con numero atomico 31 il livello elettronico più esterno occupato dagli elettroni sarà

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A 4p | <input type="checkbox"/> D 3p |
| <input type="checkbox"/> B 5s | <input type="checkbox"/> E 4s |
| <input type="checkbox"/> C 3d |                               |

(25) Se la temperatura di una soluzione acquosa di NaCl viene aumentata da 20 °C a 90 °C quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

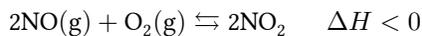
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A La molarità della soluzione resta invariata. | <input type="checkbox"/> D La densità della soluzione resta invariata.  |
| <input type="checkbox"/> B La frazione molare del soluto diminuisce.    | <input type="checkbox"/> E La molalità della soluzione resta invariata. |
| <input type="checkbox"/> C La frazione molare del soluto aumenta.       |   |

(26) Quale composto ha il maggior numero di atomi di azoto per molecola/unità formula?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A nitrato di ferro(II) | <input type="checkbox"/> D Nitrato di cesio   |
| <input type="checkbox"/> B Solfato di potassio  | <input type="checkbox"/> E fosfato di ammonio |
| <input type="checkbox"/> C nitrito di magnesio  |   |



(27)



Quale dei seguenti cambiamenti può causare una diminuzione del valore di  $K_{eq}$  della reazione riportata sopra?

- |                            |  |                            |                                |
|----------------------------|--|----------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A | Aumento del volume del recipiente di reazione.     | <input type="checkbox"/> C | Diminuzione della temperatura. |
| <input type="checkbox"/> B | Diminuzione del volume del recipiente di reazione. | <input type="checkbox"/> D | Aumento della temperatura.     |
|                            |  | <input type="checkbox"/> E | Aggiunta di un catalizzatore.  |

(28) Qual è la concentrazione di  $\text{H}^+(\text{aq})$  in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(\text{HCN}) = 5,0 \times 10^{-10}$ )

- |                            |                       |                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> A | $5,0 \times 10^{-11}$ | <input type="checkbox"/> D | $2,5 \times 10^{-11}$ |
| <input type="checkbox"/> B | $2,5 \times 10^{-10}$ | <input type="checkbox"/> E | $5,0 \times 10^{-6}$  |
| <input type="checkbox"/> C | $5,0 \times 10^{-4}$  |                            |                       |

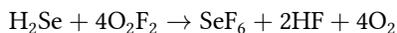
(29) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ?

- |                            |                             |                            |                  |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> A | 5 M $\text{AgNO}_3$         | <input type="checkbox"/> D | 12 M Glucosio    |
| <input type="checkbox"/> B | 10 M $\text{NaCl}$          | <input type="checkbox"/> E | 6 M $\text{KBr}$ |
| <input type="checkbox"/> C | 5 M $\text{K}_2\text{SO}_4$ |                            |                  |

(30) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?

- |                            |                         |                            |                  |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> A | $1s^2 2s^2 2p^4$        | <input type="checkbox"/> D | $1s^2 2s^2 2p^2$ |
| <input type="checkbox"/> B | $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ | <input type="checkbox"/> E | $1s^2 2s^2$      |
| <input type="checkbox"/> C | $1s^0 2s^1$             |                            |                  |

(31)



Quali delle seguenti affermazioni risulta vera per la reazione rappresentata sopra?

- |                            |  |                            |   |
|----------------------------|--|----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> A | Il numero di ossidazione di F cambia da +1 a -1. | <input type="checkbox"/> D | Il numero di ossidazione di Se cambia da -2 a +6. |
| <input type="checkbox"/> B | È una reazione di disproporzionamento per F.     | <input type="checkbox"/> E | Il numero di ossidazione di O non cambia.         |
| <input type="checkbox"/> C | Il numero di ossidazione di H cambia da -1 a +1. |                            |   |



(32)



In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell' $\text{O}_2(g)$  a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

- |                            |  |                            |  |
|----------------------------|--|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A | La quantità di $\text{SO}_3(g)$ nel recipiente | <input type="checkbox"/> D | $K_{eq}$                                       |
| <input type="checkbox"/> B | La pressione totale del recipiente             | <input type="checkbox"/> E | La quantità di $\text{SO}_2(g)$ nel recipiente |
| <input type="checkbox"/> C | La quantità di $\text{O}_2(g)$ nel recipiente  |                            |  |

(33) Un campione di 61,8 g di  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , un acido debole, viene disciolto in 1000 g di acqua per ottenere una soluzione 1,0 molale. Quale delle seguenti è la procedura migliore per determinare la molarità della soluzione?

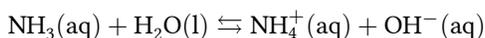
- |                            |  |                            |  |
|----------------------------|--|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A | Titolazione della soluzione con un acido standard. | <input type="checkbox"/> D | Determinazione del punto di ebollizione della soluzione. |
| <input type="checkbox"/> B | Misura del pH con un pH-metro.                     | <input type="checkbox"/> E | Misura del volume totale della soluzione.                |
| <input type="checkbox"/> C | Misura del calore specifico di soluzione.          |                            |  |

## STOP

Se hai finito questa sezione prima del tempo massimo ricontrolla il lavoro svolto. Non procedere alla sezione successiva finché non si è avvisati dal docente e/o responsabile.

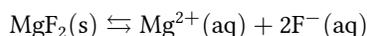


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

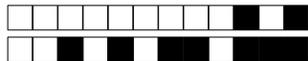
- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.

# Tavola Periodica degli Elementi

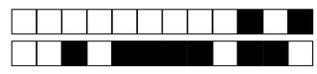
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	IA	2	IIA	3	IIIB	IVB	VB	VIB	VIB	VIB	VIB	IIIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
2	1.01	4.00	6.94	9.01	10.811	12.01	14.00	16.00	18.99	20.18	22.99	24.31	26.98	28.09	30.9738	32.066	35.45	39.95
3	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
4	39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.546	65.39	69.72	72.61	74.92	78.96	79.90	83.80
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
5	85.47	87.62	88.91	91.22	92.9064	95.94	(98)	101.07	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.75	127.60	126.90	131.30
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
6	Cs	Ba	*La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
6	132.91	137.33	138.91	178.49	180.95	183.85	186.21	190.2	192.22	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	(209)	(210)	(222)
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109									
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
7	(223)	(223)	(227)	(261)	(262)	(263)	(264)	(265)	(268)									

Z  
Simbolo  
massa

Lantanidi

Attinidi

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.12	140.91	144.24	(145)	150.36	151.97	157.25	158.93	162.50	164.930	167.26	168.93	173.04	174.97
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mn	No	Lr
232	231	238	237	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$
$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$
$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$
$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$
$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$
$$Ox + ne^- \rightarrow Rid$$
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

#### Istruzioni

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

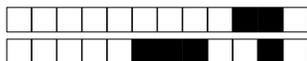
(1)	A	B	C	D	E
(2)	A	B	C	D	E
(3)	A	B	C	D	E
(4)	A	B	C	D	E
(5)	A	B	C	D	E
(6)	A	B	C	D	E
(7)	A	B	C	D	E
(8)	A	B	C	D	E
(9)	A	B	C	D	E
(10)	A	B	C	D	E
(11)	A	B	C	D	E

(12)	A	B	C	D	E
(13)	A	B	C	D	E
(14)	A	B	C	D	E
(15)	A	B	C	D	E
(16)	A	B	C	D	E
(17)	A	B	C	D	E
(18)	A	B	C	D	E
(19)	A	B	C	D	E
(20)	A	B	C	D	E
(21)	A	B	C	D	E
(22)	A	B	C	D	E

(23)	A	B	C	D	E
(24)	A	B	C	D	E
(25)	A	B	C	D	E
(26)	A	B	C	D	E
(27)	A	B	C	D	E
(28)	A	B	C	D	E
(29)	A	B	C	D	E
(30)	A	B	C	D	E
(31)	A	B	C	D	E
(32)	A	B	C	D	E
(33)	A	B	C	D	E

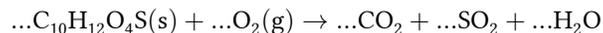


+5/14/51+



Parte I  
Domande a risposta multipla

(1)



Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di  $\text{O}_2(\text{g})$  è

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A 7  | <input type="checkbox"/> D 14 |
| <input type="checkbox"/> B 12 | <input type="checkbox"/> E 6  |
| <input type="checkbox"/> C 28 |                               |

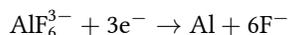
(2) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} < 6$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A $\text{NH}_3$ e $\text{NH}_4\text{Cl}$ | <input type="checkbox"/> D $\text{HH}_3$ e $\text{CH}_3\text{COOH}$ (Acido acetico) |
| <input type="checkbox"/> B $\text{HCl}$ e $\text{NaCl}$           | <input type="checkbox"/> E $\text{H}_3\text{PO}_4$ e $\text{NaH}_2\text{PO}_4$      |
| <input type="checkbox"/> C $\text{NaOH}$ e $\text{NH}_3$          |   |

(3) Un campione di 61,8 g di  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , un acido debole, viene disciolto in 1000 g di acqua per ottenere una soluzione 1,0 molale. Quale delle seguenti è la procedura migliore per determinare la molarità della soluzione?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A Titolazione della soluzione con un acido standard. | <input type="checkbox"/> C Determinazione del punto di ebollizione della soluzione. |
| <input type="checkbox"/> B Misura del pH con un pH-metro.                     | <input type="checkbox"/> D Misura del volume totale della soluzione.                |
|   | <input type="checkbox"/> E Misura del calore specifico di soluzione.                |

(4) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione

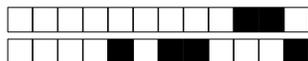


Cosa accade nella reazione?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A $\text{F}^-$ viene ridotto al catodo.        | <input type="checkbox"/> D $\text{F}^-$ agisce da agente riducente.                                 |
| <input type="checkbox"/> B $\text{AlF}_6^{3-}$ viene ridotto al catodo. | <input type="checkbox"/> E L'alluminio passa da numero di ossidazione -1 a numero di ossidazione 0. |
| <input type="checkbox"/> C Al è ossidato all'anodo                      |   |

(5) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di  $\text{Au}_2\text{S}_3$  vengono completamente ridotte in eccesso di  $\text{H}_2$ ?

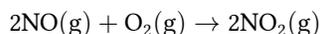
- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A 48,9 g | <input type="checkbox"/> D 24,5 g |
| <input type="checkbox"/> B 39,4 g | <input type="checkbox"/> E 19,7 g |
| <input type="checkbox"/> C 9,85 g |                                   |



(6)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione



al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?

A  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$

D  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]$

B  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$

E  $v = k[\text{NO}]/[\text{O}_2]$

C  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$

(7) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se

A accetta una coppia di elettroni per formare un legame

D accetta un protone dall'acqua

B dona un protone all'acqua

E dona una coppia di elettroni per formare un legame

C possiede una struttura di risonanza di Lewis

(8) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di NaCl e 0,10 mol di CaCl<sub>2</sub>. Qual è il minimo numero di moli di AgNO<sub>3</sub> da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il Cl<sup>-</sup> come AgCl(s)? (Si assuma che AgCl è completamente insolubile.)

A 0,30 mol

D 0,40 mol

B 0,10 mol

E 0,60 mol

C 0,20 mol

(9) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di CsCl(s)

A Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli

D Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami  $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli

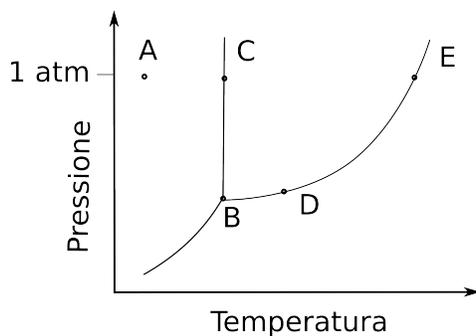
B Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati

E Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche

C Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari



(10)



In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?

 A D D A B E E B C C

(11) Qual è a formula chimica del solfito di ferro(III)?

 A  $\text{Fe}(\text{SO}_3)$  D  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  B  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  E  $\text{Fe}_3(\text{SO}_3)_2$  C  $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$ 

(12) Quale composto ha il maggior numero di atomi di azoto per molecola/unità formula?

 A fosfato di ammonio D Nitrato di cesio B nitrito di magnesio E Solfato di potassio C nitrato di ferro(II)

(13) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?

 A  $1s^2 2s^2 2p^2$  D  $1s^2 2s^2 2p^4$  B  $1s^2 2s^2$  E  $1s^0 2s^1$  C  $[\text{Ne}]3s^2 3p^6$ 

(14) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

 A  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$  D  $\text{NaOH}$  e  $\text{NH}_3$  B  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  E  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico) C  $\text{HCl}$  e  $\text{NaCl}$



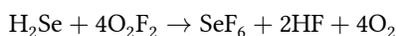
(15)



0,03 moli di  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

 A 3 atm D 0,03 atm B 0,5 atm E 0,1 atm C 1 atm

(16)



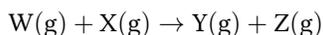
Quali delle seguenti affermazioni risulta vera per la reazione rappresentata sopra?

 A Il numero di ossidazione di Se cambia da -2 a +6. D Il numero di ossidazione di H cambia da -1 a +1. B Il numero di ossidazione di F cambia da +1 a -1. E Il numero di ossidazione di O non cambia. C È una reazione di disproporzionamento per F.

(17) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?

 A HfCl D HfCl<sub>3</sub> B Hf<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub> E HfCl<sub>2</sub> C HfCl<sub>4</sub>

(18) I gas W e X reagiscono in un recipiente chiuso formando i gas Y e Z secondo l'equazione chimica



La pressione iniziale di  $\text{W}(\text{g})$  è 1,20 atm e quella di  $\text{X}(\text{g})$  è 1,60 atm. Non sono presenti inizialmente  $\text{Y}(\text{g})$  e  $\text{Z}(\text{g})$ . L'esperimento viene condotto a temperatura costante. Qual è la pressione parziale di  $\text{Z}(\text{g})$  quando la pressione parziale di  $\text{W}(\text{g})$  è diminuita a 1,0 atm?

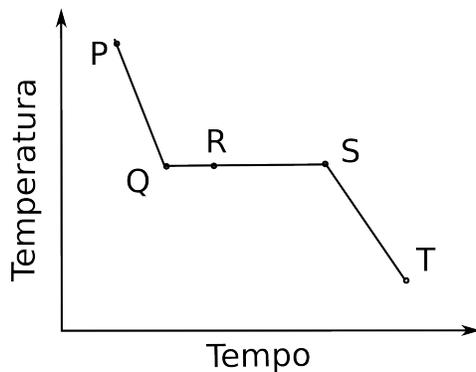
 A 1,2 atm D 1,0 atm B 1,4 atm E 0,20 atm C 0,40 atm

(19) Se la temperatura di una soluzione acquosa di NaCl viene aumentata da 20 °C a 90 °C quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

 A La densità della soluzione resta invariata. D La molalità della soluzione resta invariata. B La frazione molare del soluto diminuisce. E La frazione molare del soluto aumenta. C La molarità della soluzione resta invariata.



(20)



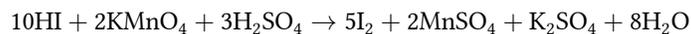
Facendo riferimento alla curva di raffreddamento di una sostanza pura che passa dallo stato liquido a quello solido, riportata sopra, il solido ed il liquido coesistono

- A solo nel punto T                       D solo nel punto Q  
 B su tutti i punti della curva tra R e T                       E in nessun punto della curva  
 C su tutti i punti della curva tra Q e S

(21) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?

- A  $[\text{Ne}]3s^23p^4$                        D  $1s^22s^2$   
 B  $1s^22s^22p^2$                        E  $1s^22s^22p^4$   
 C  $1s^02s^1$

(22)

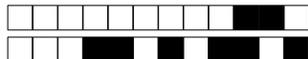


Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di  $\text{I}_2$  partendo da 4,0 moli di  $\text{KMnO}_4$  e 3,0 moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

- A 5,0                       D 10  
 B 2,5                       E 20  
 C 8,0

(23) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

- A CO                       D  $\text{CO}_2$   
 B  $\text{F}_2$                        E  $\text{CS}_2$   
 C  $\text{O}_2$



(24) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} > 8$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- A HCl e NaCl  
 B NaOH e  $\text{NH}_3$   
 C  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$   
 D  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$   
 E  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)

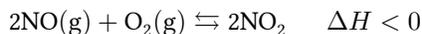
(25) Qual è la concentrazione di  $\text{H}^+(\text{aq})$  in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(\text{HCN}) = 5,0 \times 10^{-10}$ )

- A  $5,0 \times 10^{-11}$   
 B  $2,5 \times 10^{-11}$   
 C  $5,0 \times 10^{-6}$   
 D  $5,0 \times 10^{-4}$   
 E  $2,5 \times 10^{-10}$

(26) In un elemento con numero atomico 31 il livello elettronico più esterno occupato dagli elettroni sarà

- A 3p  
 B 3d  
 C 5s  
 D 4s  
 E 4p

(27)



Quale dei seguenti cambiamenti può causare una diminuzione del valore di  $K_{eq}$  della reazione riportata sopra?

- A Diminuzione della temperatura.  
 B Aumento della temperatura.  
 C Aggiunta di un catalizzatore.  
 D Aumento del volume del recipiente di reazione.  
 E Diminuzione del volume del recipiente di reazione.

(28) Quanti atomi sono contenuti in 36 g di acqua pura?

- A  $1,2 \times 10^{24}$   
 B  $6,0 \times 10^{23}$   
 C  $3,0 \times 10^{25}$   
 D  $1,8 \times 10^{24}$   
 E  $3,6 \times 10^{24}$

(29) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di  $\text{O}_2(\text{g})$  in  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ?

- A Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  5,0 atm e Temperatura  $20^\circ\text{C}$   
 B Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  1,0 atm e Temperatura  $20^\circ\text{C}$   
 C Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  0,5 atm e Temperatura  $20^\circ\text{C}$   
 D Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  5,0 atm e Temperatura  $80^\circ\text{C}$   
 E Pressione di  $\text{O}_2(\text{g})$  su  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  1,0 atm e Temperatura  $80^\circ\text{C}$



(30) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di  $K_3PO_4$ ?

A 6 M KBr

B 5 M  $AgNO_3$

C 5 M  $K_2SO_4$

D 10 M NaCl

E 12 M Glucosio

(31) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $ClO_3^-$ ?

A 2

B 3

C 1

D 5

E 4

(32) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

I la densità dell'acqua

II la densità della soluzione

III la massa molare del saccarosio

A II

B I e II

C II e III

D I

E II

(33)



In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell' $O_2(g)$  a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

A La quantità di  $SO_3(g)$  nel recipiente

B  $K_{eq}$

C La pressione totale del recipiente

D La quantità di  $SO_2(g)$  nel recipiente

E La quantità di  $O_2(g)$  nel recipiente

**STOP**

Se hai finito questa sezione prima del tempo massimo ricontrolla il lavoro svolto. Non procedere alla sezione successiva finché non si è avvisati dal docente e/o responsabile.

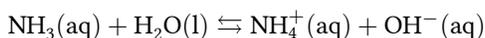


+6/8/43+



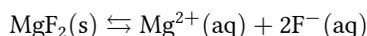


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

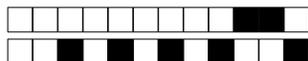
- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$
$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$
$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$
$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$
$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$
$$Ox + ne^- \rightarrow Rid$$
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

#### Istruzioni

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

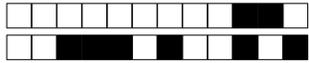
Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

- (1)  A  B  C  D  E
- (2)  A  B  C  D  E
- (3)  A  B  C  D  E
- (4)  A  B  C  D  E
- (5)  A  B  C  D  E
- (6)  A  B  C  D  E
- (7)  A  B  C  D  E
- (8)  A  B  C  D  E
- (9)  A  B  C  D  E
- (10)  A  B  C  D  E
- (11)  A  B  C  D  E

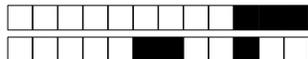
- (12)  A  B  C  D  E
- (13)  A  B  C  D  E
- (14)  A  B  C  D  E
- (15)  A  B  C  D  E
- (16)  A  B  C  D  E
- (17)  A  B  C  D  E
- (18)  A  B  C  D  E
- (19)  A  B  C  D  E
- (20)  A  B  C  D  E
- (21)  A  B  C  D  E
- (22)  A  B  C  D  E

- (23)  A  B  C  D  E
- (24)  A  B  C  D  E
- (25)  A  B  C  D  E
- (26)  A  B  C  D  E
- (27)  A  B  C  D  E
- (28)  A  B  C  D  E
- (29)  A  B  C  D  E
- (30)  A  B  C  D  E
- (31)  A  B  C  D  E
- (32)  A  B  C  D  E
- (33)  A  B  C  D  E



+6/14/37+





Parte I  
Domande a risposta multipla

(1) Quanti atomi sono contenuti in 36 g di acqua pura?

A  $1,2 \times 10^{24}$

B  $6,0 \times 10^{23}$

C  $1,8 \times 10^{24}$

D  $3,6 \times 10^{24}$

E  $3,0 \times 10^{25}$

(2) Se la temperatura di una soluzione acquosa di NaCl viene aumentata da 20 °C a 90 °C quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

A La molarità della soluzione resta invariata.

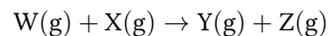
B La frazione molare del soluto diminuisce.

C La densità della soluzione resta invariata.

D La frazione molare del soluto aumenta.

E La molalità della soluzione resta invariata.

(3) I gas W e X reagiscono in un recipiente chiuso formando i gas Y e Z secondo l'equazione chimica



La pressione iniziale di W(g) è 1,20 atm e quella di X(g) è 1,60 atm. Non sono presenti inizialmente Y(g) e Z(g). L'esperimento viene condotto a temperatura costante. Qual è la pressione parziale di Z(g) quando la pressione parziale di W(g) è diminuita a 1,0 atm?

A 1,2 atm

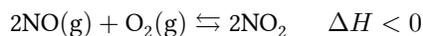
B 0,40 atm

C 1,0 atm

D 0,20 atm

E 1,4 atm

(4)



Quale dei seguenti cambiamenti può causare una diminuzione del valore di  $K_{eq}$  della reazione riportata sopra?

A Aggiunta di un catalizzatore.

B Aumento del volume del recipiente di reazione.

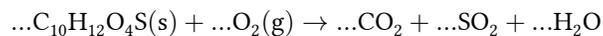
C Diminuzione del volume del recipiente di reazione.

D Diminuzione della temperatura.

E Aumento della temperatura.



(5)



Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di  $\text{O}_2(\text{g})$  è

 A 14 B 6 C 7 D 12 E 28

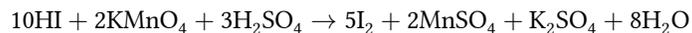
(6) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ?

 A 12 M Glucosio B 10 M NaCl C 5 M  $\text{AgNO}_3$  D 5 M  $\text{K}_2\text{SO}_4$  E 6 M KBr

(7) Quale composto ha il maggior numero di atomi di azoto per molecola/unità formula?

 A nitrato di ferro(II) B Solfato di potassio C nitrito di magnesio D Nitrato di cesio E fosfato di ammonio

(8)



Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di  $\text{I}_2$  partendo da 4,0 moli di  $\text{KMnO}_4$  e 3,0 moli di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

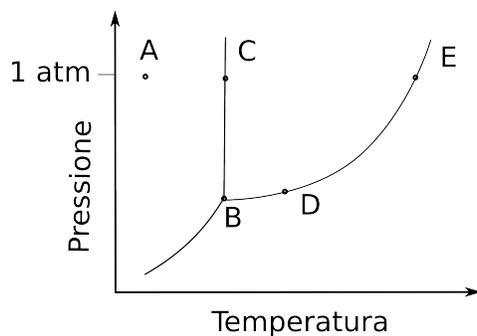
 A 8,0 B 20 C 2,5 D 5,0 E 10

(9) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di  $\text{Au}_2\text{S}_3$  vengono completamente ridotte in eccesso di  $\text{H}_2$ ?

 A 24,5 g B 48,9 g C 39,4 g D 19,7 g E 9,85 g



(10)



In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?

- A E  
 B B  
 C A

- D C  
 E D

(11) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?

- A HfCl<sub>3</sub>  
 B HfCl<sub>2</sub>  
 C HfCl<sub>4</sub>

- D Hf<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>  
 E HfCl

(12) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

- I la densità dell'acqua  
II la densità della soluzione  
III la massa molare del saccarosio

- A I  
 B II e III  
 C II

- D II  
 E I e II

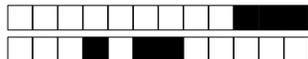
(13) In un elemento con numero atomico 31 il livello elettronico più esterno occupato dagli elettroni sarà

- A 3p  
 B 4p  
 C 5s

- D 4s  
 E 3d



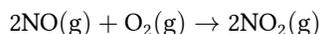
- (14) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di CsCl(s)
- A Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli
- B Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari
- C Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati
- D Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche
- E Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami  $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli
- (15) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se
- A dona un protone all'acqua
- B possiede una struttura di risonanza di Lewis
- C accetta una coppia di elettroni per formare un legame
- D accetta un protone dall'acqua
- E dona una coppia di elettroni per formare un legame
- (16) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?
- A  $1s^2 2s^2 2p^2$
- B  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$
- C  $1s^2 2s^2 2p^4$
- D  $1s^0 2s^1$
- E  $1s^2 2s^2$
- (17) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)
- A  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- B  $\text{HCl}$  e  $\text{NaCl}$
- C  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)
- D  $\text{NaOH}$  e  $\text{NH}_3$
- E  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$
- (18) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di  $\text{NaCl}$  e 0,10 mol di  $\text{CaCl}_2$ . Qual è il minimo numero di moli di  $\text{AgNO}_3$  da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il  $\text{Cl}^-$  come  $\text{AgCl(s)}$ ? (Si assuma che  $\text{AgCl}$  è completamente insolubile.)
- A 0,40 mol
- B 0,30 mol
- C 0,10 mol
- D 0,20 mol
- E 0,60 mol



(19)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione



al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?

A  $v = k[\text{NO}]/[\text{O}_2]$

D  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$

B  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$

E  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$

C  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]$

(20) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di O<sub>2</sub>(g) in H<sub>2</sub>O(l)?

A Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 1,0 atm e Temperatura 80 °C

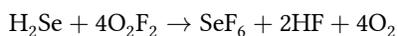
D Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 0,5 atm e Temperatura 20 °C

B Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 5,0 atm e Temperatura 20 °C

E Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 5,0 atm e Temperatura 80 °C

C Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 1,0 atm e Temperatura 20 °C

(21)



Quali delle seguenti affermazioni risulta vera per la reazione rappresentata sopra?

A È una reazione di disproporzionamento per F.

D Il numero di ossidazione di Se cambia da -2 a +6.

B Il numero di ossidazione di F cambia da +1 a -1.

E Il numero di ossidazione di O non cambia.

C Il numero di ossidazione di H cambia da -1 a +1.

(22) Qual è la concentrazione di H<sup>+</sup>(aq) in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(\text{HCN}) = 5,0 \times 10^{-10}$ )

A  $5,0 \times 10^{-6}$

D  $5,0 \times 10^{-11}$

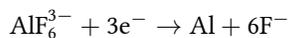
B  $2,5 \times 10^{-10}$

E  $5,0 \times 10^{-4}$

C  $2,5 \times 10^{-11}$



(23) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione



Cosa accade nella reazione?

- A  $\text{AlF}_6^{3-}$  viene ridotto al catodo.  D  $\text{F}^-$  agisce da agente riducente.  
 B Al è ossidato all'anodo  E  $\text{F}^-$  viene ridotto al catodo.  
 C L'alluminio passa da numero di ossidazione -1 a numero di ossidazione 0.

(24) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} > 8$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- A  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$   D NaOH e  $\text{NH}_3$   
 B HCl e NaCl  E  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$   
 C  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)

(25) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?

- A  $1s^0 2s^1$   D  $1s^2 2s^2 2p^2$   
 B  $1s^2 2s^2 2p^4$   E  $[\text{Ne}]3s^2 3p^4$   
 C  $1s^2 2s^2$

(26) Un campione di 61,8 g di  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , un acido debole, viene disciolto in 1000 g di acqua per ottenere una soluzione 1,0 molale. Quale delle seguenti è la procedura migliore per determinare la molarità della soluzione?

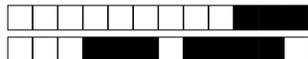
- A Determinazione del punto di ebollizione della soluzione.  C Misura del calore specifico di soluzione.  
 B Misura del volume totale della soluzione.  D Misura del pH con un pH-metro.  
 E Titolazione della soluzione con un acido standard.

(27) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} < 6$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- A NaOH e  $\text{NH}_3$   D  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$   
 B  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)  E HCl e NaCl  
 C  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

(28) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

- A CO  D  $\text{CO}_2$   
 B  $\text{CS}_2$   E  $\text{F}_2$   
 C  $\text{O}_2$



(29)



0,03 moli di  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

- A 0,1 atm
- B 0,5 atm
- C 0,03 atm

- D 3 atm
- E 1 atm

(30) Qual è a formula chimica del solfito di ferro(III)?

- A  $\text{Fe}_3(\text{SO}_3)_2$
- B  $\text{Fe}_2\text{S}_3$
- C  $\text{Fe}(\text{SO}_3)$

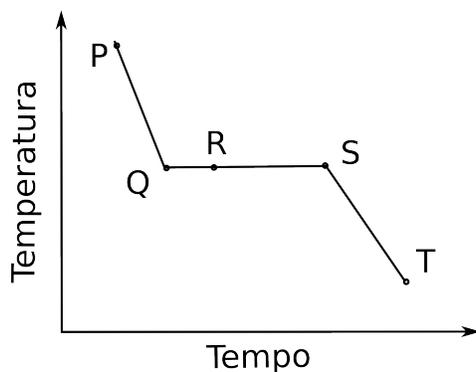
- D  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- E  $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$

(31) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $\text{ClO}_3^-$ ?

- A 5
- B 4
- C 2

- D 1
- E 3

(32)



Facendo riferimento alla curva di raffreddamento di una sostanza pura che passa dallo stato liquido a quello solido, riportata sopra, il solido ed il liquido coesistono

- A su tutti i punti della curva tra Q e S
- B su tutti i punti della curva tra R e T
- C solo nel punto T

- D solo nel punto Q
- E in nessun punto della curva



(33)

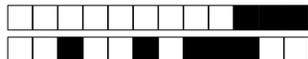


In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell' $\text{O}_2(g)$  a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

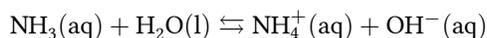
- A La pressione totale del recipiente
- B  $K_{eq}$
- C La quantità di  $\text{O}_2(g)$  nel recipiente
- D La quantità di  $\text{SO}_3(g)$  nel recipiente
- E La quantità di  $\text{SO}_2(g)$  nel recipiente

## STOP

Se hai finito questa sezione prima del tempo massimo ricontrolla il lavoro svolto. Non procedere alla sezione successiva finché non si è avvisati dal docente e/o responsabile.

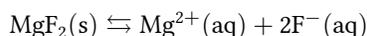


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

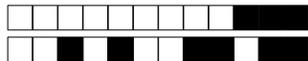
- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$
$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$
$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$
$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$
$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$
$$Ox + ne^- \rightarrow Rid$$
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

**Istruzioni**

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

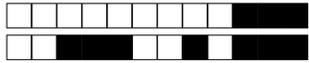
Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

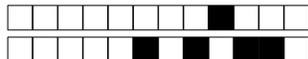
(1)	A	B	C	D	E
(2)	A	B	C	D	E
(3)	A	B	C	D	E
(4)	A	B	C	D	E
(5)	A	B	C	D	E
(6)	A	B	C	D	E
(7)	A	B	C	D	E
(8)	A	B	C	D	E
(9)	A	B	C	D	E
(10)	A	B	C	D	E
(11)	A	B	C	D	E

(12)	A	B	C	D	E
(13)	A	B	C	D	E
(14)	A	B	C	D	E
(15)	A	B	C	D	E
(16)	A	B	C	D	E
(17)	A	B	C	D	E
(18)	A	B	C	D	E
(19)	A	B	C	D	E
(20)	A	B	C	D	E
(21)	A	B	C	D	E
(22)	A	B	C	D	E

(23)	A	B	C	D	E
(24)	A	B	C	D	E
(25)	A	B	C	D	E
(26)	A	B	C	D	E
(27)	A	B	C	D	E
(28)	A	B	C	D	E
(29)	A	B	C	D	E
(30)	A	B	C	D	E
(31)	A	B	C	D	E
(32)	A	B	C	D	E
(33)	A	B	C	D	E



+7/14/23+

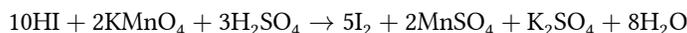


Parte I  
Domande a risposta multipla

(1) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> A HCl e NaCl  | <input type="checkbox"/> D NH <sub>3</sub> e NH <sub>4</sub> Cl                   |
| <input type="checkbox"/> B NaOH e NH <sub>3</sub>  | <input type="checkbox"/> E HH <sub>3</sub> e CH <sub>3</sub> COOH (Acido acetico) |
| <input type="checkbox"/> C H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> e NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> |   |

(2)



Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di I<sub>2</sub> partendo da 4,0 moli di KMnO<sub>4</sub> e 3,0 moli di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?

- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A 8,0 | <input type="checkbox"/> D 10 |
| <input type="checkbox"/> B 5,0 | <input type="checkbox"/> E 20 |
| <input type="checkbox"/> C 2,5 |                               |

(3) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di O<sub>2</sub>(g) in H<sub>2</sub>O(l)?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A Pressione di O <sub>2</sub> (g) su H <sub>2</sub> O(l) 5,0 atm e Temperatura 80 °C | <input type="checkbox"/> D Pressione di O <sub>2</sub> (g) su H <sub>2</sub> O(l) 5,0 atm e Temperatura 20 °C |
| <input type="checkbox"/> B Pressione di O <sub>2</sub> (g) su H <sub>2</sub> O(l) 0,5 atm e Temperatura 20 °C | <input type="checkbox"/> E Pressione di O <sub>2</sub> (g) su H <sub>2</sub> O(l) 1,0 atm e Temperatura 20 °C |
| <input type="checkbox"/> C Pressione di O <sub>2</sub> (g) su H <sub>2</sub> O(l) 1,0 atm e Temperatura 80 °C |   |

(4) Se la temperatura di una soluzione acquosa di NaCl viene aumentata da 20 °C a 90 °C quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

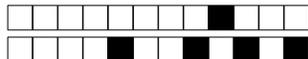
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A La frazione molare del soluto diminuisce.    | <input type="checkbox"/> D La molalità della soluzione resta invariata. |
| <input type="checkbox"/> B La molarità della soluzione resta invariata. | <input type="checkbox"/> E La densità della soluzione resta invariata.  |
| <input type="checkbox"/> C La frazione molare del soluto aumenta.       |   |

(5)

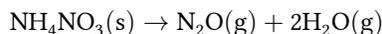


In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell'O<sub>2</sub>(g) a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> A La quantità di SO <sub>2</sub> (g) nel recipiente | <input type="checkbox"/> D La quantità di O <sub>2</sub> (g) nel recipiente  |
| <input type="checkbox"/> B La pressione totale del recipiente                | <input type="checkbox"/> E La quantità di SO <sub>3</sub> (g) nel recipiente |
| <input type="checkbox"/> C K <sub>eq</sub>                                   |  |



(6)



0,03 moli di  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

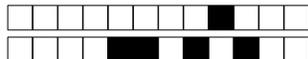
 A 1 atm B 0,03 atm C 3 atm D 0,1 atm E 0,5 atm(7) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di  $\text{CsCl}(\text{s})$  A Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari B Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli C Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami  $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli D Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati E Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche

(8) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

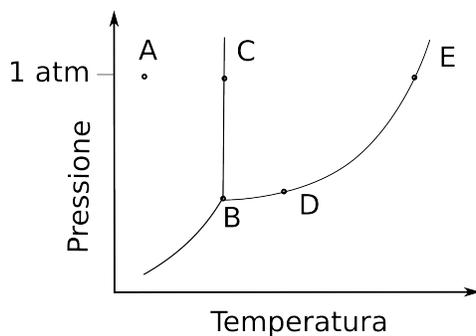
 A CO B  $\text{CO}_2$  C  $\text{F}_2$  D  $\text{O}_2$  E  $\text{CS}_2$ 

(9) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se

 A dona una coppia di elettroni per formare un legame B accetta una coppia di elettroni per formare un legame C dona un protone all'acqua D accetta un protone dall'acqua E possiede una struttura di risonanza di Lewis



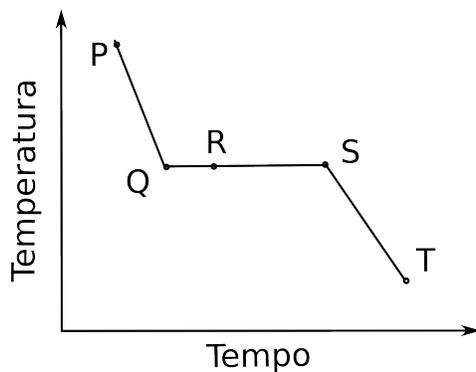
(10)



In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?

 A C B E C A D D E B

(11)



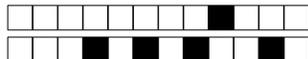
Facendo riferimento alla curva di raffreddamento di una sostanza pura che passa dallo stato liquido a quello solido, riportata sopra, il solido ed il liquido coesistono

 A in nessun punto della curva B su tutti i punti della curva tra R e T C solo nel punto Q D su tutti i punti della curva tra Q e S E solo nel punto T

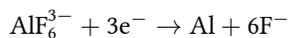
(12) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di  $\text{Au}_2\text{S}_3$  vengono completamente ridotte in eccesso di  $\text{H}_2$ ?

 A 9,85 g B 19,7 g C 48,9 g D 39,4 g E 24,5 g





(19) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione



Cosa accade nella reazione?

- A L'alluminio passa da numero di ossidazione -1 a numero di ossidazione 0.
- B  $\text{F}^-$  agisce da agente riducente.
- C  $\text{F}^-$  viene ridotto al catodo.
- D  $\text{AlF}_6^{3-}$  viene ridotto al catodo.
- E Al è ossidato all'anodo.

(20) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} > 8$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- A  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$
- B  $\text{NaOH}$  e  $\text{NH}_3$
- C  $\text{HCl}$  e  $\text{NaCl}$
- D  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- E  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)

(21) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?

- A  $\text{HfCl}_2$
- B  $\text{Hf}_2\text{Cl}_3$
- C  $\text{HfCl}_4$
- D  $\text{HfCl}_3$
- E  $\text{HfCl}$

(22) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?

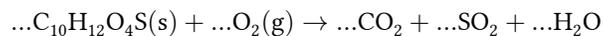
- A  $1s^2 2s^2 2p^4$
- B  $1s^2 2s^2 2p^2$
- C  $1s^0 2s^1$
- D  $1s^2 2s^2$
- E  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$

(23) Quanti atomi sono contenuti in 36 g di acqua pura?

- A  $3,6 \times 10^{24}$
- B  $1,2 \times 10^{24}$
- C  $6,0 \times 10^{23}$
- D  $1,8 \times 10^{24}$
- E  $3,0 \times 10^{25}$



(24)



Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di  $\text{O}_2(\text{g})$  è

 A 12 B 6 C 14 D 7 E 28

(25) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

I la densità dell'acqua

II la densità della soluzione

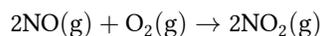
III la massa molare del saccarosio

 A I B I e II C II D II E II e III

(26)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione



al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?

 A  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$  B  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]$  C  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$  D  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$  E  $v = k[\text{NO}]/[\text{O}_2]$ 

(27) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ?

 A 5 M  $\text{K}_2\text{SO}_4$  B 6 M  $\text{KBr}$  C 5 M  $\text{AgNO}_3$  D 10 M  $\text{NaCl}$  E 12 M Glucosio



(28) Qual è la concentrazione di  $H^+$  (aq) in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(\text{HCN}) = 5,0 \times 10^{-10}$ )

- A  $5,0 \times 10^{-4}$   
 B  $2,5 \times 10^{-10}$   
 C  $2,5 \times 10^{-11}$

- D  $5,0 \times 10^{-6}$   
 E  $5,0 \times 10^{-11}$

(29) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di NaCl e 0,10 mol di  $\text{CaCl}_2$ . Qual è il minimo numero di moli di  $\text{AgNO}_3$  da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il  $\text{Cl}^-$  come  $\text{AgCl}(s)$ ? (Si assuma che  $\text{AgCl}$  è completamente insolubile.)

- A 0,10 mol  
 B 0,40 mol  
 C 0,60 mol

- D 0,30 mol  
 E 0,20 mol

(30) Qual è la formula chimica del solfito di ferro(III)?

- A  $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$   
 B  $\text{Fe}_3(\text{SO}_3)_2$   
 C  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

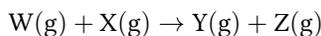
- D  $\text{Fe}(\text{SO}_3)$   
 E  $\text{Fe}_2\text{S}_3$

(31) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $\text{ClO}_3^-$ ?

- A 3  
 B 4  
 C 2

- D 1  
 E 5

(32) I gas W e X reagiscono in un recipiente chiuso formando i gas Y e Z secondo l'equazione chimica



La pressione iniziale di  $\text{W}(g)$  è 1,20 atm e quella di  $\text{X}(g)$  è 1,60 atm. Non sono presenti inizialmente  $\text{Y}(g)$  e  $\text{Z}(g)$ . L'esperimento viene condotto a temperatura costante. Qual è la pressione parziale di  $\text{Z}(g)$  quando la pressione parziale di  $\text{W}(g)$  è diminuita a 1,0 atm?

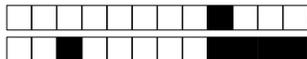
- A 1,0 atm  
 B 1,4 atm  
 C 0,20 atm

- D 1,2 atm  
 E 0,40 atm

(33) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?

- A  $1s^2 2s^2 2p^2$   
 B  $1s^2 2s^2 2p^4$   
 C  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$

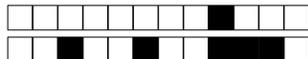
- D  $1s^2 2s^2$   
 E  $1s^0 2s^1$



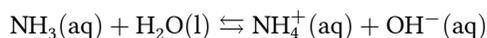
+8/8/15+

## STOP

Se hai finito questa sezione prima del tempo massimo ricontrolla il lavoro svolto. Non procedere alla sezione successiva finché non si è avvisati dal docente e/o responsabile.

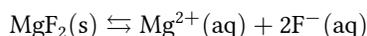


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

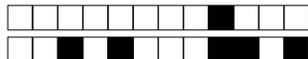
- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.

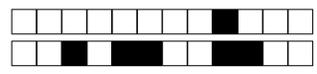
# Tavola Periodica degli Elementi

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	IA	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	VIIIA
1	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
2	1.01	4.00	6.94	9.01	10.811	12.01	14.00	16.00	18.99	20.18	22.99	24.31	26.98	28.09	30.9738	32.066	35.45	39.95
3	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.546	65.39	69.72	72.61	74.92	78.96	79.90	83.80
6	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
7	85.47	87.62	88.91	91.22	92.9064	95.94	98	101.07	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.75	127.60	126.90	131.30
8	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
9	Cs	Ba	*La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
10	132.91	137.33	138.91	178.49	180.95	183.85	186.21	190.2	192.22	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	(209)	(210)	(222)
11	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
12	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	(264)	(265)	(266)	(267)	(268)	(269)	(270)	(271)	(272)

Z  
Simbolo  
massa

Lantanidi  
Attinidi

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.12	140.91	144.24	(145)	150.36	151.97	157.25	158.93	162.50	164.930	167.26	168.93	173.04	174.97
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mn	No	Lr
232	231	238	237	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$
$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$
$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$
$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$
$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$
$$Ox + ne^- \rightarrow Rid$$
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

**Istruzioni**

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

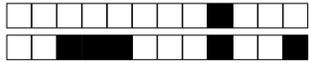
Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

- (1)  A  B  C  D  E
- (2)  A  B  C  D  E
- (3)  A  B  C  D  E
- (4)  A  B  C  D  E
- (5)  A  B  C  D  E
- (6)  A  B  C  D  E
- (7)  A  B  C  D  E
- (8)  A  B  C  D  E
- (9)  A  B  C  D  E
- (10)  A  B  C  D  E
- (11)  A  B  C  D  E

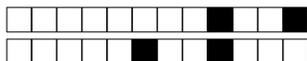
- (12)  A  B  C  D  E
- (13)  A  B  C  D  E
- (14)  A  B  C  D  E
- (15)  A  B  C  D  E
- (16)  A  B  C  D  E
- (17)  A  B  C  D  E
- (18)  A  B  C  D  E
- (19)  A  B  C  D  E
- (20)  A  B  C  D  E
- (21)  A  B  C  D  E
- (22)  A  B  C  D  E

- (23)  A  B  C  D  E
- (24)  A  B  C  D  E
- (25)  A  B  C  D  E
- (26)  A  B  C  D  E
- (27)  A  B  C  D  E
- (28)  A  B  C  D  E
- (29)  A  B  C  D  E
- (30)  A  B  C  D  E
- (31)  A  B  C  D  E
- (32)  A  B  C  D  E
- (33)  A  B  C  D  E



+8/14/9+





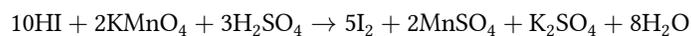
Parte I  
Domande a risposta multipla

(1) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

- A CO
- B O<sub>2</sub>
- C F<sub>2</sub>

- D CO<sub>2</sub>
- E CS<sub>2</sub>

(2)

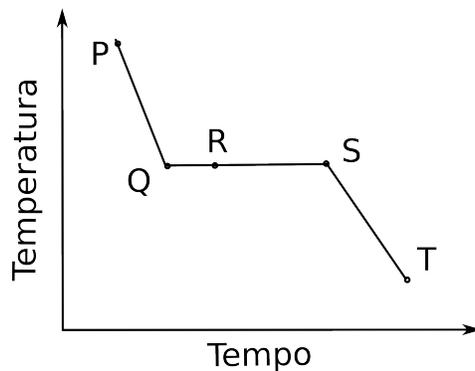


Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di I<sub>2</sub> partendo da 4,0 moli di KMnO<sub>4</sub> e 3,0 moli di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?

- A 10
- B 20
- C 2,5

- D 8,0
- E 5,0

(3)



Facendo riferimento alla curva di raffreddamento di una sostanza pura che passa dallo stato liquido a quello solido, riportata sopra, il solido ed il liquido coesistono

- A solo nel punto T
- B in nessun punto della curva
- C solo nel punto Q

- D su tutti i punti della curva tra Q e S
- E su tutti i punti della curva tra R e T

(4) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se

- A dona una coppia di elettroni per formare un legame
- B dona un protone all'acqua

- C accetta una coppia di elettroni per formare un legame
- D accetta un protone dall'acqua
- E possiede una struttura di risonanza di Lewis



(5) Quanti atomi sono contenuti in 36 g di acqua pura?

A  $1,8 \times 10^{24}$

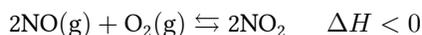
B  $3,6 \times 10^{24}$

C  $1,2 \times 10^{24}$

D  $6,0 \times 10^{23}$

E  $3,0 \times 10^{25}$

(6)



Quale dei seguenti cambiamenti può causare una diminuzione del valore di  $K_{eq}$  della reazione riportata sopra?

A Diminuzione del volume del recipiente di reazione.

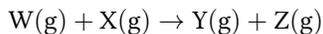
B Aggiunta di un catalizzatore.

C Aumento della temperatura.

D Diminuzione della temperatura.

E Aumento del volume del recipiente di reazione.

(7) I gas W e X reagiscono in un recipiente chiuso formando i gas Y e Z secondo l'equazione chimica



La pressione iniziale di W(g) è 1,20 atm e quella di X(g) è 1,60 atm. Non sono presenti inizialmente Y(g) e Z(g). L'esperimento viene condotto a temperatura costante. Qual è la pressione parziale di Z(g) quando la pressione parziale di W(g) è diminuita a 1,0 atm?

A 0,40 atm

B 1,4 atm

C 1,0 atm

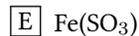
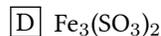
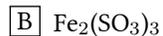
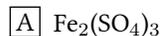
D 0,20 atm

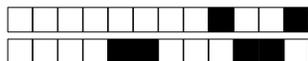
E 1,2 atm

(8) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?

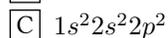
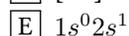
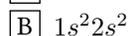
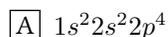


(9) Qual è la formula chimica del solfito di ferro(III)?

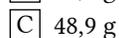
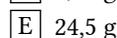
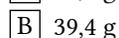
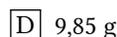
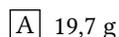




(10) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?



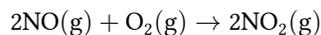
(11) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di  $\text{Au}_2\text{S}_3$  vengono completamente ridotte in eccesso di  $\text{H}_2$ ?



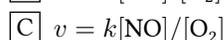
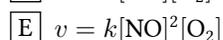
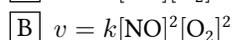
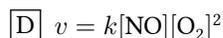
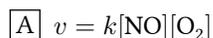
(12)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione



al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?



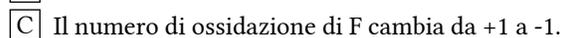
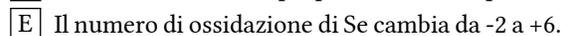
(13) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $\text{ClO}_3^-$ ?



(14)



Quali delle seguenti affermazioni risulta vera per la reazione rappresentata sopra?





(15) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

- I la densità dell'acqua
- II la densità della soluzione
- III la massa molare del saccarosio

- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A I        | <input type="checkbox"/> D II |
| <input type="checkbox"/> B II e III | <input type="checkbox"/> E II |
| <input type="checkbox"/> C I e II   |                               |

(16) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di NaCl e 0,10 mol di CaCl<sub>2</sub>. Qual è il minimo numero di moli di AgNO<sub>3</sub> da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il Cl<sup>-</sup> come AgCl(s)? (Si assuma che AgCl è completamente insolubile.)

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A 0,40 mol | <input type="checkbox"/> D 0,60 mol |
| <input type="checkbox"/> B 0,20 mol | <input type="checkbox"/> E 0,10 mol |
| <input type="checkbox"/> C 0,30 mol |                                     |

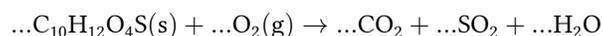
(17)



In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell'O<sub>2</sub>(g) a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

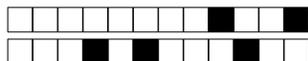
- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> A La quantità di SO <sub>3</sub> (g) nel recipiente | <input type="checkbox"/> D $K_{eq}$                           |
| <input type="checkbox"/> B La quantità di O <sub>2</sub> (g) nel recipiente  | <input type="checkbox"/> E La pressione totale del recipiente |
| <input type="checkbox"/> C La quantità di SO <sub>2</sub> (g) nel recipiente |   |

(18)



Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di O<sub>2</sub>(g) è

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A 12 | <input type="checkbox"/> D 6  |
| <input type="checkbox"/> B 7  | <input type="checkbox"/> E 28 |
| <input type="checkbox"/> C 14 |                               |



(19) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di  $K_3PO_4$ ?

- A 5 M  $AgNO_3$
- B 6 M  $KBr$
- C 12 M Glucosio

- D 10 M  $NaCl$
- E 5 M  $K_2SO_4$

(20) Un campione di 61,8 g di  $H_3BO_3$ , un acido debole, viene disciolto in 1000 g di acqua per ottenere una soluzione 1,0 molale. Quale delle seguenti è la procedura migliore per determinare la molarità della soluzione?

- A Misura del volume totale della soluzione.
- B Misura del calore specifico di soluzione.
- C Determinazione del punto di ebollizione della soluzione.

- D Titolazione della soluzione con un acido standard.
- E Misura del pH con un pH-metro.

(21) Se la temperatura di una soluzione acquosa di  $NaCl$  viene aumentata da  $20\text{ }^\circ C$  a  $90\text{ }^\circ C$  quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

- A La frazione molare del soluto aumenta.
- B La molarità della soluzione resta invariata.
- C La molalità della soluzione resta invariata.

- D La frazione molare del soluto diminuisce.
- E La densità della soluzione resta invariata.

(22) In un elemento con numero atomico 31 il livello elettronico più esterno occupato dagli elettroni sarà

- A 4s
- B 4p
- C 3d

- D 5s
- E 3p

(23) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di  $CsCl(s)$

- A Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami  $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli
- B Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli

- C Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari
- D Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche
- E Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati

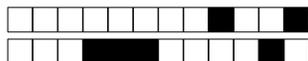
(24) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?

- A  $[Ne]3s^23p^6$
- B  $1s^22s^22p^2$
- C  $1s^22s^22p^4$

- D  $1s^02s^1$
- E  $1s^22s^2$



- (25) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di  $O_2(g)$  in  $H_2O(l)$ ?
- A Pressione di  $O_2(g)$  su  $H_2O(l)$  1,0 atm e Temperatura  $20^\circ C$
- B Pressione di  $O_2(g)$  su  $H_2O(l)$  1,0 atm e Temperatura  $80^\circ C$
- C Pressione di  $O_2(g)$  su  $H_2O(l)$  5,0 atm e Temperatura  $20^\circ C$
- D Pressione di  $O_2(g)$  su  $H_2O(l)$  5,0 atm e Temperatura  $80^\circ C$
- E Pressione di  $O_2(g)$  su  $H_2O(l)$  0,5 atm e Temperatura  $20^\circ C$
- (26) Qual è la concentrazione di  $H^+(aq)$  in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(HCN) = 5,0 \times 10^{-10}$ )
- A  $2,5 \times 10^{-10}$
- B  $2,5 \times 10^{-11}$
- C  $5,0 \times 10^{-6}$
- D  $5,0 \times 10^{-11}$
- E  $5,0 \times 10^{-4}$
- (27) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)
- A  $H_3PO_4$  e  $NaH_2PO_4$
- B  $NH_3$  e  $NH_4Cl$
- C  $HH_3$  e  $CH_3COOH$  (Acido acetico)
- D  $NaOH$  e  $NH_3$
- E  $HCl$  e  $NaCl$
- (28) Quale composto ha il maggior numero di atomi di azoto per molecola/unità formula?
- A Solfato di potassio
- B Nitrato di cesio
- C nitrito di magnesio
- D fosfato di ammonio
- E nitrato di ferro(II)
- (29) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $pH > 8$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)
- A  $HH_3$  e  $CH_3COOH$  (Acido acetico)
- B  $NaOH$  e  $NH_3$
- C  $H_3PO_4$  e  $NaH_2PO_4$
- D  $NH_3$  e  $NH_4Cl$
- E  $HCl$  e  $NaCl$
- (30) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione
- $$AlF_6^{3-} + 3e^- \rightarrow Al + 6F^-$$
- Cosa accade nella reazione?
- A  $AlF_6^{3-}$  viene ridotto al catodo.
- B  $F^-$  viene ridotto al catodo.
- C  $F^-$  agisce da agente riducente.
- D Al è ossidato all'anodo
- E L'alluminio passa da numero di ossidazione -1 a numero di ossidazione 0.



(31) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} < 6$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

A  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$

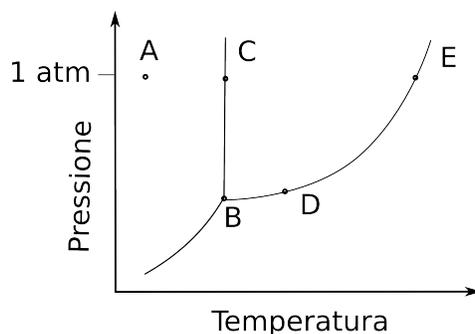
B  $\text{HCl}$  e  $\text{NaCl}$

C  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

D  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)

E  $\text{NaOH}$  e  $\text{NH}_3$

(32)



In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?

A C

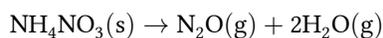
B E

C B

D A

E D

(33)



0,03 moli di  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

A 0,03 atm

B 3 atm

C 1 atm

D 0,1 atm

E 0,5 atm

**STOP**

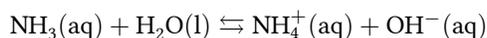
Se hai finito questa sezione prima del tempo massimo ricontrolla il lavoro svolto. Non procedere alla sezione successiva finché non si è avvisati dal docente e/o responsabile.



+9/8/1+

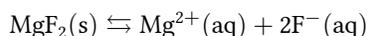


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

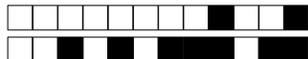
- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$
$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

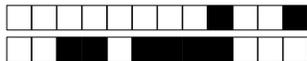
$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$
$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$
$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$
$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$
$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$
$$Ox + ne^- \rightarrow Rid$$
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

#### Istruzioni

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

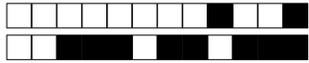
Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

(1)	A	B	C	D	E
(2)	A	B	C	D	E
(3)	A	B	C	D	E
(4)	A	B	C	D	E
(5)	A	B	C	D	E
(6)	A	B	C	D	E
(7)	A	B	C	D	E
(8)	A	B	C	D	E
(9)	A	B	C	D	E
(10)	A	B	C	D	E
(11)	A	B	C	D	E

(12)	A	B	C	D	E
(13)	A	B	C	D	E
(14)	A	B	C	D	E
(15)	A	B	C	D	E
(16)	A	B	C	D	E
(17)	A	B	C	D	E
(18)	A	B	C	D	E
(19)	A	B	C	D	E
(20)	A	B	C	D	E
(21)	A	B	C	D	E
(22)	A	B	C	D	E

(23)	A	B	C	D	E
(24)	A	B	C	D	E
(25)	A	B	C	D	E
(26)	A	B	C	D	E
(27)	A	B	C	D	E
(28)	A	B	C	D	E
(29)	A	B	C	D	E
(30)	A	B	C	D	E
(31)	A	B	C	D	E
(32)	A	B	C	D	E
(33)	A	B	C	D	E

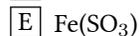
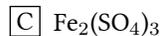
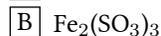
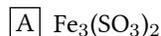


+9/14/55+



Parte I  
Domande a risposta multipla

(1) Qual è la formula chimica del solfito di ferro(III)?



(2) Quando Hf metallico viene riscaldato in atmosfera di cloro, il prodotto di reazione contiene il 62,2 % in massa di Hf ed il 37,4% in massa di Cl. Qual è la formula empirica del composto?



(3) In un elemento con numero atomico 31 il livello elettronico più esterno occupato dagli elettroni sarà



(4) Una molecola o uno ione viene definito acido di Lewis se

A accetta un protone dall'acqua

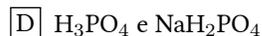
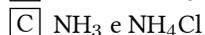
B possiede una struttura di risonanza di Lewis

C accetta una coppia di elettroni per formare un legame

D dona una coppia di elettroni per formare un legame

E dona un protone all'acqua

(5) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} < 6$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)



(6) Un campione di 61,8 g di  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , un acido debole, viene disciolto in 1000 g di acqua per ottenere una soluzione 1,0 molale. Quale delle seguenti è la procedura migliore per determinare la molarità della soluzione?

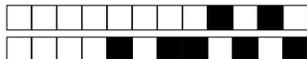
A Titolazione della soluzione con un acido standard.

B Misura del calore specifico di soluzione.

C Misura del volume totale della soluzione.

D Determinazione del punto di ebollizione della soluzione.

E Misura del pH con un pH-metro.



(7) Quale composto ha il maggior numero di atomi di azoto per molecola/unità formula?

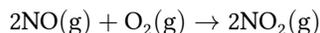
- A fosfato di ammonio  
 B nitrito di magnesio  
 C Nitrato di cesio

- D Solfato di potassio  
 E nitrato di ferro(II)

(8)

Esperimento	[NO] iniziale	[O <sub>2</sub> ] iniziale	velocità iniziale di formazione di NO <sub>2</sub>
1	0,10	0,10	$2,5 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,40	$8,0 \times 10^{-3}$

La tabella sopra riporta le velocità iniziali,  $v$ , della reazione

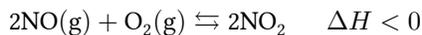


al variare delle concentrazioni iniziali dei reagenti. Qual è la legge cinetica sperimentale?

- A  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]$   
 B  $v = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$   
 C  $v = k[\text{NO}]/[\text{O}_2]$

- D  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$   
 E  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$

(9)



Quale dei seguenti cambiamenti può causare una diminuzione del valore di  $K_{eq}$  della reazione riportata sopra?

- A Diminuzione del volume del recipiente di reazione.  
 B Aumento della temperatura.  
 C Aumento del volume del recipiente di reazione.  
 D Diminuzione della temperatura.  
 E Aggiunta di un catalizzatore.

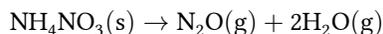
(10) Quale delle seguenti soluzioni acquose è un tampone a  $\text{pH} > 8$ ? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- A  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$   
 B  $\text{HH}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Acido acetico)  
 C  $\text{NaOH}$  e  $\text{NH}_3$

- D  $\text{HCl}$  e  $\text{NaCl}$   
 E  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$



(11)



0,03 moli di  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  vengono messi in un recipiente vuoto di 1,0 l che viene sigillato e riscaldato.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  si decompone completamente secondo l'equazione riportata sopra. La pressione totale nel recipiente misurata a 400 K sarà (la costante dei gas  $R$  è  $0,082 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

- A 3 atm  
 B 0,5 atm  
 C 0,03 atm

- D 0,1 atm  
 E 1 atm

(12) Quale tra le seguenti soluzioni è isotonica con una soluzione 2,5 M di  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ?

- A 6 M KBr  
 B 10 M NaCl  
 C 5 M  $\text{K}_2\text{SO}_4$

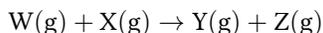
- D 5 M  $\text{AgNO}_3$   
 E 12 M Glucosio

(13) Quante coppie solitarie circondano il cloro nella specie chimica  $\text{ClO}_3^-$ ?

- A 4  
 B 1  
 C 3

- D 5  
 E 2

(14) I gas W e X reagiscono in un recipiente chiuso formando i gas Y e Z secondo l'equazione chimica



La pressione iniziale di  $\text{W}(\text{g})$  è 1,20 atm e quella di  $\text{X}(\text{g})$  è 1,60 atm. Non sono presenti inizialmente  $\text{Y}(\text{g})$  e  $\text{Z}(\text{g})$ . L'esperimento viene condotto a temperatura costante. Qual è la pressione parziale di  $\text{Z}(\text{g})$  quando la pressione parziale di  $\text{W}(\text{g})$  è diminuita a 1,0 atm?

- A 1,0 atm  
 B 0,40 atm  
 C 1,2 atm

- D 0,20 atm  
 E 1,4 atm

(15) Qual è la massa di Au che viene prodotta quando 0,0500 moli di  $\text{Au}_2\text{S}_3$  vengono completamente ridotte in eccesso di  $\text{H}_2$ ?

- A 48,9 g  
 B 39,4 g  
 C 9,85 g

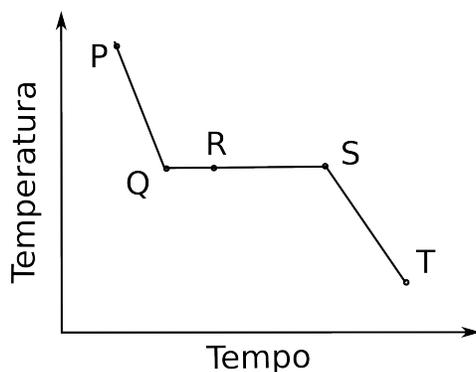
- D 19,7 g  
 E 24,5 g



(16) Quale delle seguenti molecole ha il momento di dipolo più grande?

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> A O <sub>2</sub>  | <input type="checkbox"/> D CO             |
| <input type="checkbox"/> B CO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> E F <sub>2</sub> |
| <input type="checkbox"/> C CS <sub>2</sub> |   |

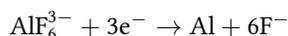
(17)



Facendo riferimento alla curva di raffreddamento di una sostanza pura che passa dallo stato liquido a quello solido, riportata sopra, il solido ed il liquido coesistono

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A solo nel punto Q                       | <input type="checkbox"/> D su tutti i punti della curva tra Q e S |
| <input type="checkbox"/> B su tutti i punti della curva tra R e T | <input type="checkbox"/> E in nessun punto della curva            |
| <input type="checkbox"/> C solo nel punto T                       |   |

(18) Una cella galvanica coinvolge la seguente semi-reazione

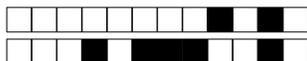


Cosa accade nella reazione?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A Al è ossidato all'anodo                      | <input type="checkbox"/> D L'alluminio passa da numero di ossidazione -1 a numero di ossidazione 0. |
| <input type="checkbox"/> B $\text{AlF}_6^{3-}$ viene ridotto al catodo. | <input type="checkbox"/> E $\text{F}^-$ viene ridotto al catodo.                                    |
| <input type="checkbox"/> C $\text{F}^-$ agisce da agente riducente.     |   |

(19) Quale delle seguenti soluzioni acquose ha il pH più basso? (Le soluzioni contengono rapporti equimolari delle coppie di sostanze. Tutte le concentrazioni sono 1 mol/l.)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> A $\text{HH}_3$ e $\text{CH}_3\text{COOH}$ (Acido acetico) | <input type="checkbox"/> D NaOH e $\text{NH}_3$                   |
| <input type="checkbox"/> B HCl e NaCl   | <input type="checkbox"/> E $\text{NH}_3$ e $\text{NH}_4\text{Cl}$ |
| <input type="checkbox"/> C $\text{H}_3\text{PO}_4$ e $\text{NaH}_2\text{PO}_4$      |   |



(20) Qual è la concentrazione di  $H^+$  (aq) in una soluzione 0,05 M di HCN? ( $K_a(\text{HCN}) = 5,0 \times 10^{-10}$ )

- A  $5,0 \times 10^{-4}$
- B  $2,5 \times 10^{-10}$
- C  $5,0 \times 10^{-11}$

- D  $5,0 \times 10^{-6}$
- E  $2,5 \times 10^{-11}$

(21) Quali delle seguenti descrizioni risulta più appropriata per la struttura di CsCl(s)

- A Una struttura di macromolecole con forti interazioni dipolari
- B Una struttura con forti legami covalenti e forze intramolecolari deboli

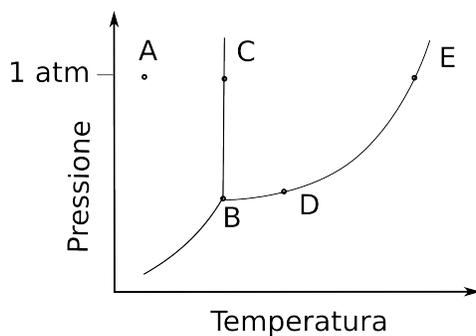
- C Un reticolo di ioni positivi e negativi tenuti insieme da forze elettrostatiche
- D Una struttura con legami covalenti multipli (inclusi legami  $\pi$ ) e forze intramolecolari deboli
- E Un reticolo compatto con elettroni delocalizzati

(22) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo poco reattivo?

- A  $1s^2 2s^2 2p^2$
- B  $1s^2 2s^2$
- C  $1s^2 2s^2 2p^4$

- D  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$
- E  $1s^0 2s^1$

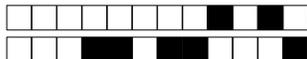
(23)



In figura viene riportato il diagramma di fase di una sostanza pura. Quale punto del diagramma corrisponde all'equilibrio tra la fase liquida e solida al punto di fusione in condizioni standard?

- A D
- B B
- C A

- D C
- E E



(24) Se la temperatura di una soluzione acquosa di NaCl viene aumentata da 20 °C a 90 °C quale delle seguenti affermazioni risulta vera?

- A La frazione molare del soluto aumenta.       D La molarità della soluzione resta invariata.  
 B La molalità della soluzione resta invariata.       E La densità della soluzione resta invariata.  
 C La frazione molare del soluto diminuisce.

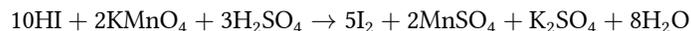
(25) In quali delle seguenti condizioni si può sciogliere la maggiore quantità di O<sub>2</sub>(g) in H<sub>2</sub>O(l)?

- A Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 5,0 atm e Temperatura 80 °C       D Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 1,0 atm e Temperatura 20 °C  
 B Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 5,0 atm e Temperatura 20 °C       E Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 0,5 atm e Temperatura 20 °C  
 C Pressione di O<sub>2</sub>(g) su H<sub>2</sub>O(l) 1,0 atm e Temperatura 80 °C

(26) Quale delle seguenti configurazioni elettroniche corrisponde ad un atomo con 4 elettroni di valenza?

- A  $1s^2 2s^2 2p^4$        D  $1s^2 2s^2 2p^2$   
 B  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$        E  $1s^2 2s^2$   
 C  $1s^0 2s^1$

(27)



Secondo la reazione riportata sopra, quante moli di HI sono necessarie per produrre 2,5 moli di I<sub>2</sub> partendo da 4,0 moli di KMnO<sub>4</sub> e 3,0 moli di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?

- A 2,5       D 10  
 B 8,0       E 20  
 C 5,0

(28) Quanti atomi sono contenuti in 36 g di acqua pura?

- A  $3,6 \times 10^{24}$        D  $6,0 \times 10^{23}$   
 B  $1,8 \times 10^{24}$        E  $3,0 \times 10^{25}$   
 C  $1,2 \times 10^{24}$



(29) 1,0 l di una soluzione acquosa contengono 0,10 mol di NaCl e 0,10 mol di CaCl<sub>2</sub>. Qual è il minimo numero di moli di AgNO<sub>3</sub> da aggiungere alla soluzione per far precipitare tutto il Cl<sup>-</sup> come AgCl(s)? (Si assuma che AgCl è completamente insolubile.)

- A 0,60 mol  
 B 0,20 mol  
 C 0,30 mol

- D 0,40 mol  
 E 0,10 mol

(30) Data una soluzione contenente il 5% in massa di saccarosio, quale informazione è necessaria per calcolare la molarità della soluzione?

- I la densità dell'acqua  
II la densità della soluzione  
III la massa molare del saccarosio

- A II  
 B I  
 C I e II

- D II e III  
 E II

(31)

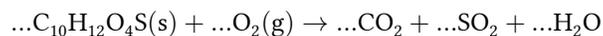


In un sistema chimico viene raggiunto l'equilibrio descritto sopra. Nell'ambiente di reazione viene quindi aggiunto dell'O<sub>2</sub>(g) a temperatura costante. Dopo che l'equilibrio viene ristabilito quale delle seguenti grandezze ha un valore minore rispetto a quello dell'equilibrio originale?

- A  $K_{eq}$   
 B La quantità di SO<sub>2</sub>(g) nel recipiente

- C La quantità di SO<sub>3</sub>(g) nel recipiente  
 D La pressione totale del recipiente  
 E La quantità di O<sub>2</sub>(g) nel recipiente

(32)



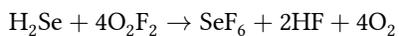
Quando l'equazione riportata sopra viene bilanciata usando i coefficienti interi più piccoli, il coefficiente di O<sub>2</sub>(g) è

- A 14  
 B 6  
 C 12

- D 7  
 E 28



(33)

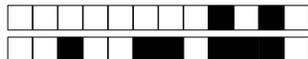


Quali delle seguenti affermazioni risulta vera per la reazione rappresentata sopra?

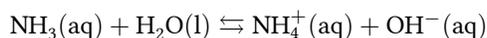
- A È una reazione di disproporzionamento per F.       D Il numero di ossidazione di O non cambia.  
 B Il numero di ossidazione di H cambia da -1 a +1.       E Il numero di ossidazione di F cambia da +1 a -1.  
 C Il numero di ossidazione di Se cambia da -2 a +6.

**STOP**

Se hai finito questa sezione prima del tempo massimo ricontrolla il lavoro svolto. Non procedere alla sezione successiva finché non si è avvisati dal docente e/o responsabile.

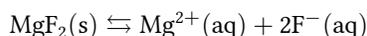


**Parte II**  
**Domande a risposta libera**

**Problema 1**

In soluzione acquosa l'ammoniaca reagisce come riportato sopra. In una soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3(\text{aq})$  a 25 °C la concentrazione,  $[\text{OH}^-]$ , è  $5,64 \times 10^{-4}\text{M}$ .

- Scrivere la costante di equilibrio per la reazione rappresentata sopra.
- Determinare il pH della soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- Determinare il valore della costante basica  $K_b$  di  $\text{NH}_3$
- Determinare la percentuale di  $\text{NH}_3$  ionizzata nella soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$
- In un esperimento 20,0 ml di soluzione 0,0180 M di  $\text{NH}_3$  sono titolati in una beuta fino al punto di equivalenza ed oltre utilizzando una soluzione 0,0120 M di HCl
  - Determinare il volume di soluzione di HCl 0,0120 M necessario per raggiungere in punto equivalente
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 15,0 ml di HCl 0,0120 M
  - Determinare il pH della soluzione contenuta nella beuta sono che sono stati aggiunti 40,0 ml di HCl 0,0120 M

**Problema 2**

In una soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C la concentrazione di  $\text{Mg}^{2+}$  è  $1,21 \times 10^{-3}$  molare. L'equilibrio è rappresentato dall'equazione scritta sopra.

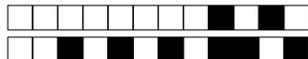
- Scrivere l'espressione per il prodotto di solubilità,  $K_{ps}$ , e calcolare il suo valore a 18 °C .
- Calcolare la concentrazione di equilibrio di  $\text{Mg}^{2+}$  in 1,000 litri di soluzione satura di  $\text{MgF}_2$  a 18 °C alla quale vengono aggiunte 0,100 moli di KF. Il KF si scioglie completamente. Trascurare le variazioni di volume.
- Predire se si forma un precipitato di  $\text{MgF}_2$  quando 100,0 ml di una soluzione  $3,00 \times 10^{-3}$  molare di  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  vengono mescolati con 200,0 ml di soluzione  $2,00 \times 10^{-3}$  molare di NaF a 18 °C . Indicare chiaramente i calcoli alla base della predizione.

**Problema 3**

Data la reazione chimica:



- Identificare gli agenti riducenti e quelli ossidanti.



+10/10/45+

- Indicare il numero di elettroni coinvolto nei processi di ossidazione e riduzione.
- Bilanciare la reazione con il metodo delle semireazioni sapendo che questa avviene in ambiente acido (scrivere esplicitamente le due semireazioni).
- Determinare il numero di moli di solfuro di ferro necessarie per ottenere 2,5 moli di  $\text{MnO}_2$  in un eccesso di permanganato.

# Tavola Periodica degli Elementi

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	IA	2	IIA	3	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	IB	IB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
2	1.01	4.00	6.94	9.01	10.811	12.01	14.00	16.00	18.99	20.18	22.99	24.31	26.98	28.09	30.9738	32.066	35.45	39.95
3	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
4	39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.546	65.39	69.72	72.61	74.92	78.96	79.90	83.80
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
5	85.47	87.62	88.91	91.22	92.9064	95.94	(98)	101.07	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.75	127.60	126.90	131.30
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
6	Cs	Ba	*La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
6	132.91	137.33	138.91	178.49	180.95	183.85	186.21	190.2	192.22	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	(209)	(210)	(222)
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109									
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
7	(223)	(223)	(227)	(261)	(262)	(263)	(264)	(265)	(268)									

Z  
Simbolo  
massa

Lantanidi

Attinidi

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.12	140.91	144.24	(145)	150.36	151.97	157.25	158.93	162.50	164.930	167.26	168.93	173.04	174.97
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mn	No	Lr
232	231	238	237	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)



**Costanti e simboli**

$N_A = 6,022 \times 10^{23}$  (numero di Avogadro)  
 $R = 0,08206 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$   
(costante dei gas perfetti)  
 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  (costante di Faraday)  
 $p$  pressione  
 $V$  volume  
 $T$  temperatura  
 $K_a$  costante di dissociazione di un acido debole  
 $K_b$  costante di dissociazione di una base debole  
 $G$  energia libera  
 $H$  entalpia  
 $S$  entropia  
 $G^\circ$  energia libera standard  
 $H^\circ$  entalpia standard  
 $S^\circ$  entropia standard  
 $Q$  quoziente di reazione  
 $n$  numero di moli  
 $M$  molarità  
 $m$  molalità  
 $X_A$  frazione molare di A  
 $K_c$  costante crioscopica  
 $K_{eb}$  costante ebullioscopica  
 $i$  coefficient di van't Hoff  
 $\pi$  pressione osmotica

**Gas, liquidi e soluzioni**

$$pV = nRT$$
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
$$p_A = P_{tot} \cdot X_A, \quad X_A = \frac{\text{moli di A}}{\text{moli totali}}$$
$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$
$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$
$$\Delta T_c = iK_c \times m$$

$$\Delta T_{eb} = iK_{eb} \times m$$

$$\pi = i \frac{nRT}{V}$$

**Equilibrio**

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$K_b = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$

$$pH = -\log[H^+]; \quad pOH = -\log[OH^-]$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$pH = pK_b + \log \frac{[HB^+]}{[B]}$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

**Termochimica**

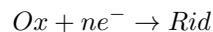
$$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -2,303RT \log K$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

**Reazioni di ossidoriduzione, elettrochimica**

$$Q = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

$$\Delta E = \Delta E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln Q$$



$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Rid]}$$



### Foglio di risposte

Matricola:

0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

#### Istruzioni

Annerire completamente i riquadri a sinistra con le cifre del numero di matricola (una cifra per colonna).

Per ciascuna delle domande, annerire completamente nella parte sottostante, il riquadro corrispondente alla risposta data. Usare un pennarello nero, colorando tutto l'interno di ciascun riquadro. Non sono ammesse correzioni.

Cognome: ..... Nome: ..... Firma: .....

Segnare le risposte alle domande a scelta multipla.

(1)	A	B	C	D	E
(2)	A	B	C	D	E
(3)	A	B	C	D	E
(4)	A	B	C	D	E
(5)	A	B	C	D	E
(6)	A	B	C	D	E
(7)	A	B	C	D	E
(8)	A	B	C	D	E
(9)	A	B	C	D	E
(10)	A	B	C	D	E
(11)	A	B	C	D	E

(12)	A	B	C	D	E
(13)	A	B	C	D	E
(14)	A	B	C	D	E
(15)	A	B	C	D	E
(16)	A	B	C	D	E
(17)	A	B	C	D	E
(18)	A	B	C	D	E
(19)	A	B	C	D	E
(20)	A	B	C	D	E
(21)	A	B	C	D	E
(22)	A	B	C	D	E

(23)	A	B	C	D	E
(24)	A	B	C	D	E
(25)	A	B	C	D	E
(26)	A	B	C	D	E
(27)	A	B	C	D	E
(28)	A	B	C	D	E
(29)	A	B	C	D	E
(30)	A	B	C	D	E
(31)	A	B	C	D	E
(32)	A	B	C	D	E
(33)	A	B	C	D	E



+10/14/41+