

**CHEMISTRY.  
OLYMPIAD.CH**

CHEMIE-OLYMPIADE  
OLYMPIADES DE CHIMIE  
OLIMPIADI DELLA CHIMICA

**SwissChO 2023 - Esame centrale**

**CONSEGNE**

- Scrivere il nome e il numero della pagina su ogni foglio.
- Il tempo a disposizione è di 3 ore. Aspetta il segnale di **START** per incominciare il esame.
- Utilizza un foglio per ogni problema.
- Scrivere tutti i passaggi di tutti i calcoli ordinatamente e in modo leggibile.
- Alla fine dell'esame riponi tutti i fogli nella busta allegata. NON chiudere la busta con la colla.
- L'esame termina immediatamente quando viene dato il segnale di **STOP**.
- Puoi lasciare il tuo posto solo dopo aver chiesto il permesso.
- **Solo le risposte che figurano nei fogli di risposta** saranno prese in considerazione.
- L'esame è costituito da 20 pagine.

**Viel Erfolg!**  
**Bonne chance!**  
**Buona fortuna!**  
**Good luck!**

# CONSTANTI E FORMULE

Costante di Avogadro	$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Legge dei gas ideale	$pV = nRT$
Costante dei gas	$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	Energia libera di Gibbs	$G = H - TS$
Costante Faraday	$F = 96\,485 \text{ C mol}^{-1}$	$\Delta_r G^0 = -RT \cdot \ln(K) = -nFE_{\text{cella}}^0$	
Costante di Planck	$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$	Equazione di Nernst	$E = E^0 + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln \left( \frac{c_{\text{oss}}}{c_{\text{red}}} \right)$
Velocità della luce	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$	Energia di un fotone	$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$
Temperatura	$0^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}$	Legge di Lambert-Beer	$A = \log \left( \frac{I_0}{I} \right) = \epsilon \cdot c \cdot L$

Per i calcoli che concernono delle costanti di equilibrio, tutte le concentrazioni si riferiscono alla concentrazione standard  $1 \text{ mol dm}^{-3} = 1 \text{ mol L}^{-1}$ . Se non esplicitato nell'esercizio, considera tutti i gas come gas ideali.

Tavola periodica degli elementi

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01																9 F 19.00
11 Na 22.99	12 Mg 24.31																17 Cl 35.45
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc [98]	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [212]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 Ac [227]	104 Rf [267]	105 Db [268]	106 Sg [269]	107 Bh [270]	108 Hs [270]	109 Mt [278]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Nh [286]	114 Fl [289]	115 Mc [290]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]
57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 140.24	61 Pm [145]	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97			
89 Ac [227]	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [266]			

## FOGLIO DEL PUNTEGGIO

## NON DEVE ESSERE COMPILATA DAI PARTECIPANTI

Nome del partecipante: \_\_\_\_\_

Task	Title	Maximum Points	Achieved Points
1	Tendenze periodiche	12.0	
2	Legame chimico	10.0	
3	Stechiometria	10.0	
4	I gas	10.0	
5	Equilibrio chimico	10.0	
6	La termochimica	10.0	
7	Cinetica chimica	10.0	
8	Idi e basi	10.0	
9	Redox	10.0	
10	Elettrochimica	10.0	
11	Solubilità	10.0	
12	Chimica organica	10.0	
<b>Total</b>		122.0	

**DOMANDA 1 - TENDENZE PERIODICHE****12.0 POINTS**

La tavola periodica è spesso considerata la "migliore amica" dei chimici e degli studenti di chimica. Include informazioni sulle masse atomiche e sui simboli degli elementi, ma può anche essere utilizzata per fare previsioni su dimensioni atomiche, elettronegatività, energie di ionizzazione, legame, solubilità e reattività.

**1.1** Considera i dati nella pagina seguente, Modello 1 (Model 1):

- a) Ogni elemento ha tre numeri elencati sotto di sé. Quale valore tra il 1°, il 2° e il 3° dall'alto rappresenta il raggio atomico?
- b) Quali sono le unità di misura del raggio atomico?
- c) Definisci con una frase completa la definizione del raggio atomico. Nota: non puoi usare la parola "raggio" nella definizione.



























**1.2** In generale, qual è l'andamento del raggio atomico scendendo di gruppo nel Modello 1? Supporta la tua risposta con un esempio tratto da un gruppo.

**1.3** Utilizzando la tua conoscenza sull'attrazione di Coulomb e sulla struttura dell'atomo, spiega l'andamento del raggio atomico che hai identificato nella domanda 1.2. Suggerimento: dovresti parlare di una variazione della distanza tra il nucleo e il guscio esterno di elettroni o di una variazione del numero di protoni nel nucleo.

**1.4** In generale, qual è l'andamento del raggio atomico man mano che si attraversa un periodo (da sinistra a destra) nel Modello 1? Supporta la tua risposta con un esempio.

**1.5** 5. Utilizzando le vostre conoscenze sull'attrazione di Coulomb e sulla struttura dell'atomo, spiegate l'andamento del raggio atomico che hai identificato nella domanda 1.4.

Model 1 – Main Group Elements

1 H 							2 He 
37							31
1312							2372
2.1							N/A
3 Li 	4 Be 	5 B 	6 C 	7 N 	8 O 	9 F 	10 Ne 
152	112	83	77	71	66	71	70
520	900	801	1086	1402	1314	1681	2081
1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	N/A
11 Na 	12 Mg 	13 Al 	14 Si 	15 P 	16 S 	17 Cl 	18 Ar 
186	160	143	117	115	104	99	98
496	738	578	786	1011	1000	1251	1521
0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0	N/A
19 K 	20 Ca 	31 Ga 	32 Ge 	33 As 	34 Se 	35 Br 	36 Kr 
227	197	122	123	125	117	114	112
404	550	558	709	834	869	1008	1170
0.8	1.0	1.7	1.8	1.9	2.1	2.5	N/A

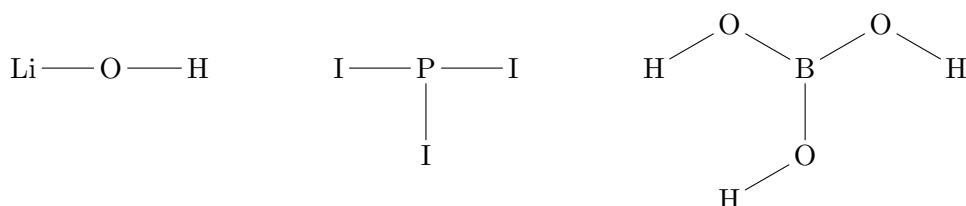
Atomic Number  
Element Symbol  
Electron Shell Diagram  
Atomic Radius (pm)  
1st Ionization Energy (kJ/mol)  
Electronegativity

*Note: The transition elements and f-block elements have been removed from the periodic table here to ease the analysis of the trends.*

## DOMANDA 2 - LEGAME CHIMICO

10 POINTS

2.1 Ecco una serie di formule sviluppate:

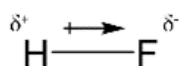


- Correggi le rappresentazioni di legami sbagliati sulle molecole o sui sali qui sopra (non dovete tenere conto degli errori sterici).
- Se applicabile, disegna le coppie di elettroni mancanti.
- Nomina tutti i tipi di legame e giustificate la tua risposta
- Indica tutte le cariche, se necessario modifica il formalismo dei legami.

2.2 Fill in the table below appropriately.

Formula	Struttura di Lewis	VSEPR (molecla 3D)	Vettori del momento dipolare	Principale forza intermolecolare
CH <sub>3</sub> Cl				
H <sub>2</sub> O				
SO <sub>3</sub>				

Esempio de vettori del momento dipolare:





**DOMANDA 3 - STECHIOMETRIA****10 POINTS**

Il cloruro di calcio può essere prodotto per attacco calcico usando acido cloridrico con una percentuale di massa del 36.0% e una densità di 1.18 g/mL.

Consideriamo un campione di calcare in cui la percentuale di massa di carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) è pari al 98.0%.

**3.1** Calcola la massa di calcare (in chilogrammi) e il volume di acido cloridrico (in litri) necessari per produrre 400,0 L di soluzione di cloruro di calcio di massa percentuale 35.0% ( $\rho = 1.338 \text{ g/mL}$  a  $20^\circ\text{C}$ ) assumendo che la reazione sia completa in condizioni stechiometriche.

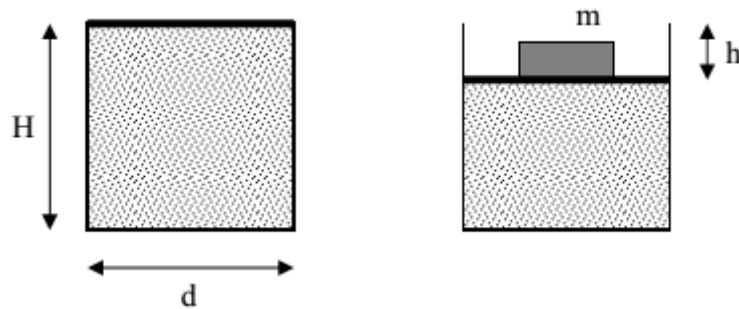
**3.2** Quale volume di anidride carbonica verrà rilasciato alla temperatura di  $20^\circ\text{C}$  e alla pressione di 1.00 bar?

## DOMANDA 4 - I GAS

10 POINTS

Un **cilindro** di diametro  $d = 25$  cm e altezza  $H = 35$  cm è chiuso all'estremità superiore, da un pistone di massa e spessore trascurabili. All'interno del cilindro si trova un gas ideale.

Un oggetto viene delicatamente appoggiato sul pistone, che affonda di  $h = 5$  cm.

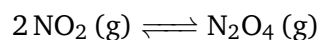


4.1 Supponendo che la temperatura del sistema ( $T = 27^\circ\text{C}$ ) rimanga invariata e che la pressione atmosferica sia quella normale, calcola la massa  $m$  dell'oggetto.

4.2 Senza rimuovere l'oggetto, vogliamo riportare il pistone nella sua posizione iniziale. Per fare ciò, il gas nel cilindro viene riscaldato. A quale temperatura (in  $^\circ\text{C}$ ) deve essere portato?

**DOMANDA 5 - EQUILIBRIO CHIMICO****10 POINTS**

Il gas  $\text{NO}_2$  è un inquinante atmosferico. A seconda delle condizioni può esistere nell'aria in equilibrio con il suo dimero  $\text{N}_2\text{O}_4$  secondo l'equazione seguente:

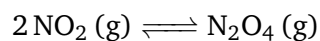


A temperatura e pressione normali, 3.35 mol di  $\text{N}_2\text{O}_4$  sono introdotte in un container di 50.00 L. Una volta che l'equilibrio è raggiunto (con  $\text{NO}_2$ ) una concentrazione di 0.0643 M di  $\text{N}_2\text{O}_4$  viene misurata.

**5.1** Qual è la  $K_c$  dell'equilibrio qui sopra (reazione diretta)?

**5.2** Quali sono i possibili modi per spostare questo equilibrio verso  $\text{N}_2\text{O}_4$ ? Ogni proposta deve essere giustificata per essere convalidata.

**5.3** Quale è la  $K_c$  per l'equilibrio sotto (indirect reaction)?



## DOMANDA 6 - LA TERMOCHIMICA

10 POINTS

Quando l'alluminio viene aggiunto all'ossido di ferro (III), si formano ferro metallico e ossido di alluminio.

6.1 Scrivi l'equazione di reazione e bilanciala.

6.2 Questa reazione è eso o endotermica? Schematizza il digramma energetico della reazione.

6.3 Questa reazione è spontanea a 25°C? Giustifica la tua risposta con un calcolo.

6.4 A quale temperatura la reazione diventa spontanea?

6.5 Come si chiama questa miscela di alluminio e ossido di ferro vista nella serie "Breaking Bad"?






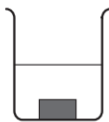
6.6 Per quale operazione nella "vita quotidiana" utilizziamo questa reazione?

Thermochemical tables			
Substance	$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)	$\Delta G_f^\circ$ (kJ/mol)	$S^\circ$ (J/mol K)
Al(s)	0.0	0.0	28.3
Al(g)	330.0	289.4	164.6
AlCl <sub>3</sub> (s)	-704.2	-628.8	109.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	-1675.7	-1582.3	50.9
Fe(s)	0.0	0.0	27.3
Fe(g)	416.3	370.7	180.5
Fe <sup>2+</sup> (aq)	-89.1	-78.9	-137.7
Fe <sup>3+</sup> (aq)	-48.5	-4.7	-315.9
FeCl <sub>2</sub> (s)	-341.8	-302.3	118.0
FeCl <sub>3</sub> (s)	-399.5	-334.0	142.3
FeO(s)	-272.0	-251.4	60.7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	-824.2	-742.2	87.4
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (s)	-1118.4	-1015.4	146.4
FeS <sub>2</sub> (s)	-178.2	-166.9	52.9
FeCO <sub>3</sub> (s)	-740.6	-666.7	92.9
NO <sub>2</sub> (g)	33.05	51.84	239.74
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (g)	9.67	98.28	304.30

## DOMANDA 7 - CINETICA CHIMICA

10 POINTS

7.1 Uno studente sta analizzando la velocità di reazione della dissoluzione del gesso in acido cloridrico.

<div data-bbox="375 369 411 405">A</div>  <p>lump 0.5 mol/l 20 °C</p>	<div data-bbox="662 369 699 405">B</div>  <p>lump 1 mol/l 25 °C</p>	<div data-bbox="949 369 986 405">C</div>  <p>lump 1 mol/l 30 °C</p>
<div data-bbox="375 616 411 651">D</div>  <p>powder 1 mol/l 30 °C</p>	<div data-bbox="662 616 699 651">E</div>  <p>powder 0.5 mol/l 25 °C</p>	<div data-bbox="949 616 986 651">F</div>  <p>lump 0.5 mol/l 25 °C</p>

- a) Identifica tre esperimenti, tra i 6 qui sopra, che possono essere confrontati per mostrare l'effetto della concentrazione sulla velocità di reazione. Giustifica.
- b) Identifica l'esperimento che avrà la maggiore velocità di reazione e spiegate il motivo.

7.2 Si analizza la cinetica della seguente reazione:  $\text{CCl}_3\text{COOH (aq)} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{CHCl}_3$  a 70°C. Vengono misurate le seguenti concentrazioni del reagente in funzione del tempo:

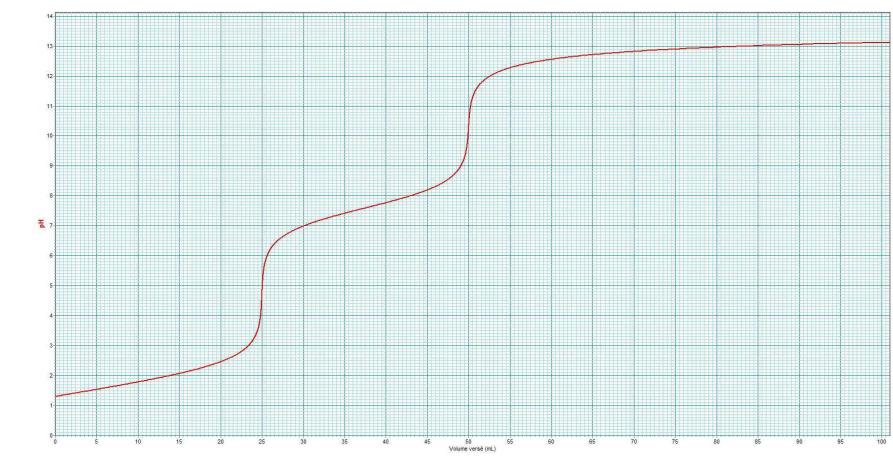
t/h	$[\text{CCl}_3\text{COOH}] / \text{mol L}^{-1}$
0.00	0.1000
1.00	0.09403
2.00	0.08842
3.00	0.08314
4.00	0.07817
5.00	0.07351

Qual è l'ordine della reazione e il valore della costante di velocità k?

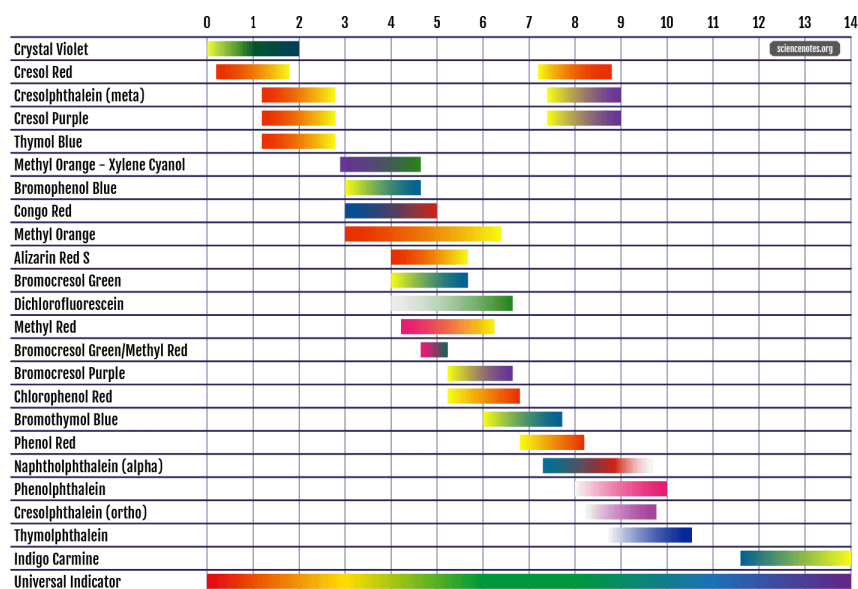
## DOMANDA 8 - IDI E BASI

10 POINTS

Nell'armadietto degli acidi del vostro laboratorio trovate una fiala non etichettata. Decidete di determinare di che tipo di acido si tratta eseguendo una titolazione. Prendete 0.82 g dell'acido sconosciuto e lo sciogliete in 50 mL di acqua deionizzata. Si titola quindi la soluzione con NaOH 0.4 M e si ottiene la seguente curva:



- Determina di quale acido si tratta.
- Scrivete le prime due equazioni della reazione di idrolisi.
- Se non avete accesso a un pH-metro, quale miscela di indicatori colorati potreste usare per determinare i due punti di equivalenza? Di che colore sarà la soluzione durante tutta la titolazione quando si utilizza questa miscela?



Acid	HA	A <sup>-</sup>	Ka	pKa
Iodic	HIO <sub>3</sub>	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.6 x 10 <sup>-1</sup>	0.80
Oxalic (1)	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	HC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>-</sup>	5.9 x 10 <sup>-2</sup>	1.23
Sulfurous (1)	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.54 x 10 <sup>-2</sup>	1.81
Sulfuric (2)	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1.2 x 10 <sup>-2</sup>	1.92
Chlorous	HClO <sub>2</sub>	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1.1 x 10 <sup>-2</sup>	1.96
Phosphoric (1)	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	7.52 x 10 <sup>-3</sup>	2.12
Arsenic (1)	H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	5.0 x 10 <sup>-3</sup>	2.30
Chloroacetic	CH <sub>2</sub> ClCOOH	CH <sub>2</sub> ClCOO <sup>-</sup>	1.4 x 10 <sup>-3</sup>	2.85
Citric (1)	H <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub>	H <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> <sup>-</sup>	8.4 x 10 <sup>-4</sup>	3.08
Hydrofluoric	HF	F <sup>-</sup>	7.2 x 10 <sup>-4</sup>	3.14
Nitrous	HNO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	4.0 x 10 <sup>-4</sup>	3.39
Formic	HCOOH	HCOO <sup>-</sup>	1.77 x 10 <sup>-4</sup>	3.75
Lactic	HCH <sub>3</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.38 x 10 <sup>-4</sup>	3.86
Ascorbic (1)	H <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub>	HC <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> <sup>-</sup>	7.9 x 10 <sup>-5</sup>	4.10
Benzoic	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COO <sup>-</sup>	6.46 x 10 <sup>-5</sup>	4.19
Oxalic (2)	HC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>-</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6.4 x 10 <sup>-5</sup>	4.19
Hydrazoic	HN <sub>3</sub>	N <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.9 x 10 <sup>-5</sup>	4.72
Citric (2)	H <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> <sup>-</sup>	HC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	1.8 x 10 <sup>-5</sup>	4.74
Acetic	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	1.76 x 10 <sup>-5</sup>	4.75
Propionic	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COO <sup>-</sup>	1.34 x 10 <sup>-5</sup>	4.87
Pyridinium ion	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> NH <sup>+</sup>	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N	5.6 x 10 <sup>-6</sup>	5.25
Citric (3)	HC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> <sup>3-</sup>	4.0 x 10 <sup>-6</sup>	5.40
Carbonic (1)	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4.3 x 10 <sup>-7</sup>	6.37
Sulfurous (2)	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1.02 x 10 <sup>-7</sup>	6.91
Arsenic (2)	H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	8/9.3 x 10 <sup>-8</sup>	7.10/7.03
Hydrosulfuric	H <sub>2</sub> S	HS <sup>-</sup>	1.0 x 10 <sup>-7</sup> / 9.1 x 10 <sup>-8</sup>	7/7.04
Phosphoric (2)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6.23 x 10 <sup>-8</sup>	7.21
Hypochlorous	HClO	ClO <sup>-</sup>	3.5/3.0 x 10 <sup>-8</sup>	7.46/7.53
Hypobromous	HBrO	BrO <sup>-</sup>	2.0 x 10 <sup>-9</sup>	8.70
Hydrocyanic	HCN	CN <sup>-</sup>	6.17 x 10 <sup>-10</sup>	9.21
Boric (1)	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5.8 x 10 <sup>-10</sup>	9.23
Ammonium ion	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>	5.6 x 10 <sup>-10</sup>	9.25
Phenol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sup>-</sup>	1.6 x 10 <sup>-10</sup>	9.80
Carbonic (2)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	4.8 x 10 <sup>-11</sup>	10.32
Hypoiodous	HIO	IO <sup>-</sup>	2.0 x 10 <sup>-11</sup>	10.70
Arsenic (3)	HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	6.0 x 10 <sup>-10</sup> / 3.0 x 10 <sup>-12</sup>	9.22/11.53
Hydrogen peroxide	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	HO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	2.4 x 10 <sup>-12</sup>	11.62
Ascorbic (2)	HC <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> <sup>-</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup>	1.6 x 10 <sup>-12</sup>	11.80
Phosphoric (3)	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	4.8/2.2 x 10 <sup>-13</sup>	12.32/12.66

**DOMANDA 9 - REDOX****10 POINTS**

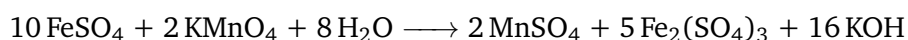
Per determinare il ferro in soluzione sotto forma di ioni ferrosi ( $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ ), è possibile titolarli in ambiente acido (contenente  $\text{H}^+$ ) facendoli reagire con una soluzione acida di permanganato ( $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ ) con concentrazione nota.

**9.1** Determina la semi-equazione di ossidazione.

**9.2** Determina la semi-equazione di riduzione.

**9.3** Scrivere e bilanciare l'equazione redox globale.

Soluzione: Se non avete trovato l'equazione di equilibrio globale, potete usare l'equazione della titolazione in mezzo neutro per il resto dell'esercizio:



È necessario determinare il contenuto di solfato di ferro II di un campione. A questo scopo, 1.00 g di  $\text{FeSO}_4$  viene sciolto in acqua e la soluzione viene acidificata.

La soluzione ottenuta viene titolata aggiungendo goccia a goccia una soluzione di permanganato 0.025 M fino a quando, dopo l'aggiunta di 24.5 mL, compare un colore viola persistente (a causa dell'eccesso di  $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ ).

**9.4** Calcola in grammi la massa di  $\text{FeSO}_4$  contenuta nel campione.

**9.5** Calcolare il contenuto di massa di  $\text{FeSO}_4$  (in %) in questo campione.



**DOMANDA 10 - ELETTROCHIMICA****10 POINTS**

Da veri jetsetter quali siete, partite per un fine settimana con il vostro yacht privato per fare una piccola crociera nel Mediterraneo. Sfortunatamente, la vostra imbarcazione urta alcuni scogli durante una tempesta e si incaglia su una spiaggia sconosciuta e vuota. Al risveglio, vi guardate intorno per vedere se avete qualcosa che possa aiutarvi a uscire da questa situazione. Trovate il vostro cellulare e il suo cavo di alimentazione, ma purtroppo la batteria è scarica. Guardandosi intorno sulla spiaggia, ci si rende conto di avere accesso ai seguenti materiali:

- Lattine di alluminio
- Carbone
- Ossigeno dall'aria e acqua
- Acqua di mare
- Materiale dei tuoi vestiti

Supponendo che siano necessari circa 12 V per accendere il telefono ed effettuare una chiamata di aiuto, spiegate come fareste. Prepara degli schemi per aiutarti. Per semplificare la vita, considerate che stiamo lavorando in condizioni standard e non acide!

**10.1** Disegnare uno schema etichettato di un dispositivo che consenta la produzione di 12 V secondo gli standard dell'elettrochimica.

Nel diagramma devono comparire le seguenti informazioni:

- I poli negativi e positivi
- L'anodo e il catodo
- La direzione delle semi-reazioni
- Le direzioni degli ioni nel ponte salino
- La direzione del movimento degli elettroni e della corrente elettrica.

**10.2** Indica entrambe le semi-reazioni e la reazione complessiva.

**10.3** Calcola la differenza di potenziale standard del dispositivo disegnato.

TABLE 18.1 Standard Reduction Potentials at 25°C

page 775

Reduction Half-Reaction	$E^\circ$ (V)
$F_2(g) + 2 e^- \longrightarrow 2 F^-(aq)$	2.87
$H_2O_2(aq) + 2 H^+(aq) + 2 e^- \longrightarrow 2 H_2O(l)$	1.78
$MnO_4^-(aq) + 8 H^+(aq) + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 4 H_2O(l)$	1.51
$Cl_2(g) + 2 e^- \longrightarrow 2 Cl^-(aq)$	1.36
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14 H^+(aq) + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+}(aq) + 7 H_2O(l)$	1.33
$O_2(g) + 4 H^+(aq) + 4 e^- \longrightarrow 2 H_2O(l)$	1.23
$Br_2(l) + 2 e^- \longrightarrow 2 Br^-(aq)$	1.09
$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$	0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Fe^{2+}(aq)$	0.77
$O_2(g) + 2 H^+(aq) + 2 e^- \longrightarrow H_2O_2(aq)$	0.70
$I_2(s) + 2 e^- \longrightarrow 2 I^-(aq)$	0.54
$O_2(g) + 2 H_2O(l) + 4 e^- \longrightarrow 4 OH^-(aq)$	0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Cu(s)$	0.34
$Sn^{4+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Sn^{2+}(aq)$	0.15
$2 H^+(aq) + 2 e^- \longrightarrow H_2(g)$	0
$Pb^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Pb(s)$	-0.13
$Ni^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Ni(s)$	-0.26
$Cd^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Cd(s)$	-0.40
$Fe^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Fe(s)$	-0.45
$Zn^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Zn(s)$	-0.76
$2 H_2O(l) + 2 e^- \longrightarrow H_2(g) + 2 OH^-(aq)$	-0.83
$Al^{3+}(aq) + 3 e^- \longrightarrow Al(s)$	-1.66
$Mg^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Mg(s)$	-2.37
$Na^+(aq) + e^- \longrightarrow Na(s)$	-2.71
$Li^+(aq) + e^- \longrightarrow Li(s)$	-3.04

Stronger oxidizing agent (indicated by a red arrow pointing up on the left)

Weaker oxidizing agent (indicated by a red arrow pointing down on the left)

Weaker reducing agent (indicated by a blue arrow pointing up on the right)

Stronger reducing agent (indicated by a blue arrow pointing down on the right)

**DOMANDA 11 - SOLUBILITÀ****10 POINTS**

La litiasi urinaria (o renale) è una condizione caratterizzata dalla formazione di piccoli accumuli cristallini chiamati "calcoli renali".

Questi "calcoli" (vedi foto a lato) sono costituiti principalmente da cristalli di ossalato di calcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ).

Sapendo che il valore  $K_s$  di questo sale è  $2.3 \cdot 10^{-9} \text{ M}^2$ :

**11.1** Scrivere l'espressione del prodotto ionico delle specie in soluzione.

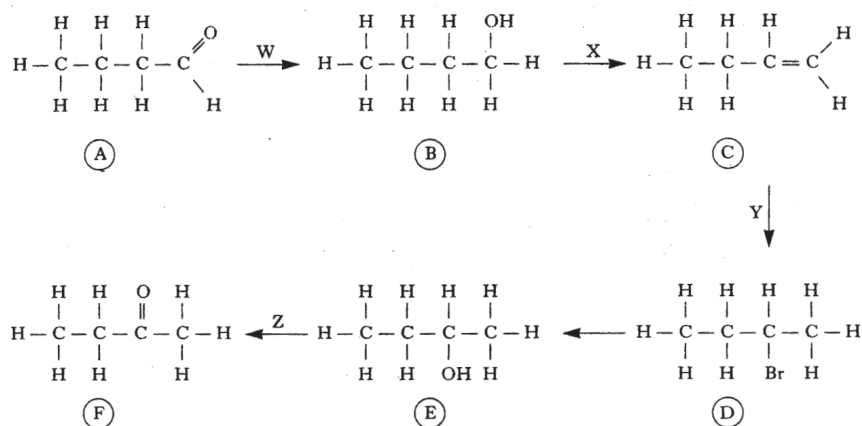
**11.2** Determinare il volume minimo di soluzione acquosa necessario per solubilizzare un calcolo renale di  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  puro del peso di 768 mg.

**11.3** Nel campione di urina di un paziente viene misurata una concentrazione di  $2.5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$  di ioni ossalato ( $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ) e  $5.0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  di ioni calcio. ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Esiste il rischio di precipitazione di un calcolo renale in questo paziente? La risposta deve essere giustificata con tutti i calcoli necessari.

## DOMANDA 12 - CHIMICA ORGANICA

10 POINTS

Uno studente ha progettato la seguente sequenza di reazioni:



12.1 Suggerisci un reagente adatto per effettuare la:

- Reazione W
- Reazione Y

12.2 Che tipo di reazione avviene alla:

- Reazione X
- Reazione Z

12.3 Indica l'altro prodotto che probabilmente si formerà nella reazione Y.

12.4 Indica un reagente che potrebbe essere utilizzato per distinguere tra A e F.

12.5 Perché C non presenta isomeri geometrici nonostante la presenza di un doppio legame carbonio-carbonio?

12.6 Quali dei composti A-F presentano isomeri ottici?

12.7 Indica il nome IUPAC del composto B.