

CHEMISTRY. OLYMPIAD.CH

CHEMIE-OLYMPIADE
OLYMPIADES DE CHIMIE
OLIMPIADI DELLA CHIMICA

SwissChO 2022 - 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	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31															17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
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	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	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: _____

Domanda	Titolo	Punti massimi	Punti raggiunti
1	Domande corte (generali e organica)	12.0	
2	Solubilità: Fluorescenza e uranina	8.0	
3	Titolazione: acido malico e maleico	10.0	
4	Termodinamica: stufa a gas	11.5	
5	Cinetica: Decadimento radioattivo in un melo	14.0	
6	Redox- & Elettrochimica: metallo sconosciuto	9.0	
7	Lambert Beer: Analisi di sali di rame	8.5	
8	Legge del gas ideale: Inizio delle montagne russe	12.0	
9	Reazioni organiche semplici	9.0	
10	Sintesi organica: sintesi dell'indaco	6.0	
Total		100.0	

DOMANDA 1 - DOMANDE CORTE (GENERALI E ORGANICA)

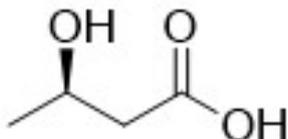
12.0 PUNTI

Per ogni domanda, scegli esattamente una risposta:

1.1 Quali dei seguenti **non** ha una configurazione elettronica di base $1s^2 2s^2 2p^6$?

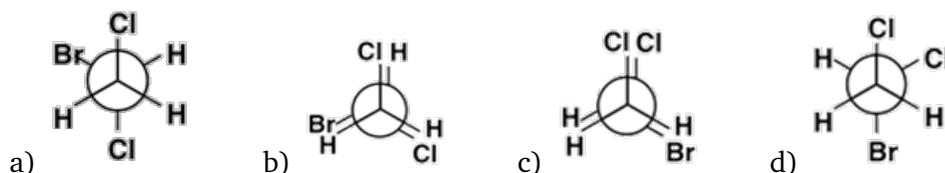
- a) Ne b) Na^+ c) Cl^- d) F^-

1.2 Quale è il corretto nome IUPAC del seguente composto?

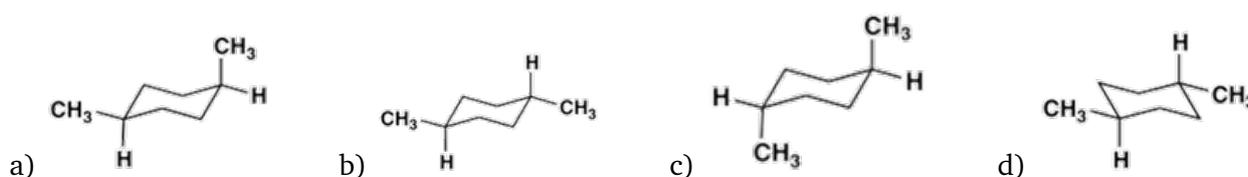
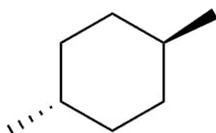


- a) acido 2-idrossibutirrico
 b) acido 3-idrossibutirrico
 c) acido 2-idrossipropanoico
 d) 1-carbossipropan-2-olo

1.3 Quale delle seguenti configurazioni è quella più stabile?



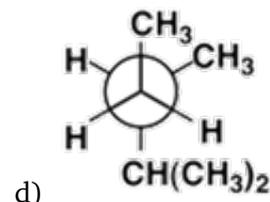
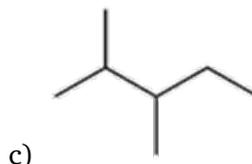
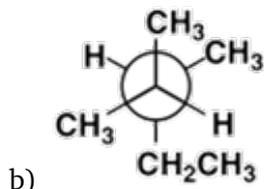
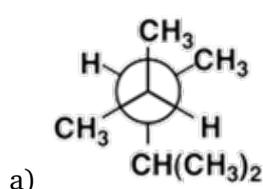
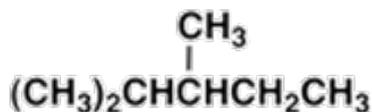
1.4 Quale struttura è differente dalla seguente?



1.5 Quale delle seguenti affermazioni riguardanti cicloalcani è errata?

- a) La forma planare di ogni cicloalcano con un anello più grande di un ciclopropano non sarà la conformazione più stabile.
 b) Ciclopentano non è planare per evitare la deformazione torsionale tra due legami C-H adiacenti.
 c) Ogni doppio sostituito cicloalcano può avere isomeri *cis-trans*.
 d) La forma meno in tensione di ogni cicloalcano non sostituito è la conformazione a sedia del cicloesano.

1.6 Quale struttura è differente dal seguente composto?



1.7 Quale delle seguenti affermazioni é falsa?

- Gli orbitali molecolari π di buta-1,3-diene sono derivati dagli orbitali atomici 2p degli atomi di carbonio e ne sono presenti quattro.
- Ogni orbitale può avere fino a due elettroni, quindi buta-1,3-diene ha otto elettroni π .
- L'insieme completo degli orbitali molecolari ottenuto dalla combinazione degli orbitali atomici include un numero di nodi aumentato.
- Alcuni orbitali non hanno alcun nodo.

1.8 Quale composto **non** presenta un sistema coniugato?

- $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{OCH}_3$
- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CN}$
- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$

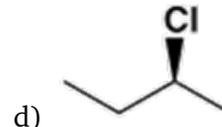
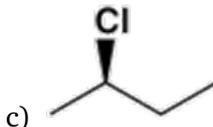
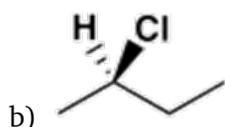
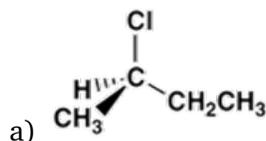
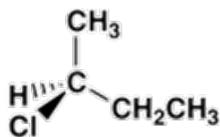
1.9 Quale acido carbossilico è il più acido?

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CO}_2\text{H}$
- $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$
- $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$

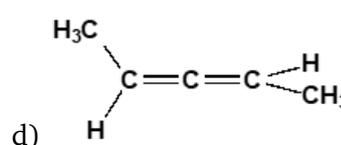
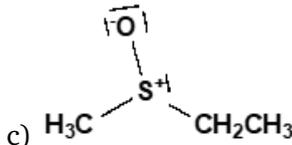
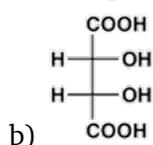
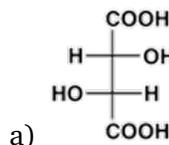
1.10 Quali delle seguenti copie **non** mostra un acido e la sua base coniugata?

- $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ e $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CO}_2^-$
- $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CO}_2\text{H}$ e $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CO}_2^-$
- $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CO}_2\text{H}$ e $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CO}_2^-$
- $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CO}_2^-$ e $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CO}_2^-$

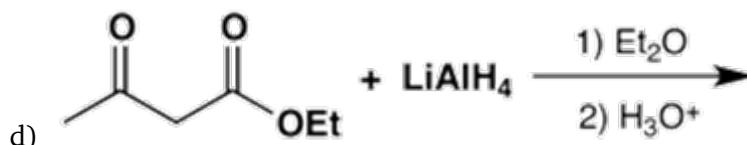
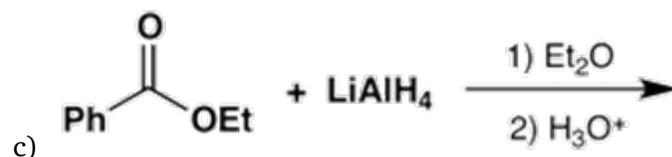
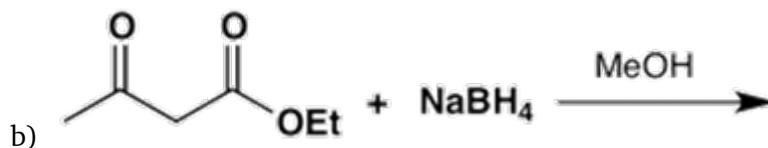
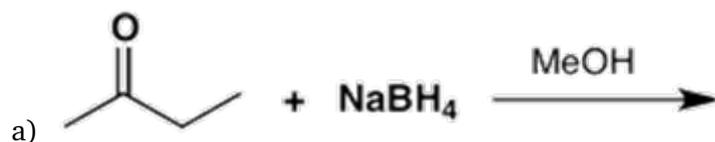
1.11 Quale struttura è uguale alla seguente?



1.12 Quale dei seguenti composti è achirale?



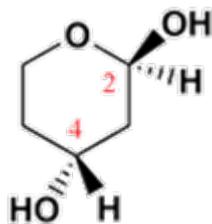
1.13 Quali delle seguenti reazioni non da un prodotto contenente uno stereocentro?



1.14 Quale dei seguenti composti **non** è analogo ad un allele anionico?

- a) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$
- b) $^-\text{CH}_2\text{CO}_2\text{Et}$
- c) $^-\text{CH}_2\text{NO}_2$
- d) $\text{CH}_3\text{OCH}=\text{CH}_2$

1.15 Quale è la chiralità corretta di C2 e C4 nella seguente molecola?



- a) 2*S*, 4*S*
- b) 2*R*, 4*R*
- c) 2*S*, 4*R*
- d) 2*R*, 4*S*

DOMANDA 2 - SOLUBILITÀ: FLUORESCENZA E URANINA**8.0 PUNTI**

In questo esercizio guarderemo la fluorescenza, ad essere più specifici al sale di sodio uranina ($C_{20}H_{10}Na_2O_5$). L'uranina è molto solubile in acqua, una soluzione satura può contenere 500 g L^{-1} .

2.1 Qual è la concentrazione di una soluzione satura di uranina in mol L^{-1} ?

2.2 Qual è il prodotto di solubilità del sale di sodio uranina (in $\text{mol}^3 \text{ L}^{-3}$)?

2.3 Abbiamo un secchio d'acqua in cui abbiamo già sciolto 100 g di sale da cucina (NaCl). Quando aggiungiamo uranina arriviamo alla soluzione satura dopo 0.5 kg, poi non si dissolve più. Quanti litri della soluzione conteneva il secchio finalmente?

Quando uranina viene disciolta in acqua, si può osservare un fenomeno chiamato fluorescenza. Una soluzione di uranina avrà un colore verde, perché la luce che la illumina viene assorbita e solo la luce verde viene emessa. In acqua una concentrazione di circa 0.05 g m^{-3} è necessaria per vedere il colore.

Supponiamo che vivi nei grigioni e vorresti scoprire se il fiume vicino a casa tua finisce nel lago di Zurigo o nel Lago di Costanza. Hai letto che l'uranina non causa alcun danno ambientale, così decidi di fare un esperimento per scoprire dove sfocia il fiume.

I valori che hai trovato sono che il lago di Zurigo e il lago di Costanza contengono rispettivamente un volume approssimativo di 3.9 km^3 e 48 km^3 . Vuoi usare una soluzione satura di uranina, che possiedi in cantina.

2.4 Quanti litri della tua soluzione devi versare nel piccolo fiume vicino a casa tua?

2.5 Perché non potresti versare solo una soluzione che sia solo sufficiente per rilevare se la soluzione fosse andata tutta nel lago più piccolo?

2.6 Cosa succederebbe al lago dopo che hai aggiunto la soluzione?

2.7 Per eliminare il problema in 2.6 cosa potresti fare? Perché versarne un po' alla volta non sarebbe una soluzione?

DOMANDA 3 - TITOLAZIONE: ACIDO MALICO E MALEICO**10.0 PUNTI**

Nei frutti maturi, come mele e pere, l'acido malico rappresenta la maggioranza degli acidi. Esso è un acido diprotico, che viene anche sinteticamente prodotto e usato, per esempio nei dolci contenente la mela. Quando quest'acido viene scaldato fino ad alte temperature (circa 250°C) si forma l'acido maleico.

Puoi trovare la formula e la costante di acidità nella tabella seguente:

Acido di frutta	Formula semplificata	pK _{a,1}	pK _{a,2}
Acido malico	HOOC-CHOH-CH ₂ -COOH	3.45	5.6
Acido maleico	HOOC-CH=CH-COOH	1.9	6.5

3.1 Quale dei due acidi è chirale? Disegna la formula di struttura e marca i centri chirali!

3.2 Considera solo il primo acido, l'acido malico: determina se un H specificato viene rilasciato prima come H⁺? Specifica perché hai scelto quello o perché no?

3.3 Un succo di frutta relativamente aspro viene titolato. Il pH iniziale è di 2.3. Con un calcolo breve, mostra la concentrazione di acido malico! Assumi l'acido malico come l'unico acido presente nel succo di frutta.

3.4 Per determinare la quantità di acido malico preciso, 100 ml del succo di frutta vengono titolati con una soluzione di idrossido di sodio (NaOH) 1 mol L⁻¹. 23 ml della soluzione di NaOH sono necessari per neutralizzare completamente l'acido. Quale concentrazione di acido malico in g L⁻¹ dovrebbe essere scritta sulla confezione del succo di frutta?

3.5 Ora immagina di titolare una soluzione di 0.2 mol L⁻¹ di acido maleico con una soluzione di idrossido di sodio 1 mol L⁻¹. Disegna la curva di titolazione che ti aspetti!
Quale specie sono presenti e in che quantità a pH = 5.5? Puoi usare alcuni approssimazioni.

DOMANDA 4 - TERMODINAMICA: STUFA A GAS**11.5 PUNTI**

Oggi, la maggior parte delle case usa una stufa a gas per mantenere la temperatura costante durante l'inverno. In questo esercizio vogliamo approfondire la termodinamica alla base di questi dispositivi e allenare l'applicazione tramite il calcolo delle proprietà energetiche dei gas. Stiamo esaminando un riscaldamento che utilizza gas natural come forma di energia. Assumiamo che il gas consista solamente in (percentuale di massa) 70% metano (CH_4), 20% etano (C_2H_6) e 10% etilene (C_2H_4).

4.1 Scrivi l'equazione della reazione di combustione per ogni costituente del gas.

L'entalpia standard di formazione di un composto è il cambiamento di entalpia tra l'entalpia di formazione del composto e l'entalpia dei suoi elementi nei loro stati più stabili, il tutto in condizioni standard. In questo esercizio tutte le reazioni si svolgono in condizioni standard.

Composto	Entalpia di formazione (kJ mol^{-1})
CH_4	-74.53
C_2H_6	-83.75
C_2H_4	+52.53
CO_2	-393.47
H_2O	-292.74

Un'entalpia di formazione positiva implica la necessità di calore per creare il composto dai suoi elementi. Mentre un'entalpia negativa significa che del calore viene rilasciato quando il composto viene creato. L'energia standard di una reazione può essere calcolata sottraendo dal calore necessario per creare i prodotti dai loro elementi il calore necessario per creare i reagenti dai loro elementi.

4.2 Calcola l'entalpia standard della reazione per ogni reazione di combustione espressa sopra in mol per il rispettivo gas, usando i dati disponibili della tabella sopra.

Ora che sappiamo quanto calore viene prodotto dalle reazioni, applichiamo in una situazione realistica. L'inverno è arrivato in svizzera e la temperatura esterna è scesa fino a 0°C . Abbiamo comprato una nuova casa in cui vogliamo spostarci. La temperatura per una vita confortevole in casa è di 20°C . La casa contiene un volume di 500 m^3 , si può inoltre presumere che sia completamente isolata. La pressione iniziale nella casa è di $100'000\text{ Pa}$. La massa molare dell'aria è di 28.96 g mol^{-1} .

4.3 Calcola la massa di aria in casa in kg.

Il calore necessario per cambiare la temperatura dell'aria può essere calcolato con la seguente formula:

$$\Delta H = C_v \cdot \Delta T \cdot m$$

dove $C_v = 0.718 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ può essere assunto come un valore costante.

4.4 Calcola la differenza di entalpia necessaria per riscaldare la casa dalla temperatura esterna alla temperatura desiderata.

4.5 Per ogni costituente del gas calcola la quantità molare in 1 kg di gas naturale.

4.6 Trova la massa di gas necessaria per scaldare la casa.

DOMANDA 5 - CINETICA: DECADIMENTO RADIOATTIVO IN UN MELO**14.0 PUNTI**

Durante la catastrofe nucleare di Cernobyl molte minacce ambientali sono state rilasciate. In questo esercizio vogliamo dare un'occhiata alla radioattività dell'isotopo ^{137}Cs . Assumi che soltanto questo isotopo sia stato rilasciato in natura. Il cesio decade con un decadimento β^- con un'emivita di $t_{1/2}(^{137}\text{Cs}) = 30.19$ a. Questo significa che dopo 30.19 anni, la metà sarà decaduta.

5.1 Scrivi la reazione di decadimento completa del ^{137}Cs .

5.2 Calcola la costante di velocità per la reazione sopra.

Assumiamo che una sfera con un raggio di 10 km dal reattore sia stata contaminata con 20 kg di ^{137}Cs . La radiazione a cui l'uomo può fronteggiare viene misurata con l'attività. L'attività A può essere calcolata dalla costante di velocità k e dal numero di nuclei N tramite la formula $A = k \cdot N$. La massa molecolare $M(^{137}\text{Cs}) = 136.9$ g mol $^{-1}$. Il volume di una sfera di raggio r è dato da $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

5.3 Calcola l'attività in Bq m $^{-3}$ (s $^{-1}$ m $^{-3}$) nell'area di raggio di 10 km attorno al reattore.

Secondo la legge svizzera sulla radioprotezione del 1994, l'attività massima consentita per una casa è di 1000 Bq m $^{-3}$ e l'attività massima consentita per i locali lavorativi è di 3000 Bq m $^{-3}$.

5.4 Secondo la legge sopra menzionata, in quale anno le persone potranno tornare a lavorare nell'area di 10 km attorno al reattore? E quando potranno viverci nuovamente?

Un personaggio immaginario, Dimitri, non era nel paese quando la catastrofe è avvenuta. Nonostante tutti gli avvertimenti dei suoi famigliari, dopo un anno Dimitri è tornato nel luogo della catastrofe per vedere se il suo amato melo è sopravvissuto. Siccome il melo ha vissuto per un lungo periodo nell'area contaminata esso ha stabilito un equilibrio che lo ha portato a contenere il 0.01 ppm (ppm = parti per milione = 10^{-6}) della quantità di ^{137}Cs attualmente esistente nell'area contaminata. Si presume che la contaminazione sia distribuita uniformemente su tutto l'albero.

Dimitri porta l'albero con lui in un paese sicuro e più lontano. Siccome a Dimitri importa della salute, ha scoperto che l'attività massima del cibo deve essere inferiore a 600 Bq kg $^{-1}$. Il melo ha una massa di 5000 kg che può essere ritenuta costante, e produce 250 kg di mele all'anno. Il materiale radioattivo è distribuito in modo uniforme su tutto l'albero in ogni momento.

5.5 Quando tempo pensa sia necessario Dimitri per potere mangiare nuovamente le mele se tiene conto solo dell'emivita di ^{137}Cs ?

Dimitri era davvero triste nel vedere che ci sarebbe voluto così tanto tempo. Così fece ulteriori ricerche e scoprì che il decadimento è più veloce dell'emivita data. Siccome l'albero perde mele contaminate ogni anno ma la massa rimane costante, la quantità di ^{137}Cs diminuisce più velocemente che con emivita data.

5.6 Quanto tempo dovrà aspettare Dimitri adesso prima che le sue mele siano commestibili senza rischi?

5.7 Dimitri ora ha 20 anni. Pensi che riuscirà a mangiare una delle sue amate mele?

DOMANDA 6 - REDOX- & ELETTROCHIMICA: METALLO SCONOSCIUTO**9.0 PUNTI**

Pulendo un laboratorio, un blocco incolore di un metallo sconosciuto viene trovato. Siccome viene trovata una quantità di metallo sufficiente, viene deciso di costruire una cella galvanica.

6.1 Di conseguenza vengono effettuati alcuni test. Formula le tue conclusioni per ogni caso (per i test da i) a iii))!

- i) Se delle gocce di una soluzione di ioni di mercurio (Hg^{2+}) viene versata sopra il metallo, uno strato nero di mercurio si deposita.
- ii) Se il metallo viene immerso in una soluzione contenente ioni di stannio (Sn^{2+}), non avviene nessuna reazione!
- iii) Il metallo reagisce con iodio (I_2) e forma un sale.

Il metallo sconosciuto è elencato nella tabella redox seguente! Di quale metallo si tratta? È un agente riducente più forte o più debole del ferro?

Potenziale standard di riduzione
Concentrazione di ioni: 1 mol L^{-1} in acqua, 25°C , valori in volt

Li	Li^+	-3.05	Sn^{2+}	Sn^{4+}	0.15
K	K^+	-2.93	Cu	Cu^{2+}	0.35
Ca	Ca^{2+}	-2.87	4 OH^-	$\text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ (pH = 14)	0.40
Na	Na^+	-2.71	2 I^-	I_2	0.54
Mg	Mg^{2+}	-2.37	Fe^{2+}	Fe^{3+}	0.75
Al	Al^{3+}	-1.66	Ag	Ag^+	0.80
$\text{H}_2 + 2 \text{ OH}^-$	$2 \text{ H}_2\text{O}$ (pH = 14)	-0.83	$\text{NO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$	$\text{HNO}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$	0.81
Zn	Zn^{2+}	-0.76	4 OH^-	$\text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ (pH = 7)	0.83
Cr	Cr^{3+}	-0.74	Hg	Hg^{2+}	0.85
$2 \text{ Ag} + \text{S}^{2-}$	Ag_2S	-0.71	2 Br^-	Br_2	1.07
S^{2-}	S	-0.51	Pt	Pt^{2+}	1.20
Fe	Fe^{2+}	-0.44	$6 \text{ H}_2\text{O}$	$\text{O}_2 + 4 \text{ H}_3\text{O}^+$ (pH = 0)	1.24
$\text{H}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$	$2 \text{ H}_3\text{O}^+$	-0.42	$2 \text{ Cr}^{3+} + 21 \text{ H}_2\text{O}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{ H}_3\text{O}^+$	1.35
$\text{Pb} + \text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$	$\text{PbSO}_4 + \text{H}_3\text{O}^+$	-0.36	2 Cl^-	Cl_2	1.36
Ni	Ni^{2+}	-0.25	Au	Au^{3+}	1.42
Sn	Sn^{2+}	-0.14	$\text{Mn}^{2+} + 12 \text{ H}_2\text{O}$	$\text{MnO}_4^- + 8 \text{ H}_3\text{O}^+$ (pH = 0)	1.51
Pb	Pb^{2+}	-0.13	$\text{PbSO}_4 + 5 \text{ H}_2\text{O}$	$\text{PbO}_2 + \text{HSO}_4^- + 3 \text{ H}_3\text{O}^+$	1.68
$\text{H}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$	$2 \text{ H}_3\text{O}^+$	± 0	2 F^-	F_2	2.87

6.2 Una cella galvanica deve essere costruita con il metallo. Si dovrebbe trovare un agente riducente più forte o più debole del metallo sconosciuto? Perché?

6.3 Supponiamo che nello stesso laboratorio si trovino anche dell'argento e dei sali corrispondenti. Disegna una cella galvanica che funzioni con il metallo sconosciuto e l'argento, indica i poli correttamente.

6.4 Quali sono le reazioni al catodo e all'anodo nella tua cella galvanica? Quale tensione ci si aspetta? In quali condizioni?

DOMANDA 7 - LEGGE DI LAMBERT-BEER: ANALISI DI SALI DI RAME**8.5 PUNTI**

Sali di rame vengono spesso usati per spruzzare l'uva durante il periodo di maturazione. Per questo motivo ci sono alcune regole su quando sia consentita l'irrorazione per l'ultima volta, al fine di prevenire un contenuto eccessivo di rame nei vini. Tuttavia alcune tracce di rame possono essere rilevate in alcuni vini rossi.

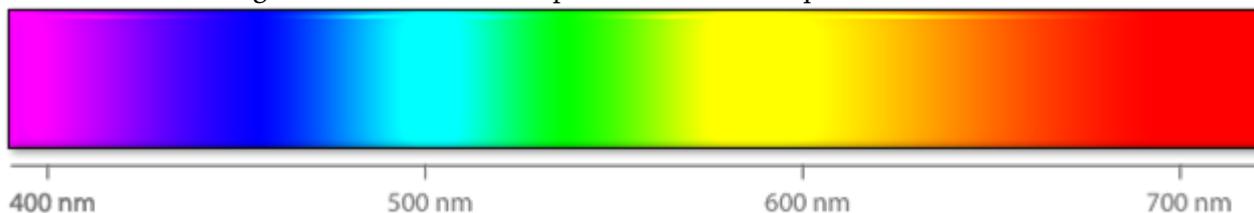
Quando una soluzione è attraversata da un raggio di luce di intensità I_0 , l'intensità della luce diminuisce e diventa $I < I_0$. Per le misurazioni, si applica la legge formulata per la prima volta nel 1729 e completata da August Beer nel 1852, secondo la quale l'estinzione, cioè l'assorbimento del materiale per la luce di lunghezza d'onda, è data da un coefficiente di estinzione per la concentrazione per lo spessore dello strato:

$$A = \log\left(\frac{I_0}{I}\right) = \log\left(\frac{1}{\tau}\right) = \epsilon(\lambda) \cdot c \cdot d$$

Secondo il S.I., i valori devono essere dati come di seguito:

- c : concentrazione della sostanza assorbente nel liquido (unità: $[\text{mol m}^{-3}]$).
- $\epsilon(\lambda)$: coefficiente molare di estinzione alla lunghezza d'onda λ . Questa quantità è specifica per la sostanza assorbente e ha l'unità $[\text{m}^3 \text{mol}^{-1} \text{m}^{-1}]$ (vecchia non-S.I.-forma: $[\text{L mol}^{-1} \text{m}^{-1}]$).
- d : lunghezza del percorso della luce nel materiale, unità: $[\text{m}]$.
- τ definite come trasmissione

La relazione tra lunghezza d'onda e colore può essere vista in questa illustrazione:



7.1 Misurando una soluzione di solfato di rame in laboratorio, la prima cosa che si nota è il colore azzurro della soluzione di rame, che mostra pure una leggerissima sfumatura di turchese. Una soluzione di nitrato di rame ha lo stesso colore. Quali specie sono responsabili di questo colore? Che colore ha la luce assorbita?

7.2 Misurando una soluzione di solfato di rame, i seguenti valori vengono misurati in una cella di 4 cm di spessore a 635 nm:

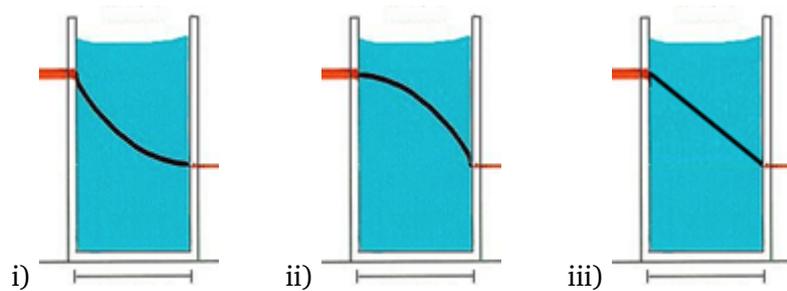
Concentrazione	Assorbimento
0.1 mol L ⁻¹	0.236
0.2 mol L ⁻¹	0.473
0.4 mol L ⁻¹	0.936

Determina il coefficiente di estinzione! Come puoi ottenere un risultato più preciso?

7.3 Se in luglio 100 g di uva vengono lavati con 200 mL di acqua distillata, l'acqua distillata mostra un valore di assorbanza di 0.0017, qual'è la concentrazione di rame nella soluzione e la quantità di solfato di rame sulla superficie?

7.4 Per la determinazione di rame in vino, ad esempio nel controllo di alimenti, gli ioni di rame vengono complessati con la fenantrolina. Le misurazioni vengono fatte a 554 nm. Quale colore pensi che abbia il complesso? Perché usano un complesso di fenantrolina invece di misurare Cu^{2+} direttamente?

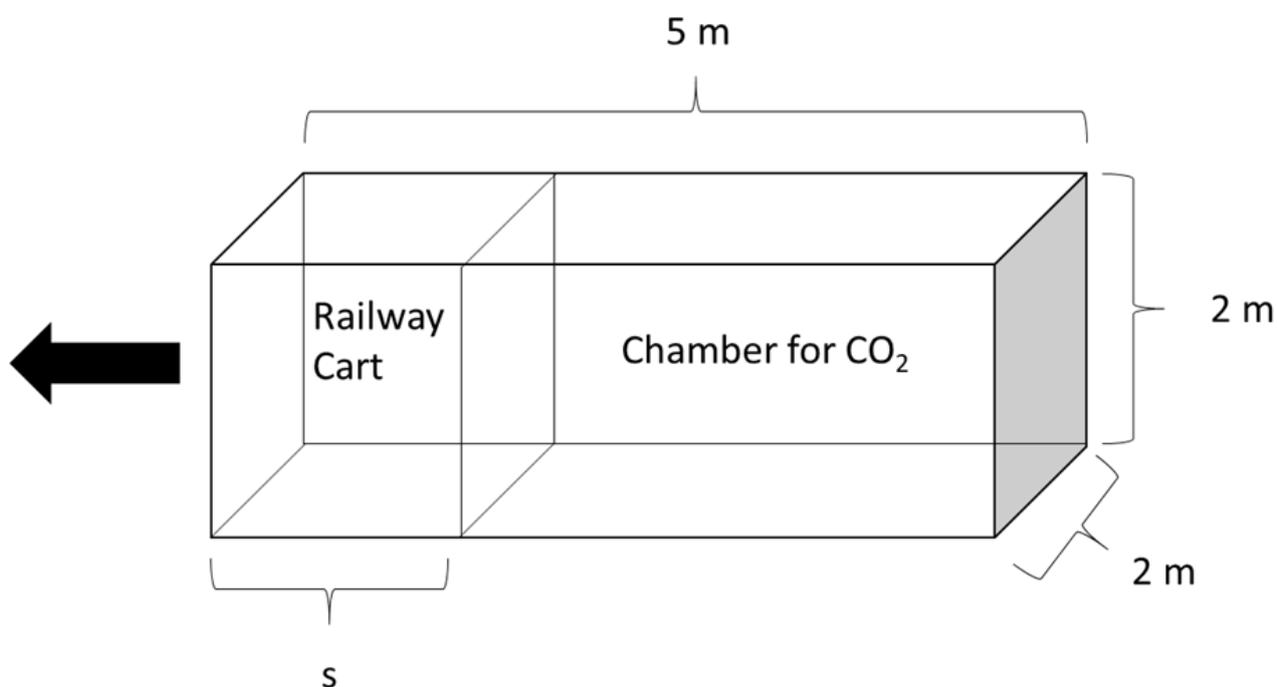
7.5 Quali delle seguenti figure descrive nel miglior modo l'intensità della luce nella soluzione in funzione del percorso? Perché?



DOMANDA 8 - LEGGE DEL GAS IDEALE: PARTENZA DI UN OTTOVOLANTE**12.0 PUNTI**

I chimici dell'Università della Curiosità hanno iniziato un nuovo progetto. Vogliono divertirsi un po' di più nel loro campus, così hanno deciso di costruire una montagna russa con quello che hanno in laboratorio. Il nostro laboratorio è responsabile della scatola di partenza. La pressione iniziale su tutto il campus è $1 \text{ atm} = 101'325 \text{ Pa}$. La temperatura può essere assunta costante a 25°C .

La scatola in cui il vagone ferroviario sarà accelerato è lunga $L = 5 \text{ m}$, alta $H = 2 \text{ m}$, e larga $W = 2 \text{ m}$ e funziona come un cilindro pneumatico. Le montagne russe saranno accelerate con del CO_2 solido (ghiaccio secco) che viene messo nella camera del gas dietro il pistone e si suppone che evapori completamente. Una volta che tutto è evaporato, i freni vengono allentati e la vettura ferroviaria sarà accelerata attraverso la pressione accumulata fino a quando non viene spinta fuori dalla scatola, che costituisce un percorso di lunghezza 0.1 m , quindi la camera a gas dietro sarà lunga $L' = 4.9 \text{ m}$. Dopo questa accelerazione dovrebbe aver raggiunto una velocità di $v = 100 \text{ km h}^{-1}$.



Railway Cart: vagone; Chamber for CO_2 : camera per il CO_2

8.1 In una corsa di prova nessuno siede sul vagone per ragioni di sicurezza quindi il vagone pesa solamente $1'200 \text{ kg}$. Trova la massa di CO_2 solido necessaria per raggiungere la velocità desiderata. Puoi assumere che la pressione rimanga costante da quando l'accelerazione incomincia a quando il vagone lascia la scatola.

Nota: La distanza coperta da un oggetto accelerato con un'accelerazione a nel tempo t è data da $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$.

8.2 Notando quanto ghiaccio secco sarebbe stato necessario e dato che il carrello sarà anche più pesante se riempito di persone, decisero di provare a rendere il loro sistema più efficiente. Quindi, hanno compresso ulteriormente il CO_2 , spingendo di più il pistone nella scatola di partenza. Ora il modo di accelerazione è $s = 4 \text{ m}$ e la lunghezza della camera a gas è $L' = 1 \text{ m}$. Calcolate la velocità del vagone quando esce come nel compito 8.1. (Se non sei riuscito a risolvere il compito 8.1 supponi una massa di 400 kg di ghiaccio secco caricato nella camera).

8.3 Calcola l'energia cinetica che avrà ottenuto il vagone in 8.2.

8.4 Questa energia sembra un po' troppa. Trova la quantità di energia che può essere estratta dal gas pressurizzato nella stanza come in .

8.5 È impossibile che il vagone abbia più energia cinetica di quanta energia ne fosse immagazzinata nel gas pressurizzato. Dov'è l'errore concettuale nel calcolo in 8.2 e 8.3 ?

8.6 Come potresti eliminare o ridurre l'errore così che l'approssimazione sia di nuovo un accettabile?

DOMANDA 9 - REAZIONI ORGANICHE SEMPLICI**9.0 PUNTI**

Nella domanda 3 è stato menzionato come l'acido malico è in grado di formare l'acido maleico se scaldato a circa 250°C. In una semplice formula di struttura, gli acidi menzionati sono:

Acido malico: $\text{HOOC}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

Acido maleico: $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$

9.1 Scrivi l'equazione di reazione con le formule di struttura e nomina il sottoprodotto della reazione descritta sopra. Come si chiama questo tipo di reazione?

Come viene normalmente catalizzata – specialmente in questo caso?

9.2 Nomina i due acidi secondo la nomenclatura IUPAC.

9.3 Una reazione che viene spesso chiamata rifermentazione nel vino giovane è la reazione di acido malico a formare acido lattico. Nel processo, il gruppo acido più debole viene perso come anidride carbonica. Disegna la reazione con le formule di struttura e dai il nome di questo tipo di reazione.

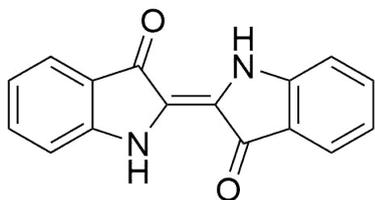
9.4 Cosa c'è di speciale riguardo alla possibile stereochimica durante questa reazione?

9.5 L'acido maleico citato all'inizio reagisce a temperature elevate in forma ciclica con una isomerizzazione trans/cis seguita dall'eliminazione di acqua. Disegna la formula di struttura del prodotto e dai un nome per questo tipo di reazione! Come si chiama il tipo di reazione inversa?

DOMANDA 10 - SINTESI ORGANICA: SINTESI DELL'INDACO

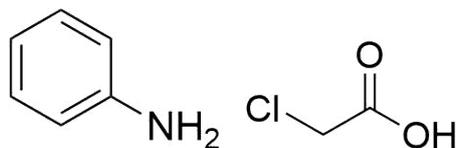
6.0 PUNTI

Il chimico industriale Heumann ha descritto due diverse sintesi per il colorante bluastro indaco. La differenza sta nella formazione di uno dei due reagenti per la reazione finale.



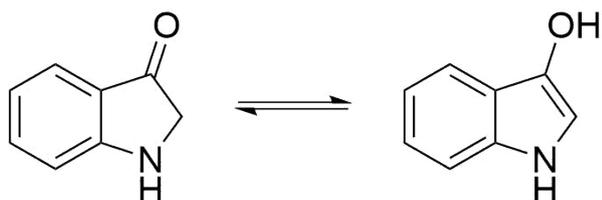
Questa è la molecola di indaco, che dovrebbe essere ottenuta da entrambi le sequenze di reazione.

Per la prima sequenza partiamo dai seguenti due reagenti:

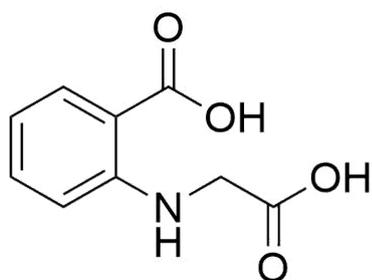


10.1 Quale sarà il prodotto quando le due molecole sopra reagiscono?

10.2 Di cosa hai bisogno per ottenere il prodotto (indossile) in questa prima sequenza di reazioni? Come chiami una specie del genere?



10.3 L'altro possibile reagente è mostrato sotto. Quali saranno i sottoprodotti quando reagisce allo stesso prodotto (indossile) per la prima sequenza di reazioni? Scaldaresti o raffredderesti il sistema?



10.4 Quale reagente sarà necessario per combinare due dei gruppi di indossile della prima sequenza per ottenere l'indaco? Quale sarà il sottoprodotto corrispondente?

10.5 Quali caratteristiche di un colorante possiede l'indaco? In che modo questo lo fa apparire blu all'occhio umano?