

Informazione Generale

Istruzioni

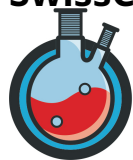
- Scrivi il tuo nome su ogni pagina.
- Hai tre ore per risolvere i problemi. Aspetta il segnale **START** prima di cominciare.
- Assicurati che i calcoli siano leggibili.
- Indica chiaramente quali ipotesi stai facendo.
- Metti le tue pagine nella busta alla fine dell'esame. Non sigillare la busta.
- Finisci di scrivere immediatamente appena viene dato il segnale **STOP**.
- Lascia la tua postazione solo quando ti viene dato il permesso.
- Solo le risposte scritte **sul foglio delle domande** saranno prese in considerazione.
- Questo esame contiene **10** problemi.

Viel Erfolg!

Bonne chance!

Buona fortuna!

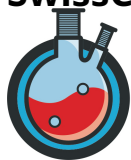
Good luck!



Costanti fisiche e formule

Costanti

Costante di Planck	$h = 6.626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Costante di Boltzmann	$k_B = 1.380\,649 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Velocità della luce	$c = 2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Carica elementare	$e = 1.602\,176\,634 \times 10^{-19} \text{ C}$
Costante di Avogadro	$N_A = 6.022\,140\,76 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Costante universale dei gas	$R = 8.314\,462 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Massa di un protone	$m_{p^+} = 1.672\,621\,923\,69 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa di un neutrone	$m_{n^0} = 1.674\,927\,498\,04 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Unità di massa atomica	$u = 1.660\,539\,066\,60 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Costante di Faraday	$F = 9.6485 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Pressione standard	$p_0 = 1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$
Elettronvolt	$1 \text{ eV} = 1.602\,176\,634 \times 10^{-19} \text{ J}$
Zero assoluto	$0 \text{ K} = -273.15 \text{ }^\circ\text{C}$
Ångstrom	$1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$
Pi (π)	$\pi \approx 3.141592$
Numero di Eulero	$e \approx 2.718281$



Formule ed equazioni

Legge dei gas ideali	$pV = nRT = Nk_B T$
Energia libera di Gibbs	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
Relazione fra ΔG e K	$\Delta G = -RT \ln(K)$
Quoziente di reazione Q per reazione $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$	$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$
Relazione fra ΔG e ΔE_{cell}	$\Delta_r G^\circ = -nF \Delta E_{\text{cell}}^\circ$
ΔG nonstandard	$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln(Q)$
Equazione di Nernst	$E = E^\circ - \frac{RT}{zF} \ln(Q)$
Corrente elettrica	$I = \frac{q}{t}$
Legge di Arrhenius	$k = Ae^{-\frac{E_A}{RT}}$
Legge di Lambert-Beer	$A = \epsilon Lc = \log\left(\frac{I_0}{I}\right)$
Equazione tampone	$\text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$
Energia di un fotone	$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$
Tempo di dimezzamento per una reazione di primo ordine	$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{k}$
Attività di un campione radioattivo	$A = kN$
Area di superficie di una sfera	$A = 4\pi R^2$
Volume di una sfera	$V = \frac{4\pi}{3} R^3$

Per il calcolo delle costanti di equilibrio e di tutte le concentrazioni, fa riferimento alla concentrazione standard. $1 \text{ mol dm}^{-3} = 1 \text{ mol L}^{-1}$. Se non diversamente indicato nel compito, in questo esame si considerano tutti i gas ideali.

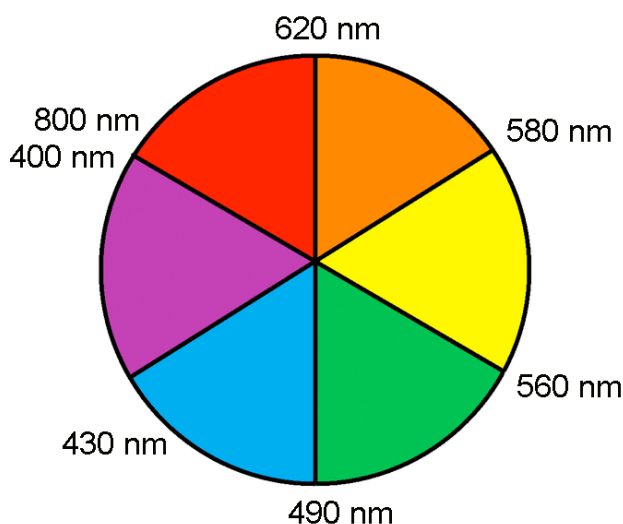




Tavola periodica degli elementi

Periodic Table of Elements

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 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 [210]	85 At [210]	86 Rn [222]
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 140.91	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]			

SwissChO Final Exam 2024



**CHEMISTRY.
OLYMPIAD.CH**
CHEMIE-OLYMPIADE
OLYMPIADES DE CHIMIE
OLIMPIADI DELLA CHIMICA

G0-5

Italian (Italian Version)

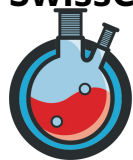
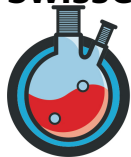


Tavola dei punteggi

NON DA ESSERE RIEMPITA DAL PARTECIPANTE

Nome del partecipante: _____

Problema	Titolo	Punti massimi	Punti ottenuti	Pagine
Q1	La combustione di cose	25.0 pt		4
Q2	Chimica, chiara come un cristallo	14.0 pt		3
Q3	La natura degli acidi forti	16.0 pt		3
Q4	I molteplici aspetti degli ossidi di cloro	21.0 pt		4
Q5	La potenza del nucleo	19.0 pt		4
Q6	Nella tana del coniglio: sale di Frémy	21.0 pt		4
Q7	Ammine preoccupanti	20.5 pt		4
Q8	Problemi con l'idrogeno	19.0 pt		4
Q9	Un anello	24.0 pt		4
Q10	Sintesi totale della (+)-roseofilina	25.0 pt		4
Totale		204.5 pt		38



La combustione di cose

(25.0 pt)

La combustione di cose con l'ossigeno

Per ottenere la resa migliore di energia termica nei motori, nelle centrali elettriche e negli esplosivi, vengono bruciati gli idrocarburi fino a ottenere CO_2 e H_2O . Nei razzi, invece, la migliore prestazione viene ottenuta se i prodotti della reazione di combustione sono CO , N_2 , H_2O , HF e HCl .

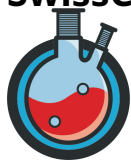
RP-1, un carburante simile al cherosene, venne bruciato con ossigeno liquido nel primo stadio del razzo Saturn V.

- 1.1** Prendi ciclododecano ($\text{C}_{12}\text{H}_{24}$) come modello per il RP-1, **scrivi** un'equazione bilanciata per la sua combustione in O_2 in un motore di un razzo. 2.0 pt

Una combinazione di carburante e ossidante comunemente usata, es. dal razzo Proton-M, è quella della dimetilidrazina asimmetrica (UDMH, $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$) and tetrossido di diazoto N_2O_4 .

- 1.2** **Scrivi** un'equazione bilanciata per la combustione di UDMH con N_2O_4 in un motore di un razzo. 2.0 pt

I propellenti per razzi ed esplosivi solitamente non possono dipendere da ossidanti esterni come l'ossigeno atmosferico, ma devono portarselo a dietro. Questi composti contengono sia carburante che ossidante. Fra questi, i nitrati alchilici sono composti prominenti, i quali consistono interamente di una porzione idrocarburica *con uno o più* gruppi nitrato ($\text{R}-\text{ONO}_2$) attaccati. I nitrati alchilici hanno un bilanciamento uguale o positivo di ossigeno, cioè possono essere bruciati senza ossigeno extra o



pure liberare ossigeno nel processo. La migliore prestazione con corrosione minimale è ottenuta se la reazione si bilancia a prodotti di combustione secondo il loro uso previsto.

- 1.3 Per esplosivo e propellente, **trova** e **disegna** il nitrato alchilico più piccolo possibile con un bilanciamento d'ossigeno neutrale. Inoltre, **scrivi** l'equazione bilanciata per la combustione di entrambi. 6.0 pt

Esplosivo:

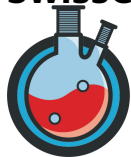
Propellente:

Isopropil nitrato (propan-2-il nitrato) è prodotto dalla reazione di isopropanolo (propan-2-olo) con acido nitrico nella presenza di acido solforico. Se questa reazione non viene condotta attentamente, grandi quantitativi di N_2O_4 e un sottoprodotto organico derivato dall'alcol sono ottenuti al posto del nitrato desiderato.

- 1.4 **Disegna** la struttura del sottoprodotto e **scrivi** un'equazione bilanciata, che porta interamente al sottoprodotto non desiderato, N_2O_4 e altri sottoprodotti se necessari. 2.0 pt

La combustione di cose con il fluoro

Di principio, l'ossidante in una reazione di combustione non deve essere l'ossigeno, ma può pur essere un alogeno come il fluoro. Dal 1950-1980, sono stati eseguiti tanti esperimenti per usare il fluoro e composti fluorinati come propellenti per razzi.



- 1.5** Disegna le strutture, con doppietti elettronici, e nomina correttamente le geometrie VSEPR di NF_3 , ClF_3 , and ClF_5 . 6.0 pt

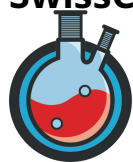
Composto	Struttura	Nome della geometria
NF_3		
ClF_3		
ClF_5		

La combustione di carburanti contenenti carbonio con ossidanti a base di fluoro presentano un numero di sfide. Considera la combustione di UDMH con ClF_5 .

- 1.6** Determina tutti i coefficienti stechiometrici $a - f$. 3.0 pt
- $$a (\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2 + b \text{ClF}_5 \longrightarrow c \text{HCl} + d \text{HF} + e \text{CF}_4 + f \text{N}_2$$

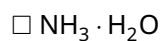
$a = \rule{1cm}{0.4pt}, b = \rule{1cm}{0.4pt}, c = \rule{1cm}{0.4pt}, d = \rule{1cm}{0.4pt}, e = \rule{1cm}{0.4pt}, f = \rule{1cm}{0.4pt}$

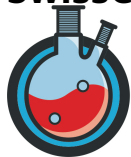
Osservi che tanto ossidante è necessario, che non è molto efficiente. Inoltre, CF_4 è un cattivo scarico del propellente. Buoni prodotti di scarico sono molto leggeri, gas mono- o diatomici che liberano molta energia nella loro formazione. È quindi necessario di trovare un additivo contenente ossigeno che non



reagisce con ClF_3 e ClF_5 e soddisfa le altre condizioni.

1.7 **Seleziona** l'additivo adatto dalla lista sottostante e **scrivi** una reazione di combustione bilanciata con UDMH e ClF_3 . 4.0 pt
Possibili candidati sono:





Chimica, chiara come un cristallo

Corindone (Al_2O_3) è un abbondante minerale duro e incolore. La sua struttura cristallina è data da imballaggio esagonale, cioè ogni ione Al è ottaedricamente circondato da sei ioni di ossido. Corindone ha una densità $\rho = 3.87 \text{ g cm}^{-3}$. Cristallograficamente, il volume della cella unitaria è stato determinato di essere $V_{\text{cell}} = 262.26 \text{ \AA}^3$.

2.1 Assegna gli stati di ossidazione e configurazione elettronica di ogni ione nel corindone. 2.0 pt

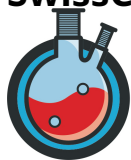
Ione Al in Al_2O_3 :

Stato di ossidazione: _____, Configurazione elettronica: _____

Ione O in Al_2O_3 :

Stato di ossidazione: _____, Configurazione elettronica: _____

2.2 Ipotizza che il corindone sia un solido completamente ionico. **Confronta** il raggio dei due ioni. **Spiega** il tuo ragionamento. 2.0 pt



2.3 Determina il numero di unità Al_2O_3 , N_{cell} , contenute per cella unitaria.

3.0 pt

$N_{\text{cell}} =$ _____

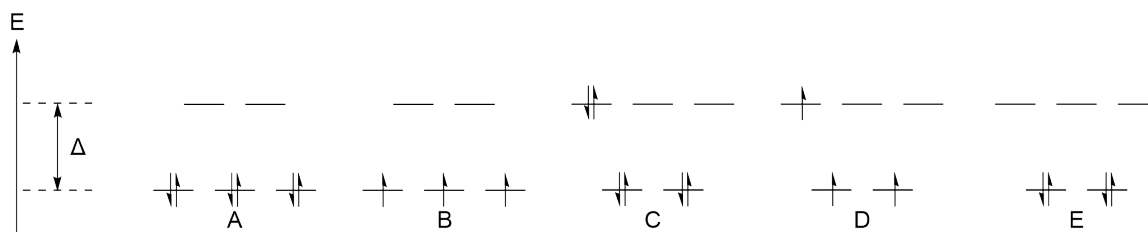
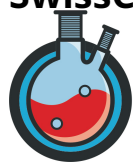
Il rubino è una gemma preziosa rossa, quasi interamente composta da corindone. Il colore dei rubini viene dalla sostituzione di alcuni ioni Al nel lattice cristallino con ioni Cr nello stesso stato di ossidazione. Quindi, la composizione del rubino può essere scritta come $\text{Al}_{2-\alpha}\text{Cr}_\alpha\text{O}_3$. In un certo rubino, uno in 62 ioni Al è stato sostituito da Cr.

2.4 Determina α e la percentuale in massa Cr (%w/w) di questo campione

2.0 pt

$\alpha =$ _____, percentuale in massa: _____ %w/w

Gli ioni Cr nel rubino sono circondati nello stesso modo che gli ioni ossido circondano gli ioni Al. Riportato sotto, trovi diverse scissioni del campo cristallino, tutti con la stessa energia di scissione Δ .



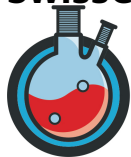
2.5 **Assegna** la corretta scissione del campo degli ioni Cr nel rubino a uno dei campi A - E. 2.0 pt

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Nel rubino, l'energia di scissione $\Delta = 2.32 \text{ eV}$.

2.6 **Calcola** la lunghezza d'onda λ della luce in nm che è responsabile per questa transizione. **Spiega**, se questa transizione è una causa plausibile per il colore del rubino. 3.0 pt

$\lambda = \text{_____ nm}$



La natura degli acidi forti

(16.0 pt)

Acido nitrico

L'acido nitrico, HNO_3 , non è solo un acido forte, ma pure un forte ossidante a concentrazioni alte. A concentrazioni sopra ca. 65% (percentuale in massa %w/w), due forme principali sono comuni. Acido nitrico fumante bianco, WFNA, e acido nitrico fumante rosso, RFNA. Mentre WFNA consiste quasi esclusivamente di HNO_3 e acqua, RFNA contiene quantitativi notevoli di N_2O_4 oltre all'acqua e HNO_3 .

Un campione di 1.57 g RFNA è diluito generosamente con acqua. Poi, un eccesso di formaldeide (H_2CO) viene aggiunto e lasciato a reagire con tutta la N_2O_4 presente nel campione. Questa reazione rende acido formico (HCOOH , $\text{pK}_a = 3.76$) e NO . NO non è più rilevante in questo esperimento. Il campione viene poi titolato con due indicatori e una soluzione 1.400 M NaOH . La prima transizione del primo indicatore viene osservata dopo 14.78 ml. La seconda transizione con fenolftaleina occorre dopo l'aggiunzione di altri 2.68 ml NaOH .

3.1 **Seleziona** un indicatore adatto a fungere da primo indicatore.

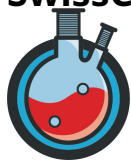
1.0 pt

- ☐ Blu di metilene (pH 7)
- ☐ Fenolftaleina (pH 9.1)
- ☐ Blu di bromofenolo (pH 3.8)
- ☐ Blu di timolo (pH 2.0)

3.2 **Calcola** la composizione del campione in percentuali in massa (%w/w).

3.0 pt

Titolando 1.97 g di un campione di WFNA, si arriva al punto finale con 1.400 M NaOH a 23.0 ml. Inizialmente, questo risultato sembra strano.



3.3 Calcola la percentuale in massa di HNO_3 nel campione.

2.0 pt

3.4 Individua la specie responsabile per il risultato strano e **calcola** il suo rapporto a HNO_3 nel campione. Non sono contenute altre specie. 3.0 pt

☐ $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_6$ ☐ N_2O_4 ☐ N_2O_5 ☐ $\text{N}_3\text{O}_3\text{H}_3$

Rapporto HNO_3 : specie _____

Acidi misti

Chimica di nitratura un campo relativamente vecchio della chimica organica. Classicamente, un anello aromatico viene nitrato usando una miscela di H_2SO_4 e HNO_3 .

Il passaggio di attivazione della reazione produce la specie attiva, che poi effettua la nitratura.

3.5 **Scrivi** un'equazione bilanciata che mostra questo passaggio di attivazione e **disegna** la struttura della specie attiva. 2.0 pt

Se una serie di esperimenti di nitratura viene condotta usando HNO_3 puro e H_2SO_4 con quantitativi d'acqua crescenti, viene osservato un calo improvviso nella velocità di reazione se 15%+ acqua (%w/w) è contenuta nell'acido solforico.



3.6 Spiega questo calo in reattività.

2.0 pt

Questo effetto può essere combattuto rimuovendo acqua dalla reazione usando altri metodi.

3.7 **Seleziona** per tutti i metodi proposti sotto se sono o non sono efficaci a rimuovere l'acqua da una reazione di nitrificazione senza severamente impattare il progresso della reazione. 3.0 pt

Metodo	Efficace	Non efficace
MgSO ₄	☐	☐
Ac ₂ O (anidride acetica)	☐	☐
P ₂ O ₅	☐	☐
soluzione satura di NaCl	☐	☐
distillazione azeotropica con toluene	☐	☐
H ₂ SO ₄	☐	☐



I molteplici aspetti degli ossidi di cloro (21,0 pt)

In natura, l'elemento 17 - il cloro - si incontra più comunemente nella sua forma anionica semplice come minerali di cloruro. Tuttavia, il cloro è in grado di formare composti in vari stati di ossidazione, come ad esempio NaClO . La candeggina, nota anche come Eau de Javel (dal nome del quartiere di Parigi in cui fu prodotta per la prima volta a livello industriale), è un comune prodotto chimico per la casa costituito da una soluzione molto basica di 15 %w/w NaClO e 0,5 %w/w NaCl . In questa composizione, la candeggina ha una densità di $\rho = 1.21 \text{ g mL}^{-1}$.

4.1 Determina la concentrazione molare di NaClO e NaCl nella candeggina.

2.0 pt

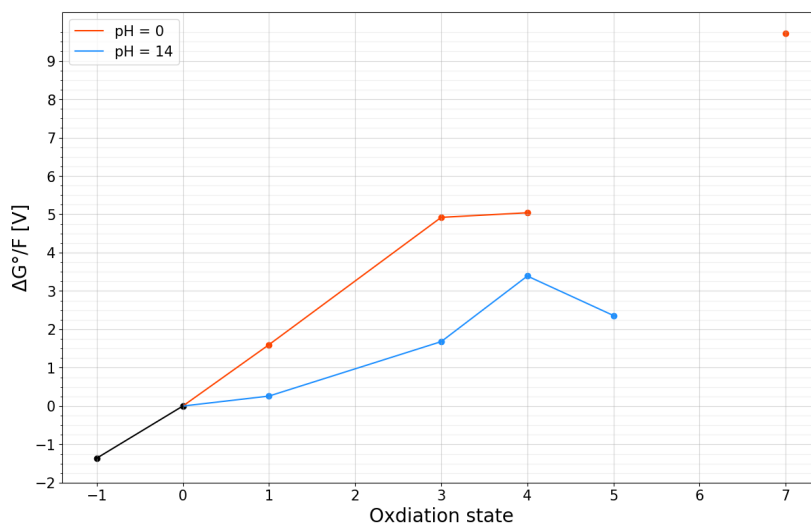
$c_{\text{NaClO}} = \text{_____ mol L}^{-1}$, $c_{\text{NaCl}} = \text{_____ mol L}^{-1}$

Riportata sotto è una tabella contenente potenziali di riduzione standard di diverse specie contenenti cloro a pH = 0 e pH = 14 a 25 °C.

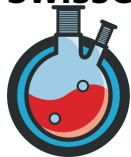
Riduzione (ioni mostrati in forma protonata)	E_{red}° a pH = 0 / V	E_{red}° a pH = 14 / V
$\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{HCl}$	1.36	1.36
$\text{HClO} \longrightarrow \text{HCl}$	1.48	0.81
$\text{HClO}_2 \longrightarrow \text{HCl}$	1.57	0.76
$\text{ClO}_2 \longrightarrow \text{HCl}$	1.28	0.95
$\text{HClO}_4 \longrightarrow \text{HClO}_3$	1.19	0.36
$\text{HClO}_3 \longrightarrow \text{HCl}$	1.45	0.62



- 4.2** **Completa** i punti di dati mancanti di Cl(V) a pH = 0 e Cl(VII) a pH = 14 sul diagramma di Frost nel foglio delle risposte. **Fornisci** i valori di $\frac{\Delta G^\circ}{F}$ in volt per queste due specie. 4.0 pt



$\frac{\Delta G^\circ}{F}(\text{Cl(V)}, \text{pH}=0) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}, \frac{\Delta G^\circ}{F}(\text{Cl(VII)}, \text{pH}=14) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$



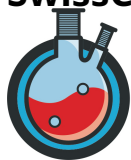
- 4.3** **Indicare** se l'acido ipocloroso (HClO) può essere ottenuto con l'aggiunta di un acido forte alla candeggina. **Scrivete** le relative equazioni chimiche. 2.0 pt

Lavorate in un laboratorio che tratta vari minerali e polveri metalliche. Un giorno si rovescia un po' di polvere di realgar rosso (As_4S_4) sul proprio camice preferito, da cui non vuole più uscire. Dopo aver riflettuto e fatto delle ricerche, si ricorre alla candeggina per rimuovere la macchia. La ricerca indica che tra i prodotti della reazione tra il realgar e la candeggina ci sono l'acido solforico e l'acido arsenico (H_3AsO_4), che possono essere facilmente lavati via.

- 4.4** **Scrivere** un'equazione chimica completamente bilanciata della reazione in corso. 3.0 pt

In un altro giorno, lavorate con una miscela di polveri di metalli (semi-)preziosi (Au, Rh, Pd, Ir, Cu, Rh). Sfortunatamente, ancora una volta si rovescia un po' di polvere sullo stesso camice da laboratorio. Ricordando quanto accaduto in precedenza, si applica la candeggina per ossidare i metalli nei loro ossidi/idrossidi. Questi possono poi essere lavati con una soluzione di acido diluito. Di seguito è riportata una tabella dei potenziali di riduzione dei metalli a $\text{pH} = 14$ e a *ssi25celsius*.

Riduzione	$E_{\text{red}}^\circ / \text{V}$
$\text{Cu(II)} \longrightarrow \text{Cu}$	0.34
$\text{Ru(II)} \longrightarrow \text{Ru}$	0.46
$\text{Rh(III)} \longrightarrow \text{Rh}$	0.83
$\text{Pd(II)} \longrightarrow \text{Pd}$	0.95
$\text{Ir(III)} \longrightarrow \text{Ir}$	1.15
$\text{Au(I)} \longrightarrow \text{Au}$	1.69



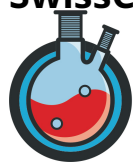
- 4.5** Scegliere quali metalli vengono ossidati (o non ossidati) da NaClO in condizioni standard a pH = 14. 3.0 pt

Metallo	Ossidato	Non ossidato
Cu	☐	☐
Ru	☐	☐
Rh	☐	☐
Pd	☐	☐
Ir	☐	☐
Au	☐	☐

Curiosamente, in condizioni reali, i metalli vengono ossidati dalla candeggina più di quanto ci si aspetti.

- 4.6** Indicare quale/i altro/i metallo/i viene/vengono ossidato/i dalla candeggina con le concentrazioni di cui al **punto 4.1**. **Nota:** se non è stato possibile determinare le concentrazioni delle specie in **4.1**, utilizzare il rapporto $\frac{c_{\text{NaCl}}}{c_{\text{NaClO}}} = 0.04$. 3.0 pt

Non soddisfatti dei risultati, si ricorre a una soluzione acida di HClO_2 : HCl in un rapporto molare 100 : 1. Si sperimenta anche con il calore.



- 4.7** **Calcolare** la temperatura minima in K, alla quale il potenziale di riduzione della miscela indicato nel testo è maggiore di quello di tutti i metalli presenti nella polvere. 4.0 pt

$T =$ _____ K

Forse è il momento di comprare un nuovo camice da laboratorio...



La potenza del nucleo

(19.0 pt)

Consiglio: questo problema tratta di radiochimica e isotopi. Per ottenere i punteggi massimi, scrivi ogni elemento come un isotopo definito, con il numero di protoni e massa nucleare come ${}^4_2\text{He}$.

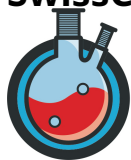
Uno dei cosiddetti elementi transuranici, il californio, non può essere trovato in natura. Invece, gli isotopi di Cf devono essere creati. Un metodo diretto per creare un isotopo leggero di californio è il bombardamento di ${}^{238}\text{U}$ con ${}^{12}\text{C}$, che porta alla formazione di un isotopo di californio e rilascia sei neutroni.

- 5.1** **Scrivi** l'equazione per produrre californio dall'uranio attraverso il bombardamento con il carbonio, come descritto sopra. 2.0 pt

- 5.2** L'isotopo di californio ${}^{242}\text{Cf}$ mostra decadimento sia α che β^- . **Scrivi** le equazioni bilanciate per entrambe le modalità di decadimento. 4.0 pt

 α : β^- :

Ipotizza una massa di 50.4 μg di puro ${}^{252}\text{Cf}$ con un tempo di dimezzamento di 2.645 anni.



- 5.3** Calcola il numero di decadimenti per secondo del campione, ipotizzando sia puro al 100%. 3.0 pt

$A =$ _____ Bq

- 5.4** Dal valore ottenuto sopra, **calcola** l'attività rimanente dopo 264 giorni. 2.0 pt
Nota: se non hai ottenuto una soluzione nel problema **5.4**, puoi usare $A = 1$ TBq come l'attività iniziale.

$A =$ _____ Bq

Alla fissione, ^{252}Cf non si rompe in due parti uguali, ma in un frammento leggero e uno pesante. In questo processo, alcuni neutroni in eccesso e una quantità decente di energia sono rilasciati.

Considera la reazione: $^{252}\text{Cf} \longrightarrow ^{99}\text{Mo} + ^{151}\text{Ba} + 2\ ^1_0\text{n}$



5.5 **Calcola** l'energia rilasciata per ogni evento di fissione seguendo questo percorso di decadimento. 3.0 pt

Inoltre, **calcola** la temperatura a cui arriva un campione di 3 kg di acqua a 25 °C, se tutta l'energia di 10 µg di ^{252}Cf , che decade come mostrato sopra, si trasforma in calore e viene trasferito all'acqua.

Alcuni valori utili:

Masse esatte: ^{252}Cf : 252.0816 u, ^{99}Mo : 98.9077 u, ^{151}Ba : 150.9508 u, n: 1.0087 u

Dati fisici dell'acqua: $C_p = 4184 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$, $\Delta H_{\text{vap}} = 2257 \text{ J kg}^{-1}$, $\Delta H_{\text{fus}} = 333 \text{ J kg}^{-1}$

$E = \text{_____ J}$

$T = \text{_____ } ^\circ\text{C}$

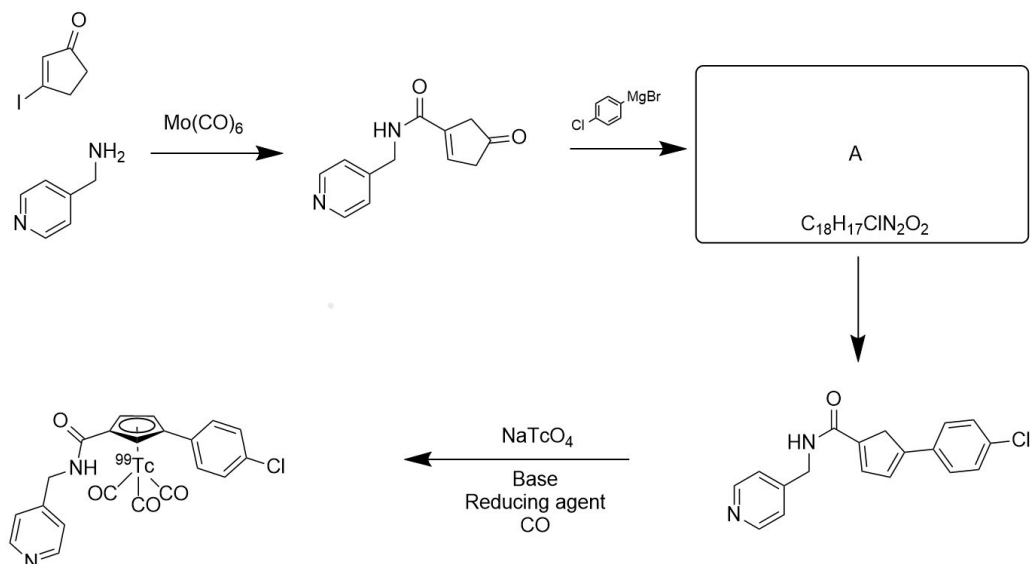
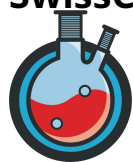
^{151}Ba poi decade rapidamente, attraverso una serie di modalità di decadimento identiche, a un isotopo stabile di massa 151 e un rapporto protoni : neutroni di 0.72.

5.6 **Indica** la modalità di decadimento e anche l'isotopo raggiunto. 2.0 pt

Modalità di decadimento: _____

Isotopo: _____

Nel mentre, ^{99}Mo può essere estratto chimicamente dai prodotti di fissione come un sale di MoO_4^- . Decade poi all'isotopo metastabile ^{99m}Tc (emivita 6 h) che espelle un fotone per raggiungere il longevo ^{99}Tc . Questo decadimento è molto utile in diagnosi. A tal fine, il gruppo di ricerca di Roger Alberto all'Università di Zurigo ha sintetizzato un composto a cui Tc può essere attaccato. Gli ultimi passaggi della sintesi sono riportati sotto.

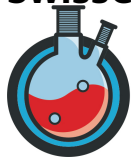


5.7 Disegna la struttura di A.

2.0 pt

5.8 Spiega perché la base richiesta per deprotonare l'anello ciclopentadiene può essere molto più debole di quella tipicamente richiesta per deprotonare una posizione allylica.

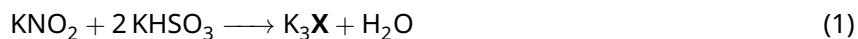
1.0 pt



Nella tana del coniglio: sale di Frémy

(21.0 pt)

Frugando fra i libri vecchi e polverosi di chimica della tua biblioteca locale, cominci a leggere su una pagina sbiadita e ingiallita di un composto peculiare chiamato il "sale di Frémy". Presumibilmente, è un sale di potassio inorganico con proprietà interessanti. Sfortunatamente, la maggior parte della pagina è diventata illeggibile negli anni in cui il libro prese polvere. Avendo suscitato il tuo interesse, ti indirizzi verso il tuo laboratorio per preparare un campione per dedurre la sua struttura e proprietà. Lo schema sintetico nel libro è scritto sotto.



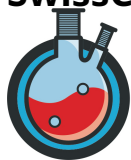
K_3X è un intermedio nella formazione del sale di Frémy (K_2Y). Viene detto che **X** è una specie simmetrica e trianionica contenente solo atomi terminali d'ossigeno.

6.1 **Scrivi** la formula bruta di **X** e **disegna** la sua struttura di Lewis.

3.0 pt

Formula bruta: _____

La seconda reazione da una soluzione del sale di Frémy (K_2Y) secondo l'ossidazione di K_3X . Il libro spiega che in questa reazione, la connettività della molecola rimane uguale.



- 6.2 Usando la reazione (2), **disegna** la struttura di **Y**. **Indica** cosa c'è di speciale sulle proprietà elettroniche di **Y**. 2.0 pt

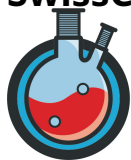
Esegui la reazione descritta nel libro e scopri che anche se tutto il permanganato è stato usato, la tua soluzione rimane colorata viola. Questo deve essere il colore del sale di Frémy. Mentre stai raffreddando la tua soluzione per ottenere il prodotto cristallino, osservi un solido arancione **Z** precipitare dalla soluzione mentre il colore viola scompare. Analisi elementare di **Z** rivela l'informazione seguente.

Elemento	K	N	S	O
%w/w of Z	29.1	5.2	24.0	41.7

- 6.3 **Determina** il rapporto molare di tutti gli elementi nel composto **Z** e **dichiara** se corrisponde a quello del sale di Frémy. 3.0 pt

K : N : S : O = _____ : _____ : _____ : _____

Il libro ha una sezione sulle proprietà magnetiche dei composti, ma solo il titolo è ancora appena leggibile, tuttavia vorresti saperne di più. Naturalmente, ti procuri un magnete al neodimio incredibilmente forte ed esegui dei test su K_2Y e **Z**. Durante gli esperimenti, vedi che il composto viola K_2Y è attratto magneticamente, mentre **Z** è leggermente respinto da un campo magnetico.

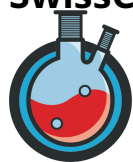


6.4 **Spiega** le proprietà magnetiche di K_2Y e **Z** e cosa si può concludere sulle loro strutture elettroniche. 2.0 pt

6.5 **Suggerisci** due possibili strutture per **Z**. 2.0 pt

Sei sconcertato dalla vivida colorazione viola di una soluzione di sale di Frémy. Anche aggiungendo un piccolo cristallo dell'arancione **Z** a un'abbondante quantità d'acqua, la soluzione si tinge di un colore quasi nero. A causa del tuo fascino, indaghi sulle proprietà spettroscopiche della soluzione. Si misura il rapporto tra l'intensità della radiazione in uscita dal campione I e quella della radiazione in entrata I_0 delle seguenti soluzioni dei composti in una cuvetta di lunghezza $l = 1$ cm a $\lambda = 475$ nm.

$[K_2Y] / \text{mol L}^{-1}$	5.30×10^{-5}	9.50×10^{-5}	2.15×10^{-4}	3.75×10^{-4}	4.55×10^{-4}	4.85×10^{-4}
$\frac{I_0}{I}$	1.26	1.53	2.58	5.28	7.51	8.61

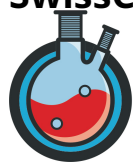


6.6 **Determina** il coefficiente di estinzione molare ϵ in $\text{L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ per K_2Y a 3.0 pt
questa lunghezza d'onda.

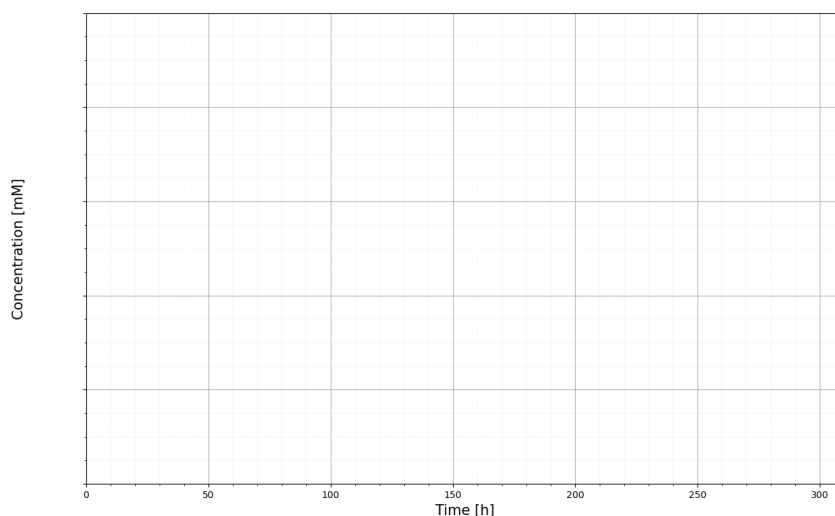
$\epsilon =$ _____ $\text{L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$

Soddisfatto degli esperimenti della giornata, lasci il laboratorio e torni dopo qualche giorno. Con stupore, noti che la colorazione viola scuro si è notevolmente attenuata. Il sale di Frémy sembra essere piuttosto instabile. Nei giorni successivi registri lo stesso campione in momenti diversi e ottieni i seguenti dati:

t / h	0	24	48	100	200	300
A	0.963	0.806	0.674	0.459	0.219	0.104



- 6.7 Sul tuo foglio risposte, **traccia** la concentrazione del sale di Frémy come una funzione del tempo. **Nota:** se non sei riuscito a determinare ϵ in 6.6, usa $\epsilon' = 2000 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. 3.0 pt



- 6.8 **Determina** l'ordine empirico totale della reazione di decomposizione del sale di Frémy e la costante di velocità k . 3.0 pt

Ordine: _____

$k =$ _____



Ammine preoccupanti

(20.5 pt)

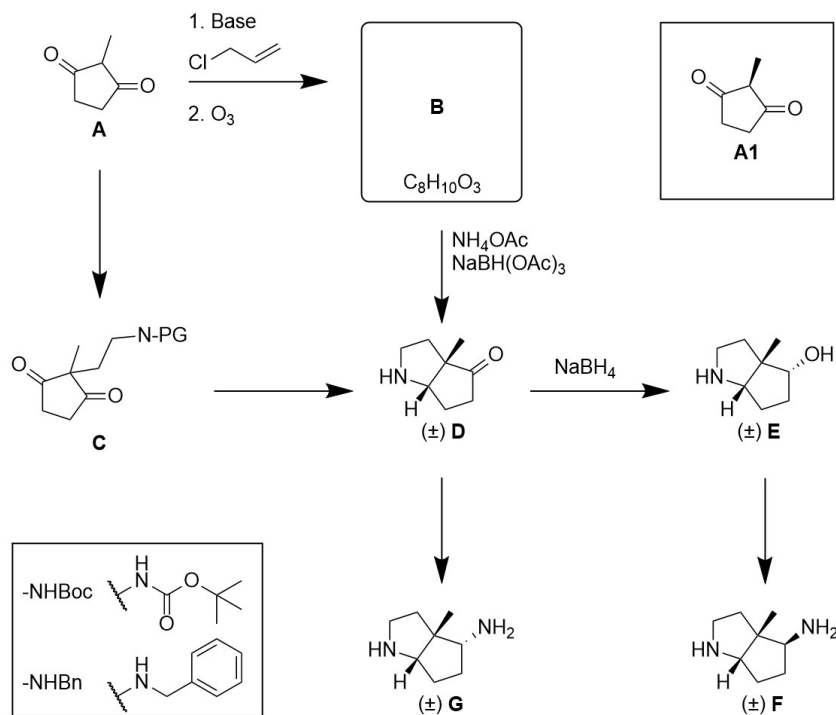
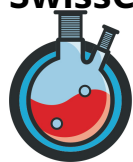
Le ammine sono onnipresenti nella chimica medicinale. Sono utili per portare in soluzione le molecole del farmaco protonato e quindi un sale solubile, offrire interazioni elettroniche e steriche fondamentali con il bersaglio del farmaco e sono anche maniglie molto versatili in chimica per legare assieme frammenti.

Tra i metodi più utili per la chimica delle ammine ci sono due reazioni: la amminazione riduttiva e la reazione Staudinger.

1. **La amminazione riduttiva** è una sequenza di reazione che consiste nella condensazione di un chetone o aldeide con un ammina, tipicamente con $\text{NaBH}(\text{OAc})_3$ or $\text{NaBH}_3(\text{CN})$. Anche se può essere usato nella reazione, NaBH_4 riduce anche i carbonili, rendendo la reazione molto meno economica e ad alto rendimento.
2. **La reazione Staudinger** è una riduzione di una porzione azidica a un'ammina usando PPh_3 e acqua. Inizialmente, un intermedio imminofosforano $\text{R}-\text{N}=\text{PR}_3$ altamente nucleofilo su N viene formato, dal quale viene rilasciata l'ammina attraverso un'idrolisi.

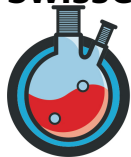
7.1	Ci sono due aspetti della reazione Staudinger che la guidano fortemente verso i prodotti. Identifica entrambi.	2.0 pt
------------	---	--------

I composti qui discussi sono elementi costitutivi per inibitori molto potenti di vari chinasi, una classe molto vasta e importante di enzimi.



7.2 Disegna la struttura di B.

2.0 pt



- 7.3** **Seleziona** per tutti i reagenti sottostanti, se sono o non sono adatti per ottenere **C** da **A**. La porzione N-PG in **C** può essere $-\text{NH}_2$, $-\text{N}_3$, $-\text{NHBn}$, $-\text{NHBoc}$. 2.0 pt

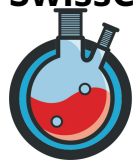
Reagente	Adatto	Non adatto
$\text{Cl}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NH}_2$, NaOH	☐	☐
$\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NHBoc}$, HCl	☐	☐
$\text{Br}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{N}_3$, NaH	☐	☐
$\text{Cl}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NHBn}$, NaH	☐	☐

- 7.4** **Seleziona** per tutte le condizioni sottostanti, se sono o non sono adatte per trasformare **C** in **D**, per quanto riguarda la tua scelta per la porzione N-PG. 2.0 pt

Condizione	Adatta	Non adatta
$\text{NaBH}(\text{OAc})_3$	☐	☐
$\text{NaBH}(\text{OAc})_3$, poi H_2 , Pd/C	☐	☐
HCl poi $\text{NaBH}(\text{OAc})_3$	☐	☐
PPh_3 poi $\text{NaBH}(\text{OAc})_3$	☐	☐

- 7.5** Il composto **D** è ottenuto come un racemo. Determina la configurazione assoluta alla posizione quaternaria dell'enantiomero nello schema secondo le regole CIP. 2.0 pt

Configuration: _____

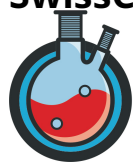


- 7.6 **Spiega** perché **A1** non può essere usato per sintetizzare selettivamente un enantiomero di **D**. Quando possibile, **illustra** la tua risposta. 2.0 pt

- 7.7 Sia la riduzione del chetone a **E** che l'amminazione riduttiva a **G** producono la stessa configurazione. Questo è piuttosto ovviamente dettato dalla sterica. **Disegna** una struttura per illustrare il concetto. 3.0 pt

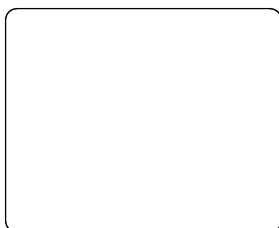
- 7.8 **Nomina** la relazione stereochimica fra **F** e **G**. 1.5 pt

Le diammine **F** e **G** possono poi essere funzionalizzate sugli atomi di azoto per ottenere composti attivi.

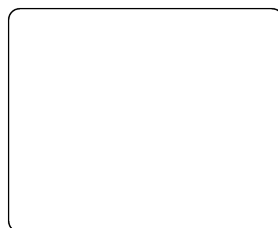


- 7.9 **Disegna** la struttura del composto ottenuto se acido acetico CH_3COOH viene aggiunto a una soluzione di **G** e lasciato a reagire. 1.0 pt

- 7.10 Se etil sulfonil cloruro (EtSO_2Cl) viene aggiunto a una soluzione di **F**, due prodotti (maggiore e minore) sono ottenuti, che precipitano fuori dalla soluzione. **Disegna** le strutture di entrambi i prodotti negli appositi campi. 3.0 pt



Prodotto maggiore



Prodotto minore



Problemi con l'idrogeno

(19.0 pt)

L'idrogeno liquefatto è un potenziale e promettente vettore energetico per applicazioni come le celle a combustibile a idrogeno. Su una scala industriale, raffreddare l'idrogeno può essere problematico, e verrà esaminato seguentemente. Il fenomeno sottostante in corso è la conversione tra due forme energeticamente differenti del diidrogeno (H–H): para- e orthoidrogeno. Una tabella con i dati termodinamici sull'idrogeno è riportata sotto.

Punto di ebollizione	20.3 K
Calore di vaporizzazione ($\Delta H_{\text{vap}}^\circ$)	0.90 kJ mol ⁻¹
Entalpia di formazione del paraidrogeno (g) ($\Delta_f H_{\text{para}}^\circ$)	0.00 kJ mol ⁻¹
Entalpia di formazione dell'orthoidrogeno (g) ($\Delta_f H_{\text{ortho}}^\circ$)	1.46 kJ mol ⁻¹
Densità di H ₂ liquido al punto di ebollizione ($\rho_{\text{H}_2(\text{l})}$)	0.071 g cm ⁻³
Capacità termica media ($C_p(\text{H}_2(\text{g}))$)	24.9 J mol ⁻¹ K ⁻¹

L'equilibrio delle due forme di idrogeno (isomeri spin) è dipendente sulla temperatura. Tuttavia, la conversione tra i due isomeri spin è cineticamente molto lenta. Per differenziare tra lo stato di equilibrio e il corrente stato (non in equilibrio), viene introdotto un quoziente di reazione. Il quoziente di reazione Q è espresso matematicamente come la costante di equilibrio K .

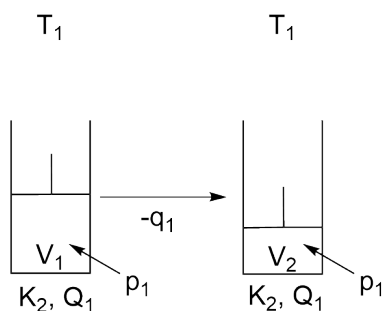
$$Q = K = \frac{[\text{H}_2]_{\text{ortho}}}{[\text{H}_2]_{\text{para}}}$$

La differenza tra K e Q è che per K vengono usate le concentrazioni a equilibrio, mentre per Q vengono usate le concentrazioni correnti (che potrebbero essere differenti dalle concentrazioni a equilibrio).

Abbiamo inserito $V_0 = 10.0 \text{ L}$ (a K_1) di idrogeno puro a 298.15 K (a K_1) in un pistone perfettamente isolato e lo abbiamo raffreddato al suo punto di ebollizione (T_1) sotto pressione atmosferica costante (p_1).

Questo processo dà un nuovo volume di $V_1 = 0.68 \text{ L}$ di gas d'idrogeno con una nuova costante d'equilibrio K_2 , tuttavia i contenuti sono ancora a Q_1 .

L'idrogeno è ora condensato, ma la temperatura viene tenuta costante a T_1 .



8.1 Determina il volume V_2 in mL di idrogeno liquefatto nel pistone.

2.0 pt

$V_2 =$ _____ mL

8.2 Calcola la quantità di calore q_1 in J rimossa dall'idrogeno in questa transizione di fase.

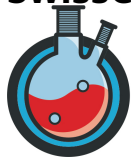
2.0 pt

$q_1 =$ _____
J

I problemi iniziano ora: all'inizio del 1900, i fisici hanno osservato che l'idrogeno esiste in due stati energeticamente diversi, a seconda dell'allineamento degli spin dei nuclei di protoni. Esiste il paraidrogeno con allineamento antiparallelo ($\uparrow\downarrow$) degli spin nucleari e l'ortoidrogeno con allineamento parallelo ($\uparrow\uparrow$) degli spin nucleari.

A 25 °C , la costante di equilibrio delle due forme

$$K_1 = \frac{p(\text{H}_{2\text{ortho}})}{p(\text{H}_{2\text{para}})} = 3.00$$



- 8.3** Determina ΔS° in $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ per la conversione tra le due forme a $T_0 = 298.15 \text{ K}$. 3.0 pt

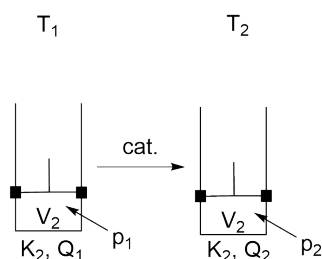
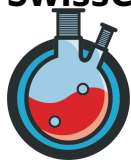
$\Delta S^\circ =$ _____
 $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$

Al punto di ebollizione dell'idrogeno, l'equilibrio si sposta su $K_2 = 0.002$. Questo valore può essere considerato costante per piccoli valori di $T < 50 \text{ K}$. La conversione tra le due forme è cineticamente molto lenta e richiede alcuni giorni.

- 8.4** Calcolare la variazione di entalpia ΔH dell'idrogeno liquido passando da K_1 a K_2 in J. 4.0 pt

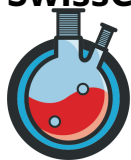
$\Delta H =$ _____ J

A causa del rapido raffreddamento e della lenta interconversione, il contenuto del pistone è ancora lo stesso di $T_0 = 298.15 \text{ K}$ (Q_1). Prevedi di aggiungere un catalizzatore estremamente potente in grado di riportare immediatamente la miscela all'equilibrio ($Q_2 = K_2$). Prima di aggiungere il catalizzatore, il pistone è stato bloccato in modo sicuro (come indicato dai quadrati neri nello schema), in modo che il volume rimanga sempre costante a V_2 .



Ora dobbiamo verificare quale sarà la pressione massima all'interno del pistone e se il pistone potrà scoppiare ($p > 10 \text{ MPa}$). A causa dell'aumento della pressione all'interno del pistone, il punto di ebollizione e ΔH_{vap} aumenteranno. Tuttavia, poiché ci interessa solo la pressione massima possibile, è possibile utilizzare gli stessi valori per il punto di ebollizione e ΔH_{vap} . Per lo stesso motivo, è possibile utilizzare C_p anziché C_V . Il pistone è completamente isolato, il che significa che tutta l'energia viene mantenuta all'interno del pistone.

- 8.5 Razionalizza** perché le ipotesi che il punto di ebollizione e ΔH_{vap} rimangano costanti, sono valide per calcolare la massima pressione possibile prodotta all'interno del pistone. 3.0 pt

**8.6**Calcola la temperatura T_2 in K e la pressione massima p_2 in MPa

5.0 pt

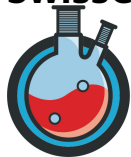
Nota: se non è stato possibile determinare V_2 in **8.3**, è possibile usare $V_2' = 10 \text{ mL}$ e se non è stato possibile determinare il ΔH in **8.7**, puoi usare $\Delta H' = -450 \text{ J}$.

Indica se il pistone rischia di scoppiare a questa pressione.

$T_2 =$ _____
K

$p_2 =$ _____
MPa

- ☐ Il pistone scoppierà
☐ Il pistone non scoppierà



Un anello

(24.0 pt)

Consiglio: i reagenti sono scritti sopra una freccia di reazione e, se non esplicitamente specificato, solo 1 eq. viene aggiunto. I solventi sono scritti sotto la freccia di reazione e sono presenti in un grande eccesso (>10 eq.). Dove scritto, l'espressione generale è 'reagente in solvente'.

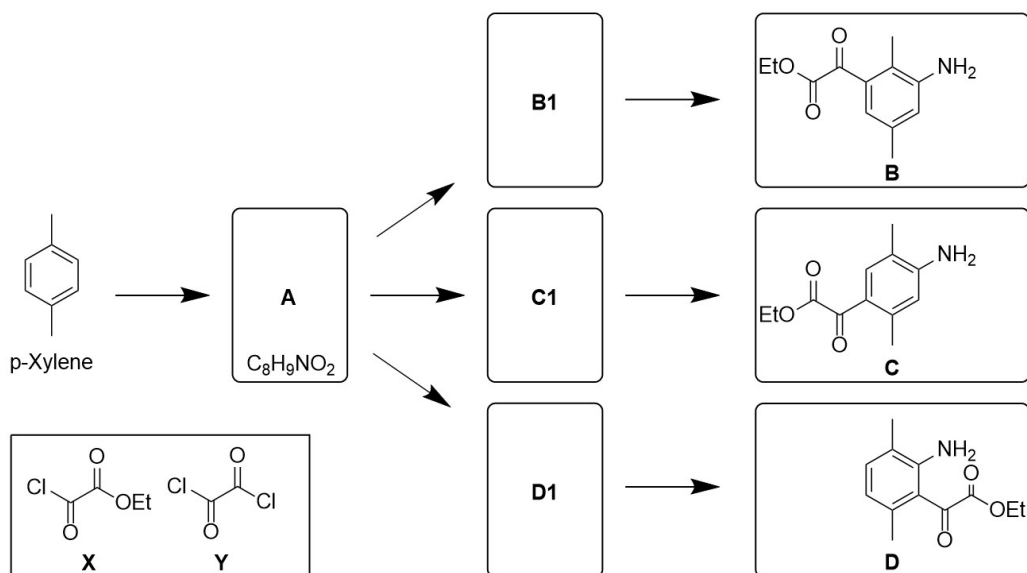
Benzene, toluene, e xileni – spesso abbreviati BTX – sono un gruppo di composti aromatici di grande importanza. Sullo spettro da petrolio grezzo a prodotti chimici raffinati, questi composti sono assieme ai primi da essere stati isolati come composti puri da distillati di petrolio grezzo, con un volume annuale di 40 milioni di tonnellate in 2010.

Una miscela di BTX può essere ottenuta dalla metilazione catalitica del benzene. La miscela di reazione grezza contiene un composto C_6 (benzene), un composto C_7 (toluene), e quattro composti C_8 . Questi sono *ortho*-, *meta*- e *para*-xilene (1,2- 1,3- 1,4- dimetilbenzene rispettivamente) assieme a un quarto composto che viene chiamato il 'quarto xilene' occasionalmente, giacché ha la stessa formula bruta C_8H_{10} e ha un centro aromatico.

9.1 Disegna la struttura del 'quarto xilene'

2.0 pt

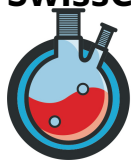
Gli xileni, nonostante la loro semplice struttura, offrono una chimica ricca e sono onnipresenti nell'industria e vita quotidiana e oltre all'uso come solvente.



9.2 Selezione per tutte le condizioni scritte sotto, se sono o non sono adatte per trasformare *p*-xylene in **A**. 2.0 pt

Condizioni	Adatte	Non adatte
N_2O_5 in CH_2Cl_2	☐	☐
HNO_3 in H_2SO_4	☐	☐
NO_2BF_4 in MeCN	☐	☐
HNO_3 in Ac_2O	☐	☐

9.3 Disegna tutti i possibili isomeri di **A**. 1.0 pt



- 9.4 Scegli una struttura disegnata nel problema precedente 9.3, **disegnalo** e **scrivi** il numero di segnali NMR osservati in ^1H NMR. 1.0 pt

Number of signals: _____

- 9.5 Usando **A** come il materiale d'inizio, **B**, **C** e **D** possono essere ottenuti in un paio di passaggi. Dalle condizioni sottoscritte, assegna le condizioni al prodotto corretto. 3.0 pt

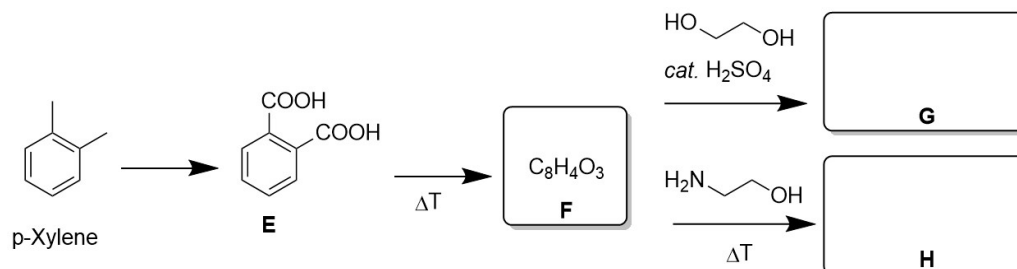
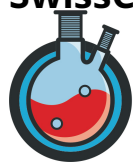
Nota: Sotto 1. sono i reagenti per il passaggio che portano agli intermedi **B1**, **C1** e **D1**, sotto 2. quelli che portano al prodotto finale.

Nota: Pd, V/C denota un catalista palladio-vanadio che riduce selettivamente gruppi nitro aromatici ad ammine, non toccando chetoni, esteri e altre funzionalità.

Condizioni	Prodotti (B/C/D)
1. H_2 , Pd, V/C poi NaH, Y ; 2. AlCl_3 , poi NaOEt in EtOH	
1. X , AlCl_3 ; 2. H_2 , Pd, V/C	
1. H_2 , Pd, V/C, poi NaH, X ; 2. X , AlCl_3 poi NaOEt in EtOH	

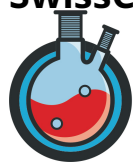
- 9.6 **Disegna** le strutture degli intermedi **B1**, **C1** e **D1**.

9.0 pt



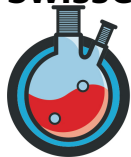
9.7 Quando si osserva i valori del pK_a di **E**, il secondo passaggio di deprotonazione è all'incirca un'unità più alto degli 1,3- e 1,4-diacidi. **Disegna** una struttura illustrando la ragione dietro questa differenza. 1.0 pt

9.8 **Disegna** la struttura di **F**. 1.0 pt



- 9.9 Il prodotto **G** è un composto polimerico. **Disegna** la struttura dell'unità ripetente. 2.0 pt

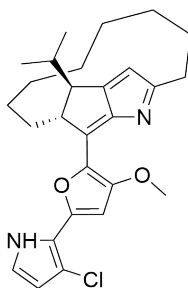
- 9.10 Se la reazione viene eseguita con etanolamina anziché con glicole etilenico, il prodotto ottenuto è **H**, che non è un polimero, ma una molecola con massa molecolare inferiore a 200 u. **Disegna** la struttura di **H**. 2.0 pt



Sintesi totale della (+)-Roseofilina

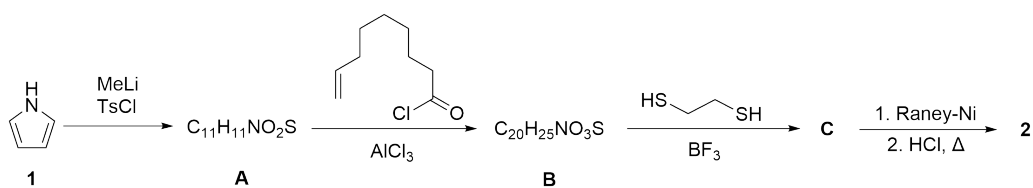
(25.0 pt)

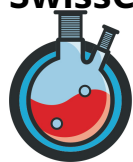
La (+)-Roseophilin è un antibiotico prodotto dal batterio *Streptomyces griseoviridis*, che è stato studiato per la sua attività antitumorale. Lo studio della roseofilina e dei composti correlati ha portato allo sviluppo di Obatoclax, un farmaco sperimentale potenzialmente efficace contro la leucemia e il cancro ai polmoni.



(+)-Roseophilin

La sintesi della (+)-roseofilina esplorata in questo esercizio si basa sulla via di P. G. Harran a partire dal pirrolo (**1**), che viene convertito in **2**, utilizzando, tra l'altro, il Raney-Nickel, un reagente versatile in grado di ridurre i solfuri in alcani.

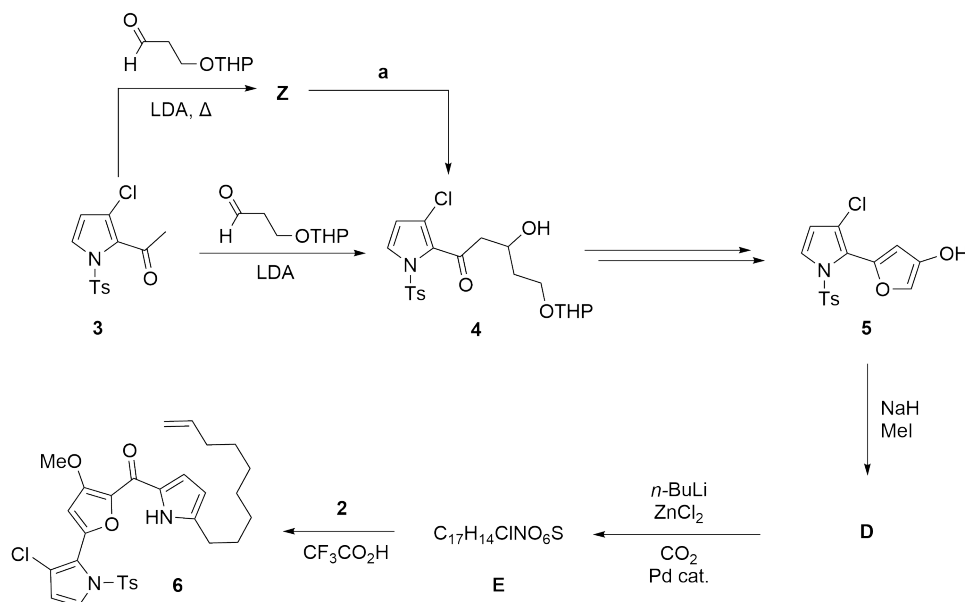
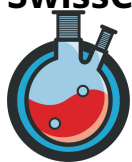




10.1 Disegna le strutture di **A**, **B** e **C**. **Si noti** che **C** contiene due anelli a cinque membri. 6.0 pt

10.2 Indica il nome della reazione che avviene tra **A** e **B**. 1.0 pt

La sintesi prende quindi il pirrolo sostituito **3**, lo modifica e infine lo combina con il frammento **2** per dare **6** - la catena dorsale quasi completa della roseofilina.



Le fasi da **3** a **6** esplorano reagenti ben consolidati e impiegano reagenti organozinco, che trasformano il carbonio in un potente nucleofilo, simile ai reagenti di Grignard.

- 10.3** Se la reazione da **3** a **4** viene riscaldata, si forma un prodotto diverso (**Z**). **Disegna** la struttura di tale prodotto. 2.0 pt

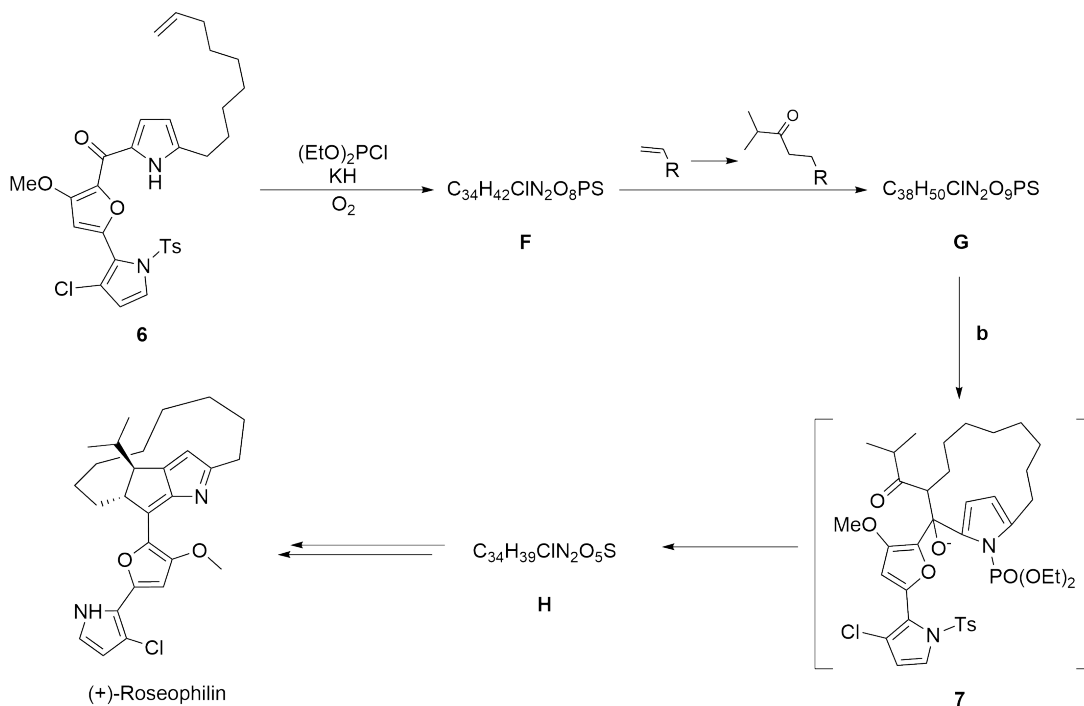
- 10.4** **Suggerisci** le condizioni **a** per convertire **Z** in **4**. Puoi considerare il gruppo THP stabile in condizioni ragionevoli per **a**. 1.0 pt

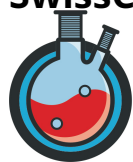


10.5 Disegna le strutture di **D** ed **E**.

4.0 pt

Negli ultimi passaggi della sintesi totale, **6** viene ulteriormente convertito e subisce una metatesi olefinica, passando da **F** a **G** (come mostrato sopra alla freccia). **G** viene poi trattato con **b** per dare l'intermedio **7**, che reagisce per formare **H**. In due ultimi passaggi viene sintetizzata la (+)-rosesofilina.





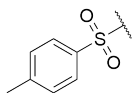
10.6 Disegna le strutture di **F**, **G** e **H**.

6.0 pt

10.7 Sul tuo foglio delle risposte, **seleziona**, per i reagenti indicati, se sono adatti o meno alle condizioni in **b** . 3.0 pt

Reagente	Adatto	Non adatto
NaBH ₄	☐	☐
LDA	☐	☐
MeMgBr	☐	☐
OsO ₄	☐	☐
KO ^t Bu	☐	☐
Ferrocene (Fe(C ₅ H ₅) ₂)	☐	☐

10.8 Spiega quali/e sono/è (le forze)/(la forza) motrici/a della reazione dall'intermedio **7** all'**H**. 2.0 pt



Ts



THP



LDA