

Il candidato svolga:

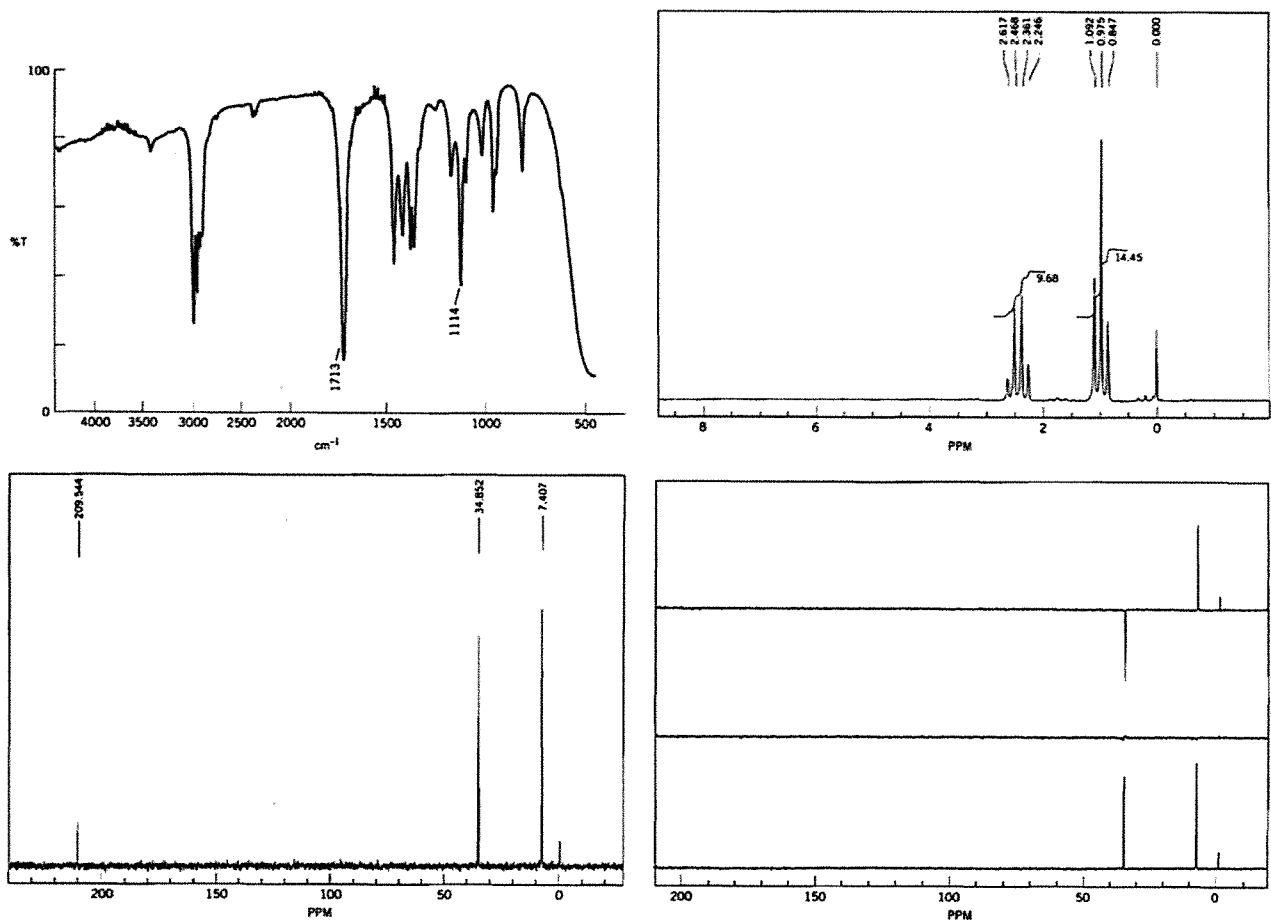
- OPZIONE A: tema + un esercizio a scelta tra 1-3
- OPZIONE B: esercizi 4,5,6.

### Tema:

Il concetto di acido e base in chimica.

### Esercizi

1. Descrivere la formula di struttura di un composto organico di formula  $C_5H_{10}O$  noti i suoi spettri IR,  $^1H$  NMR,  $^{13}C$  NMR e DEPT.



2. Dalla combustione di 5.5 g di propano ( $C_3H_8$ ) si sviluppano 277.4 kJ. Sapendo che l'entalpia molare di combustione del carbonio e dell'idrogeno valgono rispettivamente:  $-393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$  e  $-285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$ , si calcoli l'entalpia molare di formazione del propano.
3. Si sciolgono 3.485 L di ammoniaca gassosa (a 400 torr e  $25^\circ C$ ), in un volume di 150 mL di acqua [ $K_b(NH_3) = 1,80 \times 10^{-5}$ ]. Calcolare il pH della soluzione dopo l'aggiunta di: (a) 75.0 mL di acido cloridrico 0.500 M; (b) 75.0 mL di acido solforico 0.500 M.
4. Sia la Hamiltoniana di una particella in una dimensione la seguente

$$H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}kq^2 + \frac{1}{2}k'q^2 = H_0 + \frac{1}{2}k'q^2, \quad k, k' > 0.$$

- (a) Determinare gli autovalori di  $H_0$  ed  $H$ .
- (b) Si consideri il termine  $\frac{1}{2}k'q^2$  come una piccola perturbazione ad  $H_0$ . Si confronti il risultato precedente con il calcolo perturbativo al prim'ordine.
- (c) All'istante  $t = 0$  il sistema si trova nello stato fondamentale di  $H_0$ , si determini la probabilità  $P_n(t)$  di trovare il sistema in un generico autostato di  $H_0$ .
5. Un satellite di massa  $m$  in un'orbita circolare di raggio  $R$  attorno alla terra viene diviso in due parti  $A$ ,  $B$  di massa  $m_A = 3m/4$ ,  $m_B = m/4$ , da un'esplosione in un tempo trascurabile. Le velocità delle due parti subito dopo l'esplosione si trovano nel piano dell'orbita originale del satellite e formano angoli uguali  $\alpha_A = \alpha_B = \pi/3$  con il vettore velocità del satellite prima dell'esplosione. Determinare
- (a) il modulo delle velocità delle due parti subito dopo l'esplosione;
- (b) l'energia sviluppata dalla carica esplosiva;
- (c) il tipo di orbita di ciascuna parte;
- (d) la distanza massima e minima dal centro della terra della parte  $A$ .

6. Due guide verticali parallele conduttrici, distanti  $b$ , sono chiuse ad un estremo da un induttore di induttanza  $L$  come in figura 1. Lungo le guide può scivolare senza attrito, sotto l'azione della forza peso, una sbarretta conduttrice di massa  $m$ . Il circuito è immerso in un campo magnetico  $\mathbf{B}$  costante diretto ortogonalmente al piano del circuito stesso. Si calcoli la velocità  $v(t)$  della sbarretta sapendo che al tempo  $t = 0$ ,  $v(t = 0) = 0$ .

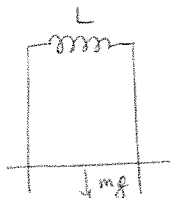


Figura 1:

20/17

cl



# ALLEGATO B

Il candidato svolga:

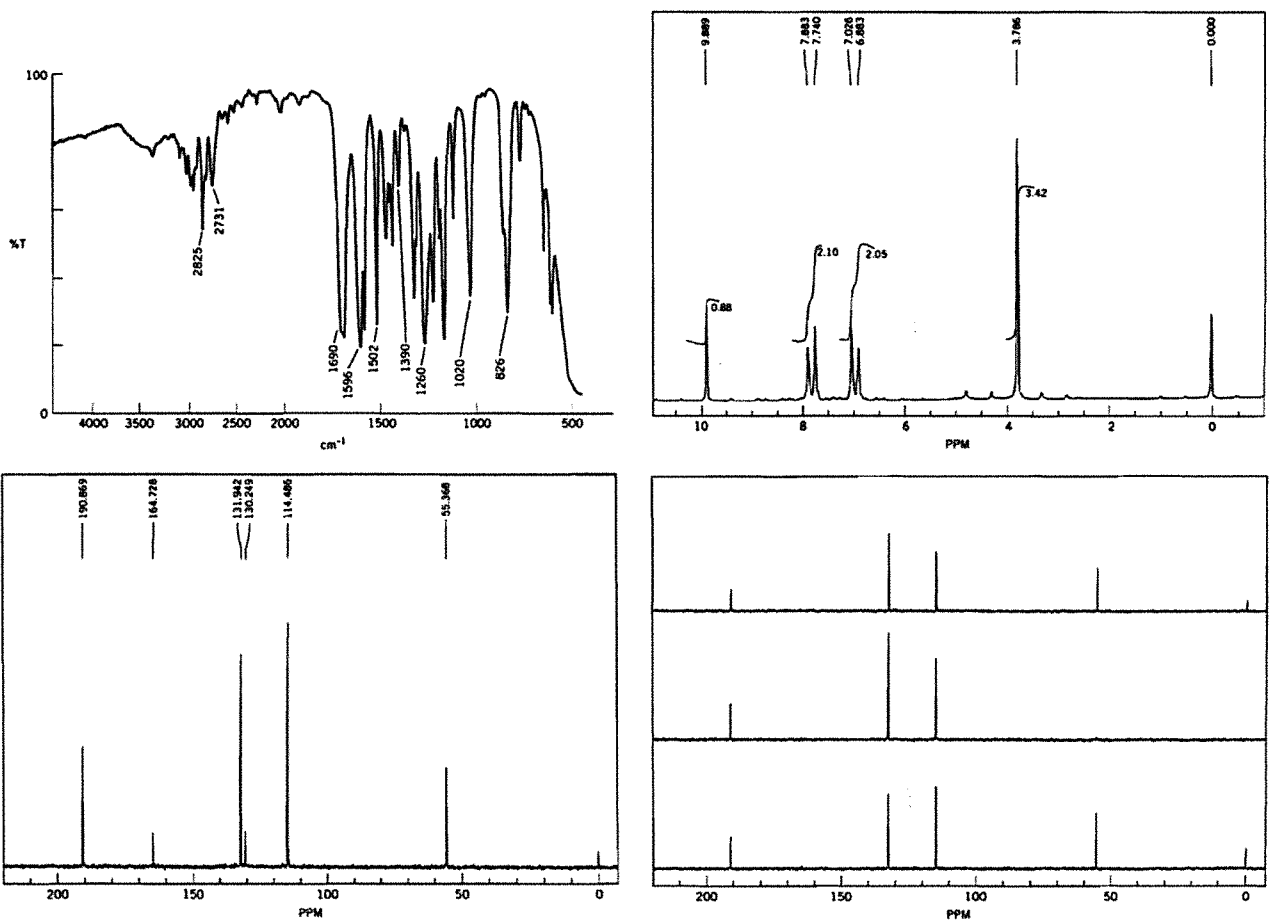
- **OPZIONE A:** tema + un esercizio a scelta tra 1-3
- **OPZIONE B:** esercizi 4,5,6.

## Tema:

Le reazioni chimiche. Aspetti cinetici e termodinamici.

## Esercizi

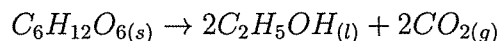
1. Descrivere la formula di struttura di un composto organico di formula  $C_8H_8O_2$  noti i suoi spettri IR,  $^1H$  NMR,  $^{13}C$  NMR e DEPT.



Handwritten signature

Handwritten signature

2. Sottoponendo a combustione 200 mL di etanolo ( $C_2H_5OH$ ) liquido ( $d = 0.80$  kg/L) si sviluppa una quantità di calore pari a 4750 kJ e sottoponendo a combustione 10.0 g di glucosio ( $C_6H_{12}O_6$ ) si sviluppa una quantità di calore pari a 155.87 kJ. Calcolare l'entalpia molare della reazione:



3. Alla temperatura di  $25^\circ C$ , a 100 mL di una soluzione acquosa 1.00 M di acido acetico, vengono aggiunti 200 mL di una soluzione acquosa di idrossido di sodio 0.500 M. Calcolare: (a) il pH della soluzione risultante e (b) il volume di acqua che bisogna aggiungere alla soluzione risultante affinché il pH diminuisca di un'unità. [ $K_a(\text{acido acetico}) = 1.8 \times 10^{-5}$ ].

4. Si consideri un sistema quantistico con Hamiltoniana  $H$  di cui sia noto che

$$\langle 1|H|1 \rangle = E, \quad \langle 2|H|2 \rangle = E, \quad \langle 1|H|2 \rangle = \langle 2|H|1 \rangle = \epsilon.$$

Al tempo  $t = 0$  il sistema si trova nello stato  $|1 \rangle$ . Nell'approssimazione in cui il sistema si può considerare ai fini pratici a due livelli, si determini

- (a) la probabilità che all'istante  $t$  il sistema si trovi nello stato  $|2 \rangle$ ;  
 (b) la probabilità che all'istante  $t$  il sistema si trovi nello stato  $|1 \rangle$ .

Sapreste indicare un sistema fisico che mostra un tale comportamento ?

5. A partire dalle equazioni di Maxwell nel vuoto si derivi:

- (a) l'equazione d'onda per le onde elettromagnetiche;  
 (b) l'espressione dei campi per un'onda piana monocromatica che propaga in direzione  $\mathbf{k}$ , trovando la relazione che lega la lunghezza d'onda  $\lambda$ , la frequenza  $\nu$  e la velocità di propagazione.

6. Una particella di massa  $m$  si muove nello spazio ed è sottoposta al seguente potenziale

$$V(z) = \begin{cases} 0 & z < 0 \\ U & z > 0 \end{cases}$$

con  $U$  costante. Se inizialmente la particella si trova nella zona  $z < 0$  con velocità nota  $\mathbf{v}_1$ , se ne determini la velocità nella zona  $z > 0$ .

# ALLEGATO C

Il candidato svolga:

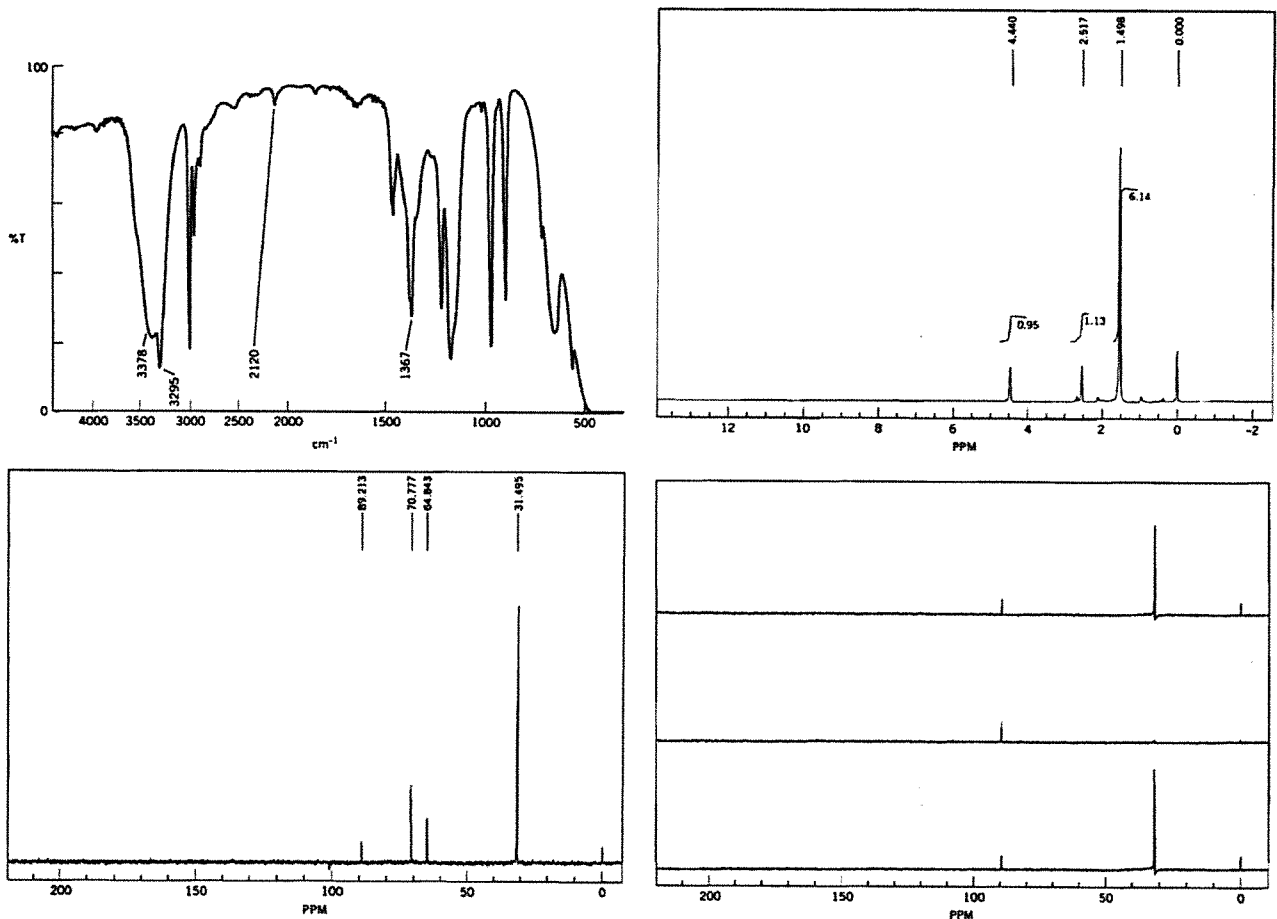
- OPZIONE A: tema + un esercizio a scelta tra 1-3
- OPZIONE B: esercizi 4,5,6.

## Tema:

Tecniche spettroscopiche in chimica

## Esercizi

1. Descrivere la formula di struttura di un composto organico di formula  $C_5H_8O$  noti i suoi spettri IR,  $^1H$  NMR,  $^{13}C$  NMR e DEPT.



2. Alla temperatura di 500 K, in un reattore di volume pari a 3.00 L vengono immerse 0.045 mol della sostanza A. Avviene la reazione:  $A \rightarrow 3B + C$  che segue una cinetica del primo ordine. Dopo 3.00 min si misura una concentrazione di B pari a 0.018 M. Calcolare
- la costante cinetica della reazione a questa temperatura.
  - Determinare la costante cinetica a  $100^\circ C$ , sapendo che l'energia di attivazione della reazione è 12.35 kJ/mol.
3. A 250 mL di una soluzione di acetato di magnesio 0.500 M si aggiungono in sequenza: (a) 30.0 g di una soluzione di acido acetico al 28%p/p; (b) 1.47 g di potassio. Calcolare il pH della soluzioni (a) e (b). [Ka(acido acetico) =  $1.8 \times 10^{-5}$ ] (Considerare invariato il volume della soluzione in seguito all'aggiunta)
4. Si consideri una particella di spin 1/2 e sia  $\mathbf{S} = \frac{\hbar}{2}\boldsymbol{\sigma}$  il suo operatore di spin. Siano  $|\pm\rangle$  gli autostati di  $\sigma_z$ .
- Sia  $\mathbf{n}$  il vettore di componenti  $(\sin\theta \cos\phi, \sin\theta \sin\phi, \cos\theta)$ . Determinare a partire da  $|+\rangle$  l'autostato  $|+n\rangle$  con autovalore +1 di  $\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{n}$ , ovvero tale che
 
$$\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{n} | + n \rangle = | + n \rangle .$$
  - Si calcoli il seguente prodotto scalare  $\langle + | + n \rangle$  e lo si confronti con  $\mathbf{z} \cdot \mathbf{n}$ .



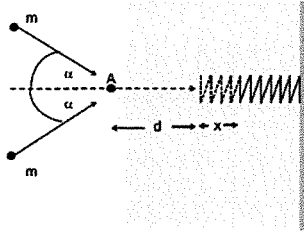


Figura 1:

5. Due punti materiali di massa identica  $m$  si muovono su un piano orizzontale liscio urtandosi nel punto  $A$  della figura in modo completamente anelastico. Dopo l'urto, il punto materiale risultante entra in una zona scabra percorrendo una distanza di lunghezza  $d$  prima di comprimere una molla di costante elastica  $k$  di un tratto  $x$  (dove ancora il piano è scabro). Sempre con riferimento alla figura 1, sapendo l'angolo  $\alpha = \pi/6$  e che i moduli delle velocità iniziali valgono  $v_1 = v_2 = v_{in}$ , si chiede di determinare
- Il vettore velocità dopo l'urto;
  - il valore del coefficiente di attrito dinamico del tratto scabro;
  - il tratto percorso dai due corpi all'indietro dopo che hanno compresso la molla del tratto  $x$ .
6. Due guide verticali parallele conduttrici, distanti  $b$ , sono chiuse ad un estremo da un resistore di resistenza  $R$  come in figura 2. Lungo le guide può scivolare senza attrito, sotto l'azione della forza peso, una sbarretta conduttrice di massa  $m$ . Il circuito è immerso in un campo magnetico  $\mathbf{B}$  costante diretto ortogonalmente al piano del circuito stesso. Si calcoli la velocità  $v(t)$  della sbarretta sapendo che al tempo  $t = 0$ ,  $v(t = 0) = 0$ .

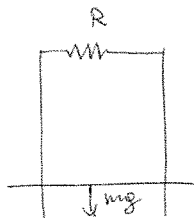


Figura 2:

CP  
LPR

