

**STRUMENTAZIONE INDUSTRIALE CHIMICA**

14 GENNAIO 2019

*Informazioni sulla valutazione delle risposte:*

*nel caso di domande con risposte multiple, più di una risposta può essere giusta;*

*nel caso di risposta sbagliata verranno tolti 0.25 punti;*

*nel caso di risposte contenenti valori numerici si richiede di riportare i calcoli che hanno portato a tali risultati, altrimenti, anche nel caso di risposta giusta, non verrà assegnato alcun punteggio.*

**ESERCIZIO 1**

Cosa si intende per trasduttore attivo e trasduttore passivo?

*Trasduttore attivo: dispositivo in grado di trasformare una grandezza fisica non elettrica in una grandezza elettrica senza ausilio di sorgenti esterne di energia*

*Trasduttore passivo: dispositivo che richiede sorgenti esterne di energia per la trasformazione di una grandezza fisica non elettrica in una grandezza elettrica*

**ESERCIZIO 2**

Un manometro a molla tipo Bourdon per misurazioni di pressione relativa è installato su un serbatoio. Nel caso in cui il cursore sia posizionato sul valore 3.5 psi, il serbatoio sarà:

- a) in depressione
- b) in pressione
- c) a pressione atmosferica
- d) a pressione  $> 2$  atm

*b) in pressione*

**ESERCIZIO 3**

Come vengono designati i diversi tipi di termocoppie? Si riportino almeno due tipi di termocoppie, con relative caratteristiche.

*I diversi tipi di termocoppie vengono designati con un simbolo (S, R, B, E, J, K, T, N, W3, W5).*

Tipo		Limiti di temperatura (°C)	Descrizione
Simbolo	Materiali		
S	Pt10%Rh - Pt	-50 / 1760	Termocoppia a base di metalli nobili (Platino e Rodio) permette di ottenere misure molto precise. Particolarmente resistente alle alte temperature viene solitamente usata in atmosfere ossidanti. Poco raccomandata in atmosfere riducenti o che contengano vapori di metallo.
R	Pt13%Rh - Pt	-50 / 1760	Come la termocoppia tipo "S" ma con percentuali diverse dei due metalli.
B	Pt30%Rh - Pt6%Rh	0 / 1820	Termocoppia a base di metalli nobili che grazie alla maggiore quantità di Rodio rispetto ai tipi "S" e "R" la rendono più resistente alle alte temperature ed agli stress meccanici.
E	Chromel-Costantana Cr - Co	-270 / 1000	Termocoppia con alto potere termoelettrico che unisce il polo positivo della termocoppia tipo "K" e il polo negativo della termocoppia tipo "J". Particolarmente indicata in atmosfere ossidanti.
J	Ferro - Costantana Fe - Co	-210 / 1200	Termocoppia formata dal polo positivo in ferro e da quello negativo in costantana (lega a base di rame e nichel). Indicata per misure di medie temperature in atmosfere riducenti e con presenza di idrogeno e carbone. La presenza del ferro ne pregiudica il buon funzionamento in atmosfere ossidanti.
K	Chromel - Alumel Cr - Al	-270 / 1370	Termocoppia a base di leghe contenenti nichel adatta per misure di alte temperature in atmosfere ossidanti. Non utilizzabile in atmosfere riducenti.
T	Rame - Costantana Cu - Co	-270 / 400	Termocoppia che permette accurate misure a bassa temperatura in atmosfere ossidanti e riducenti.
N	Nicrosil - Nisil	0 / 1300	Termocoppia per alte temperature simile alla tipo "K" ma con minor isteresi
W3	W3%Re - W25%Re	0 / 2310	Termocoppia per altissime temperature composta da un polo positivo di Tungsteno contenente in 3% di Renio e da un polo negativo di Tungsteno contenente il 25% di Renio. Particolarmente resistente in atmosfere riducenti e in presenza di idrogeno o di altro gas inerte. Non può essere usata in aria o in atmosfere ossidanti.
W5	W5%Re - W26%Re	0 / 2310	Termocoppia molto simile alla W3 ma con una percentuale di Renio maggiore che ne aumenta la resistenza meccanica. Altre caratteristiche identiche alla termocoppia tipo W3

costantana = lega Cu-Ni; chromel = lega Ni-Cr; alumel = lega Ni-Al-Si;  
nicrosil = lega 14.20 Cr, 1.40 Si, bal. Ni; nisil = lega 4.40 Si, 0.10 Mg, bal. Ni;

**ESERCIZIO 4**

Elencare le diverse tipologie di dispositivi di strozzamento. Per la misura di quale variabile di processo sono impiegati?

*Diaframma Calibrato o Flangia Tarata o Disco Forato*

*Boccaglio*

*Venturimetro*

*Sono impiegati per la misura della portata.*

**ESERCIZIO 5**

Indicare, in maniera sintetica, almeno un vantaggio ed uno svantaggio delle termocoppie rispetto alle termoresistenze.

*Vantaggi termocoppie : autoeccitanti (trasduttori attivi), grande versatilità (intervallo di temperature molto ampio), robustezza (funzionamento in ambienti critici), possibilità di cavi di collegamento lunghi, basso costo*

*Svantaggi termocoppie : minore accuratezza, minore sensibilità, caratteristica di funzionamento non lineare (su ampi intervalli di temperatura), necessità di un sensore per la misura della temperatura del giunto di riferimento (non sono sensori di temperatura per misure assolute), tempi di risposta lunghi (tranne che nel caso di giunto caldo esposto)*

**ESERCIZIO 6**

Elencare i misuratori che consentono di misurare direttamente la portata massica di un fluido.

*Misuratori a effetto Coriolis*

*Misuratori termici di portata massica*

**ESERCIZIO 7**

Si riportino 5 misuratori continui di livello.

- *Misuratori a vasi comunicanti*
- *Misuratori a galleggiante o a spinta idrostatica*
- *Misuratori a pressione*
- *Misuratori a gorgogliamento*
- *Misuratori capacitivi*
- *Misuratori sonici*
- *Misuratori ottici*
- *Misuratori a radioisotopi*
- *Misuratori a massa*
- *Misuratori resistivi*
- *Misuratori a tasteggio*

**ESERCIZIO 8**

Indicare le principali caratteristiche e i limiti di impiego dei misuratori di livello a conducibilità termica.

*Sono costituiti da una sonda contenente un termistore alimentato, la cui resistenza è funzione della conducibilità termica del mezzo in cui si trova. In presenza di mezzi con conducibilità termica diversa si verifica una diversa dissipazione termica e quindi varia la sua temperatura e quindi la sua resistenza.*

*Usati per misurare stati di livello di liquidi non conduttivi.*

*La sonda deve operare a contatto con il liquido, quindi sono indicati per liquidi chimicamente non aggressivi.*

NOME:

N. MATRICOLA:

### **ESERCIZIO 9**

Nell'immagine è raffigurato:

*un misuratore a vasi comunicanti di tipo magnetico*

usato per

*misure di livello*



### **ESERCIZIO 10**

Nell'immagine sono raffigurati:

*misuratori resistivi*

usati per

*misure di livello*



**ESERCIZIO 11**

Discutere brevemente la versatilità analitica dei metodi di emissione atomica basati su sorgenti a plasma ad accoppiamento induttivo (ICP) rispetto ai metodi di assorbimento atomico.

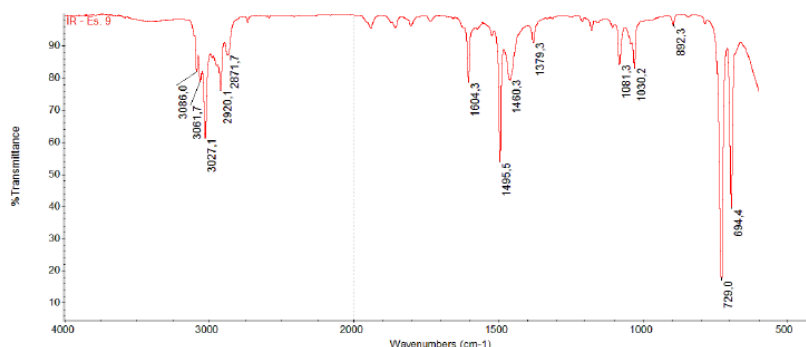
*Nel caso della tecnica ICP il campo di linearità della risposta analitica può giungere a 4 ordini di grandezza. Inoltre, trattandosi di una tecnica di emissione, è possibile esplorare la presenza di più elementi quantificandone le concentrazioni rispettive, effettuando la scansione in lunghezza d'onda della radiazione emessa.*

*Nel sistema Assorbimento Atomico occorre ricorrere alla sostituzione delle specifiche lampade a catodo cavo per quantificare la presenza di più elementi presenti nel campione.*

*La linearità di risposta è meno estesa e ciò comporta spesso la necessità di diluire più volte il campione per portare il campione nel campo di linearità.*

**ESERCIZIO 12**

Lo spettro di assorbimento relativo ad un composto organico, qui rappresentato, è stato acquisito da quale tipo di strumento? Quale è la definizione di Trasmittanza percentuale in ordinata e numero d'onda (*wavenumber*) in ascissa, rispettivamente?



Strumento: Spettrofotometro IR

Trasmittanza percentuale:  $T \% = \frac{P}{P_0} \times 100$

Numero d'onda:  $\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} [cm^{-1}]$

**ESERCIZIO 13**

Una specie chimica in soluzione assorbe radiazione luminosa a 244 nm ( $\epsilon = 1.6 \cdot 10^4$  [L/mole·cm]). In una cella con cammino ottico di 10 cm il valore della trasmittanza è risultato pari a  $T = 0.7482$ . Calcolare la concentrazione della specie.

$$A = \log_{10} \frac{1}{T} = 0.126$$

$$A = l \cdot \epsilon_{\lambda} \cdot c$$

$$0.126 = 10 \cdot 1.6 \cdot 10^4 \cdot c$$

$$c = \frac{0.126}{10 \cdot 1.6 \cdot 10^4} = 7.87 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

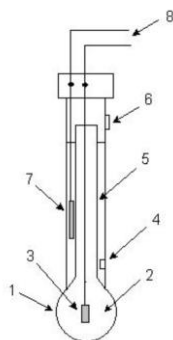
**ESERCIZIO 14**

Quale è la struttura che caratterizza gli spettrofotometri a serie di diodi?

*La caratteristica è che il monocromatore ha un'uscita del raggio proveniente dal reticolo che non è una fenditura stretta, ma una apertura che consente l'uscita di un campo di raggi di lunghezze d'onda ampio che colpiscono il rivelatore costituito da una fila di diodi affiancati, ognuno dei quali raccoglie una determinata lunghezza d'onda.*

**ESERCIZIO 15**

Schematizzare ed illustrare brevemente i principi di funzionamento di un elettrodo a vetro per la misura del pH.



**1 : membrana di vetro**

**2 : soluzione acquosa (HCl 0.1 N)  $[H^+] = \text{costante}$**

**3 : elettrodo di riferimento interno Ag/AgCl**

**Accoppiamento con elettrodo di riferimento Ag/AgCl**

**4 : setto poroso**

**5 : soluzione di KCl**

**6 : bocchetta di reintegro KCl**

**7 : elettrodo di riferimento Ag/AgCl incorporato ai fini della misura potenziometrica**

**8 : cavo coassiale**

*L'elettrodo a vetro (vedi 1, 2 e 3) è il tipo più diffuso di elettrodo a membrana; è idoneo alla misura del pH. È costituito da un tubo di vetro che termina con una sottile membrana di vetro speciale, avente la forma di un bulbo, che ha la proprietà di scambiare gli ioni  $H^+$  con la soluzione in cui è immersa. Si crea una d.d.p all'interfaccia con la soluzione, detta potenziale di membrana, causata dalla diversa concentrazione degli ioni  $H^+$  tra la parte interna, ove la  $[H^+]$  è costante, e quella esterna che è a contatto con la soluzione di cui si vuol misurare il pH. Il potenziale misurato risulta linearmente dipendente dal pH della soluzione esterna alla membrana di vetro.*

**ESERCIZIO 16**

Illustrare sinteticamente in che cosa consiste la cromatografia.

*La cromatografia è una tecnica di separazione dei componenti di una miscela basata sulla migrazione differenziata delle sostanze da separare attraverso due fasi tra loro immiscibili.*

*In tutti i metodi cromatografici i componenti di una miscela si separano distribuendosi tra due fasi: una fase stazionaria (un solido o un liquido su un supporto solido inerte), ed una fase mobile (un gas o un liquido) che fluisce in modo continuo attraverso la fase stazionaria. La separazione è dovuta principalmente a due effetti: la distribuzione dei soluti fra la fase stazionaria e la fase mobile, e l'effetto di trascinamento dei soluti da parte della fase mobile, che avviene con velocità inversamente proporzionale all'affinità per la fase stazionaria dei componenti la miscela.*

*Le tecniche cromatografiche permettono la separazione e l'analisi quali-quantitativa dei componenti di miscele complesse. Oltre che in campo analitico tali tecniche sono impiegate per scopi preparativi ed industriali.*

**ESERCIZIO 17**

L'analisi gascromatografica di una miscela di idrogeno, azoto, monossido di carbonio e metano, effettuata impiegando un gascromatografo con rivelatore a conducibilità termica, ha fornito picchi con aree rispettivamente di 100050, 100120, 40220 e 8210 unità.

Indicare, motivando la risposta, se è possibile calcolare, esclusivamente sulla base dei dati forniti nell'esercizio, la composizione (in percentuale molare o volumetrica) della miscela.

*No, non è possibile, in quanto è necessario tenere conto dei fattori di risposta di ciascun componente (il fattore di risposta può essere determinato registrando il cromatogramma di una miscela standard che contiene le stesse sostanze a concentrazione nota e operando nelle stesse condizioni operative).*

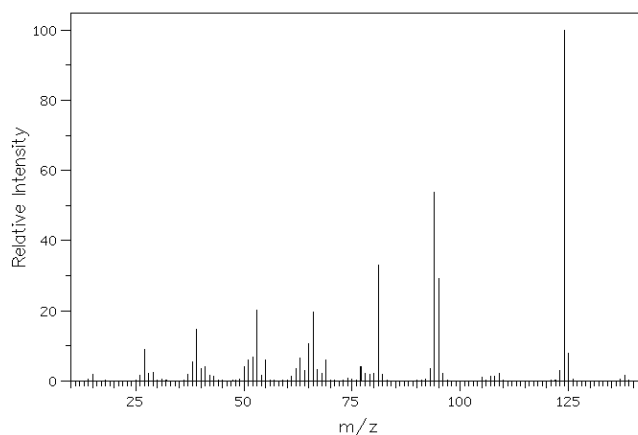
**ESERCIZIO 18**

Indicare, giustificando la risposta, se in una determinazione gascromatografica è possibile impiegare un rivelatore azoto/fosforo ed un rivelatore a ionizzazione di fiamma in serie.

*Non è possibile, poiché entrambi i rivelatori sono di tipo distruttivo.*

**ESERCIZIO 19**

Disegnare uno spettro di massa.

**ESERCIZIO 20**

Indicare almeno due rivelatori idonei per la determinazione gascromatografica delle seguenti specie:

- Idrogeno: *rivelatore a conducibilità termica (TCD), spettrometro di massa (MS)*
- Metano: *rivelatore a conducibilità termica (TCD), rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID), spettrometro di massa (MS)*
- Ammoniaca: *rivelatore a conducibilità termica (TCD), rivelatore a fotoionizzazione (PID), spettrometro di massa (MS)*
- Azoto: *rivelatore a conducibilità termica (TCD), spettrometro di massa (MS)*
- Ossigeno: *rivelatore a conducibilità termica (TCD), spettrometro di massa (MS)*
- Solfuro di idrogeno: *rivelatore a conducibilità termica (TCD), rivelatore a fotometria di fiamma (FPD), rivelatore a fotoionizzazione (PID), spettrometro di massa (MS)*
- Benzene: *rivelatore a conducibilità termica (TCD), rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID), rivelatore a fotoionizzazione (PID), spettrometro di massa (MS)*
- Toluene: *rivelatore a conducibilità termica (TCD), rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID), rivelatore a fotoionizzazione (PID), spettrometro di massa (MS)*