

## Giochi della Chimica 2026

### Fase regionale – Classe A – Soluzioni guidate

1. Individuare l'affermazione ERRATA a proposito dei numeri di ossidazione:

- A) la somma algebrica dei numeri di ossidazione degli atomi in un composto neutro è uguale a zero
- B) la diminuzione del numero di ossidazione di un elemento corrisponde a un acquisto di elettroni
- C) il numero di ossidazione del fluoro, essendo l'atomo più elettronegativo conosciuto, è sempre +1
- D) in uno ione monoatomico il numero di ossidazione dell'elemento corrisponde alla carica dello ione

#### 1. Soluzione

Per attribuire il N.O., si devono attribuire gli elettroni del legame tra due atomi all'atomo più elettronegativo, per questo il fluoro ha sempre numero di ossidazione  $-1$  (non  $+1$ ) in tutte le molecole dove lega un atomo diverso da sè. Nella molecola  $F_2$ , però, il legame è tra atomi uguali e il fluoro ha N.O. zero. (Risposta C)

2. Ricordando che i solidi metallici sono noti per condurre la corrente elettrica e che questa caratteristica è dovuta alla "mobilità" degli elettroni, cosa puoi dedurre?

- A) sia le particelle che costituiscono i nuclei che gli elettroni sono mobili
- B) parte degli elettroni degli atomi metallici sono mobili
- C) le particelle che costituiscono il nucleo sono anch'esse mobili per evitare sbilanciamenti di carica
- D) la conduzione è dovuta a tutti gli elettroni presenti negli atomi metallici

#### 2. Soluzione

Nei metalli, gli orbitali di legame e antilegame sono delocalizzati, abbracciano un gran numero di atomi e hanno energie molto simili tanto che si parla di banda di valenza e banda di conduzione. La differenza di energia tra queste è così piccola che un elettrone di valenza può passare facilmente dall'orbitale di legame e quello di antilegame e così può muoversi liberamente da un atomo all'altro del reticolo cristallino spinto dalla differenza di potenziale applicata. Per questo i metalli sono ottimi conduttori. (Risposta B)

3. Indicare in quale molecola dei seguenti acidi alogenidrici il legame covalente è più polare.

- A) HF
- B) HCl
- C) HBr
- D) HI

#### 3. Soluzione

Il legame covalente è più polare quando vi è una grande differenza di elettronegatività tra gli atomi coinvolti. Dato che tutte queste molecole hanno il primo atomo uguale (idrogeno), la molecola più polare sarà quella in cui il secondo atomo è più elettronegativo, quindi HF. (Risposta A)

4. Indicare la sostanza che può reagire con NaOH per formare un sale.

- A)  $H_2O$
- B) HF
- C)  $NH_3$
- D)  $CH_4$

#### 4. Soluzione

Un sale si forma nella reazione di una base (in questo caso NaOH) con un acido. Qui il solo acido è HF.



5. Una soluzione acquosa  $1,00 \text{ mmol/L}$  di una sostanza contiene, in  $1 \text{ dm}^3$ , una quantità chimica di soluto pari a:

- A)  $1,00 \cdot 10^3 \text{ mol}$
- B)  $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
- C)  $6,02 \cdot 10^{23} \text{ molecole}$
- D)  $1,00 \text{ mol}$

#### 5. Soluzione

Dato che  $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ , questa soluzione contiene  $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  in un  $\text{dm}^3$ .

(Risposta B)

6. Indicare la concentrazione degli ioni  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  in una soluzione acquosa 0,0165 mol/L di  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

- A)  $[\text{Al}^{3+}] = 0,0495$  mol/L e  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0330$  mol/L  
 B)  $[\text{Al}^{3+}] = 0,0165$  mol/L e  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0247$  mol/L  
 C)  $[\text{Al}^{3+}] = 0,0330$  mol/L e  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0495$  mol/L  
 D)  $[\text{Al}^{3+}] = 0,165$  mol/L e  $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,328$  mol/L

### 6. Soluzione

$[\text{Al}^{3+}] = 2 C = 2 \cdot 0,0165 = 0,0330$  M;  $[\text{SO}_4^{2-}] = 3 C = 3 \cdot 0,0165 = 0,0495$  M. (Risposta C)

7. Indicare il composto in cui l'atomo di azoto ha numero di ossidazione N.O. = +3.

- A)  $\text{NaNO}_3$                       B)  $\text{NH}_4\text{Cl}$                       C)  $\text{NH}_3$                       D)  $\text{HNO}_2$

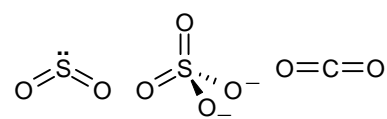
### 7. Soluzione

$\text{NaNO}_3$  contiene  $\text{N}^{5+}$  ( $3 \cdot 2 - 1$ );  $\text{NH}_4\text{Cl}$  e  $\text{NH}_3$  contengono  $\text{N}^{3-}$ ;  $\text{NaNO}_2$  contiene  $\text{N}^{3+}$  ( $2 \cdot 2 - 1$ ). (Risposta D)

8. Considerando le formule di struttura secondo la convenzione di Lewis, indicare nell'ordine la forma della molecola di  $\text{SO}_2$ , dello ione solfato  $\text{SO}_4^{2-}$  e della molecola di  $\text{CO}_2$ .

- A) lineare, tetraedrica e angolata (a V)                      B) angolata (a V), tetraedrica e angolata (a V)  
 C) angolata (a V), tetraedrica e lineare                      D) triangolare, tetraedrica e lineare

### 8. Soluzione



Le tre molecole hanno, nell'ordine, geometria angolata, tetraedrica e lineare.

Dato che lo zolfo è un elemento del 3° periodo, oltre agli orbitali 3s e 3p, dispone anche di orbitali 3d e quindi può fare più di 4 legami e può andare oltre l'ottetto elettronico. La molecola di  $\text{SO}_2$  è angolata perché lo zolfo deve

sistemare tre coppie di elettroni attorno a sé: due coppie di legame (i legami  $\pi$  non contano) e una di non legame. Queste si dispongono nel piano con angoli di circa  $120^\circ$ , così il legame OSO è angolato. (Risposta C)

9. Il primo modello atomico di Bohr...

- A) permette di calcolare posizione e velocità di un elettrone  
 B) si basa sulla meccanica quantistica  
 C) prevede anche orbite ellittiche  
 D) permette all'elettrone di occupare qualsiasi posizione intorno al nucleo

### 9. Soluzione

Il primo modello atomico di Bohr era ancora basato sulla meccanica classica, prevedeva solo orbite circolari (quelle ellittiche sono state introdotte poi da Sommerfeld), non consentiva all'elettrone di percorrere un'orbita qualsiasi, ma erano permesse solo alcune orbite dettate da opportuni numeri quantici. (B, C, D errate).

Permetteva di calcolare in ogni momento posizione e velocità dell'elettrone che si muoveva su orbite circolari attorno al nucleo come un pianeta attorno al sole. (Risposta A)

10. Se a un atomo è fornita energia, diventa un atomo eccitato e ...:

- A) la maggior parte degli elettroni resta nello stato fondamentale e solamente quelli del *core* sono promossi a elettroni di valenza  
 B) un solo elettrone acquista energia e occuperà una nuova posizione intorno al nucleo  
 C) uno o più elettroni non risentono dell'influenza del nucleo e formano uno ione negativo  
 D) uno o più elettroni di valenza acquistano energia che, ritornando allo stato fondamentale, riemettono sotto forma di quanto

### 10. Soluzione

Quando un atomo viene eccitato, un elettrone di valenza assorbe una radiazione di opportuna frequenza per saltare in un orbitale vuoto a energia maggiore. Quando l'elettrone torna allo stato fondamentale, l'energia accumulata viene rilasciata sotto forma di radiazione elettromagnetica. La frequenza di questa radiazione dipende dal salto energetico compiuto dall'elettrone durante il ritorno. In condizioni di alta energia, è possibile che un atomo abbia più elettroni contemporaneamente in stato eccitato. Quando questi elettroni tornano allo stato fondamentale, ognuno di essi rilascia l'energia accumulata emettendo un proprio fotone. (Risposta D)

**11.** Alla stessa pressione e temperatura, un serbatoio è riempito prima con un gas X. Il peso del gas risulta 14,2 g. Il serbatoio è svuotato e riempito con aria, la massa contenuta è pari a 5,78 g. Sapendo che il peso molecolare medio dell'aria è 28,9, calcolare il peso molecolare del gas X.

- A) 45,5
- B) 98,3
- C) 121,4
- D) 71,0

**11. Soluzione**

Due gas, nelle stesse condizioni di P, V e T hanno lo stesso numero di moli:  $n = PV/RT$ .

Dato che  $n = m/MM$ , per i due gas vale:  $n = m_A/MM_A = m_X/MM_X$

Quindi:  $MM_X = (m_X/m_A)MM_A$   $MM_X = (14,2/5,78)28,9 = 71,0$ . (Risposta D)

**12.** Qual è il comportamento corretto da seguire quando si maneggiano sostanze chimiche sconosciute in laboratorio?

- A) annusarle direttamente e toccarle con le mani per identificarle e verificarne la consistenza
- B) consultare la scheda di sicurezza dopo l'uso per verificare di aver operato correttamente
- C) mescolarle con acqua per testarne la reazione e comprenderne la pericolosità
- D) leggere l'etichetta e consultare la scheda di sicurezza prima dell'uso

**12. Soluzione**

Annusare e toccare una sostanza pericolosa è un grave errore.

Consultare la scheda di sicurezza dopo l'uso può essere drammaticamente troppo tardi.

Non è possibile comprendere la pericolosità di una sostanza solo mescolandola con acqua.

Leggendo l'etichetta e la scheda di sicurezza avrete un'idea precisa sulla pericolosità della sostanza. (Risposta D)

**13.** Se una bilancia digitale riporta una massa di 12,340 g, quante cifre significative ha la misura?

- A) 3
- B) 4
- C) 5
- D) 6

**13. Soluzione**

Gli zeri dopo la virgola sono cifre significative. La sensibilità di questa bilancia è di  $\pm 1$  mg.

Quindi le cifre significative sono 5.

(Risposta C)

**14.** Quale affermazione riguarda la valenza di un elemento chimico?

- A) è il numero di legami covalenti che un atomo è in grado di formare
- B) è il numero di neutroni presenti nel nucleo di un atomo
- C) è il numero di elettroni presenti nel livello energetico più interno
- D) è il numero atomico dell'elemento

**14. Soluzione**

Il numero atomico (numero di protoni) e il numero di neutroni sono caratteristiche del nucleo, non della valenza, anche se il numero atomico identifica un atomo nella tavola periodica e di conseguenza le sue valenze.

Per definizione, la valenza è legata al numero di legami che un atomo può fare.

(Risposta A)

**15.** Quale delle seguenti è una proprietà tipica dei solidi ionici?

- A) conducono elettricità nello stato solido ma non quando sono disciolti
- B) sono malleabili e duttili come i metalli vista la loro natura di sali derivanti da metalli
- C) sono generalmente insolubili in solventi polari come l'acqua
- D) hanno punti di fusione e di ebollizione elevati e conducono elettricità quando fusi o in soluzione

**15. Soluzione**

I solidi ionici (NaCl) non conducono elettricità allo stato solido: gli ioni sono bloccati nel reticolo cristallino.

Non sono malleabili perchè se facciamo scorrere un piano di ioni rispetto a quello adiacente, faremo incontrare ioni di carica uguale e le forze repulsive romperanno il cristallo. Nei metalli questo non accade, il legame metallico rimane attivo anche se un piano di atomi scorre rispetto all'altro.

I solidi ionici (NaCl) sono spesso solubili in acqua. (A, B, C errate)

Hanno punti di fusione e di ebollizione elevati e conducono elettricità quando fusi o in soluzione. (Risposta D)

16. Il diamante è:

- A) un solido ionico formato da carbonio e idrogeno
- B) una molecola costituita da atomi di carbonio legati tra loro da forze deboli
- C) una forma metallica del carbonio che conduce bene l'elettricità
- D) un solido covalente a reticolo tridimensionale

**16. Soluzione**

Il diamante è un solido covalente a reticolo tridimensionale nel quale ogni atomo di carbonio è legato a 4 atomi di carbonio posti ai vertici di un tetraedro regolare formando una struttura tridimensionale regolare estesa a miliardi di atomi. L'intero cristallo di diamante si può considerare una singola, gigantesca molecola. (Risposta D)

17. La resa percentuale di una reazione può risultare inferiore al 100% perché:

- A) la legge di conservazione della massa può non essere rispettata
- B) i reagenti non si trasformano completamente in prodotti
- C) il prodotto ottenuto ha massa inferiore ai reagenti
- D) il calcolo stechiometrico non permette di stimare la resa teorica

**17. Soluzione**

Se i reagenti non si trasformano completamente in prodotti la resa sarà inferiore al 100%. (Risposta B)

18. L'entalpia di formazione standard ( $\Delta H^\circ_f$ ):

- A) è positiva per tutti i composti puri nello stato standard
- B) si riferisce alla formazione di una quantità di sostanza in condizioni standard
- C) è uguale a zero per tutti i composti puri nello stato standard
- D) è la variazione di entalpia per formare 1 mole di composto a partire dai suoi elementi nello stato standard

**18. Soluzione**

L'entalpia di formazione standard è la variazione di entalpia per formare 1 mole di composto a partire dai suoi elementi nello stato standard e vale zero per gli elementi nello stato standard, non per i composti. (Risposta D)

19. Indicare il pH a 25 °C di una soluzione di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$   $1,5 \cdot 10^{-3}$  mol/L.

- A) 11,5
- B) 10,5
- C) 7,5
- D) 5,0

**19. Soluzione**

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  è completamente dissociato in acqua, quindi avremo:  $[\text{OH}^-] = 2 C = 3 \cdot 10^{-3}$  M.

$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = 2,5$        $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,5 = 11,5$ . (Risposta A)

20. Quale tra le seguenti soluzioni è un tampone alcalino?

- A)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$
- B)  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$
- C)  $\text{HCl} + \text{NaCl}$
- D)  $\text{NaOH} + \text{KOH}$

**20. Soluzione**

Una soluzione tampone deve contenere un acido debole e la sua base coniugata.

La massima efficacia di un tampone si ha quando l'acido e la base coniugata sono presenti in concentrazioni uguali, in questo caso il tampone fissa il pH ad un valore pari al  $\text{pK}_a$  dell'acido:  $\text{pH} = \text{pK}_a - \log[\text{acido}]/[\text{base}]$

Le coppie C e D non sono tamponi perché non contengono un acido debole e la sua base coniugata.

Il tampone acido acetico/acetato agisce intorno a pH 4,7 ( $\text{pK}_a$  dell'acido acetico).

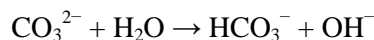
Il tampone ammoniacale/ammonio agisce intorno a pH 9,3 ( $\text{pK}_a$  dell'ammonio). (Risposta B)

21. Il carbonato di sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) sciolto in acqua produce una soluzione:

- A) neutra
- B) acida
- C) basica
- D) ossidante

**21. Soluzione**

La reazione è:



Si liberano ioni  $\text{OH}^-$  che creano un ambiente basico.

(Risposta C)

22. Quanti grammi di  $\text{BaCl}_2$  devono essere pesati per preparare 2,0 L di una soluzione di  $\text{BaCl}_2$  0,20 mol/L (MM  $\text{BaCl}_2 = 208,23$  g/mol)?

- A) 41,64 g                      B) 83,29 g                      C) 0,8329 g                      D) 208,2 g

### 22. Soluzione

Le moli necessarie di  $\text{BaCl}_2$  sono:  $n = MV = 0,20 \cdot 2,0 = 0,4$  mol.

La massa di  $\text{BaCl}_2$  è:  $m = n \text{ MM} = 0,4 \cdot 208,23 = 83,29$  g. (Risposta B)

23. La temperatura di fusione dell'acqua è la temperatura alla quale:

- A) il ghiaccio si trasforma in vapore  
 B) l'acqua liquida evapora  
 C) l'acqua liquida solidifica  
 D) il vapore acqueo liquefa

### 23. Soluzione

La temperatura di fusione dell'acqua è la temperatura alla quale sono in equilibrio acqua solida e liquida cioè ghiaccio e acqua. Quindi è la temperatura alla quale l'acqua liquida ghiaccia. (Risposta C)

24. Il titanio ha la seguente configurazione elettronica:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ .

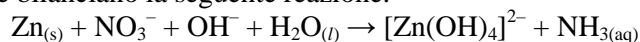
Quale dei seguenti composti del titanio NON esiste?

- A)  $\text{K}_3\text{TiF}_6$                       B)  $\text{K}_2\text{TiF}_6$                       C)  $\text{K}_2\text{TiO}_4$                       D)  $\text{K}_2\text{Ti}_2\text{O}_5$

### 24. Soluzione

Gli elettroni di valenza del titanio sono 4:  $4s^2 3d^2$ . Quindi il titanio può perdere al massimo 4 elettroni:  $\text{Ti}^{4+}$  (N.O.)  
 In  $\text{K}_3\text{TiF}_6$  abbiamo  $\text{Ti}^{3+}$ . In  $\text{K}_2\text{TiF}_6$  abbiamo  $\text{Ti}^{4+}$ . In  $\text{K}_2\text{Ti}_2\text{O}_5$  abbiamo  $\text{Ti}^{4+}$ . Queste 3 molecole possono esistere.  
 In  $\text{K}_2\text{TiO}_4$  abbiamo  $\text{Ti}^{6+}$ , questa molecola non può esistere. (Risposta C)

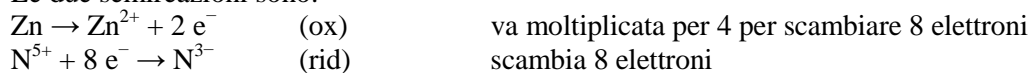
25. Indicare i coefficienti che bilanciano la seguente reazione:



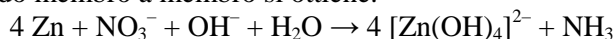
- A) 4, 1, 7, 6, 4, 1                      B) 8, 2, 14, 12, 8, 2                      C) 3, 1, 5, 4, 3, 1                      D) 4, 2, 2, 5, 2, 2

### 25. Soluzione

Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 4 e sommando membro a membro si ottiene:



Bilanciando le cariche e poi la massa si ottiene:



26. Indicare la geometria degli atomi di  $\text{PCl}_4^+$ .

- A) tetraedrica                      B) lineare                      C) a squadra                      D) trigonale bipyramidale

### 26. Soluzione

Il fosforo ha 5 elettroni di valenza, quindi  $\text{P}^+$  ha 4 elettroni di valenza come il carbonio.

$\text{PCl}_4^+$  ha la stessa geometria tetraedrica di  $\text{CCl}_4$ . (Risposta A)

27. Indicare la serie di sostanze ordinate per punto di ebollizione crescente:

- A)  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl}$   
 B)  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{KCl}$   
 C)  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{KCl}$   
 D)  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

### 27. Soluzione

Il punto di ebollizione più basso è quello di  $\text{H}_2$ , un gas leggero, il più alto è quello di  $\text{KCl}$ , un sale (D errata).

$\text{H}_2\text{O}$  ha un punto di ebollizione maggiore del metanolo  $\text{CH}_3\text{OH}$  a causa dei forti legami a idrogeno (B, C errate).

$\text{H}_2\text{S}$  ha un punto di ebollizione maggiore di  $\text{CH}_4$ , sono entrambi gas a  $25^\circ\text{C}$ , ma  $\text{H}_2\text{S}$  è più pesante. (Risposta A)

28. Quanti grammi di  $K_2Cr_2O_7$  (MM = 294,2 g/mol) è necessario decomporre per ottenere  $2,56 \cdot 10^{25}$  atomi di potassio?

- A)  $13,2 \cdot 10^3$  g      B)  $39,5 \cdot 10^3$  g      C)  $26,4 \cdot 10^3$  g      D)  $6,25 \cdot 10^3$  g

### 28. Soluzione

Le moli di K che vogliamo ottenere sono:  $2,56 \cdot 10^{25} / 6,022 \cdot 10^{23} = 42,5$  mol.

Le moli necessarie di sale  $K_2Cr_2O_7$  sono la metà:  $42,5/2 = 21,26$  mol.

La massa che contiene queste moli è:  $m = n \text{ MM} = 21,26 \cdot 294,2 = 6253$  g ( $6,25 \cdot 10^3$  g). (Risposta D)

29. Una soluzione è stata preparata mescolando volumi uguali di soluzioni acquose di NaOH 0,10 mol/L e di  $NH_4Cl$  0,20 mol/L.

Indicare il pH della soluzione finale a equilibrio raggiunto ( $pK_b(NH_3) = 4,75$ ).

- A) il pH sarà vicino alla neutralità perché hanno reagito un acido con una base  
 B) il pH sarà vicino a 5 perché il cloruro di ammonio è presente in quantità maggiore  
 C) il pH sarà vicino a 9 perché si forma un tampone ammoniacale  
 D) non è possibile rispondere perché non si conoscono i volumi

### 29. Soluzione

Le moli di NaOH sono la metà di quelle di  $NH_4Cl$ , quindi metà dell'ammonio viene convertita in  $NH_3$  e alla fine avremo una soluzione con quantità uguali di ammonio e ammoniaca, una soluzione tampone. Il pH è dato da:

$pH = pK_a - \log[\text{acido}]/[\text{base}]$  quindi:  $pH = pK_a - \log 1$  cioè:  $pH = pK_a$ .

Il  $pK_a$  dello ione ammonio vale  $pK_a = 14 - pK_b = 14 - 4,75 = 9,25$ . Avremo  $pH = 9,25$ . (Risposta C)

30. Indicare il nuclide che si ottiene dalla cattura di un protone da parte del  $^{85}_{37}\text{Rb}$ .

- A)  $^{85}_{36}\text{Kr}^+$       B)  $^{84}_{36}\text{Kr}^-$       C)  $^{86}_{38}\text{Sr}^+$       D)  $^{86}_{38}\text{Sr}^-$

### 30. Soluzione

La cattura di un protone fa aumentare il numero di massa ( $85 \rightarrow 86$ ) e anche il numero atomico ( $37 \rightarrow 38$ ).

La specie con numero atomico 38 è Sr e (se non si cattura anche un elettrone) si ottiene  $^{86}_{38}\text{Sr}^+$ . (Risposta C)

31. Indicate i giudizi V/F (vero/falso) per le seguenti affermazioni:

- i) il numero quantico di spin è il verso di rotazione dell'elettrone intorno al nucleo;  
 ii) il numero quantico principale determina univocamente l'energia dell'elettrone solo in un atomo monoelettronico.

- A) i) V; ii) F      B) i) V; ii) V      C) i) F; ii) F      D) i) F, ii) V

### 31. Soluzione

Il numero quantico di spin ( $\pm 1/2$ ) è associato ad una ipotetica rotazione dell'elettrone su se stesso (in realtà lo spin è una proprietà intrinseca dell'elettrone) e non alla rotazione attorno al nucleo (F).

Il numero quantico principale  $n$  è il solo a determinare l'energia in un atomo monoelettronico.

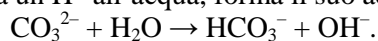
In un atomo con più elettroni, gli effetti di schermatura creano dei sottolivelli di energia legati al tipo di orbitale in cui si trova l'elettrone (s, p, d) per cui entra in gioco anche il numero quantico secondario  $l$ . (V). (Risposta D)

32. Indicare quale dei seguenti equilibri spiega, in base alla teoria di Brønsted-Lowry, il fatto che le soluzioni acquose di carbonato di sodio siano basiche.

- A)  $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HCO}_3^-_{(aq)} \rightarrow \text{NaHCO}_3_{(aq)}$   
 B)  $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{NaH}_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$   
 C)  $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{HCO}_3^-_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$   
 D)  $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{OH}^-_{(aq)}$

### 32. Soluzione

In soluzione, il carbonato strappa un  $\text{H}^+$  all'acqua, forma il suo acido coniugato  $\text{HCO}_3^-$  e la base coniugata dell'acqua  $\text{OH}^-$ .



(Risposta C)

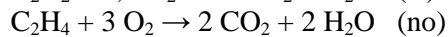
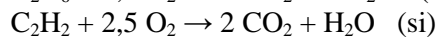
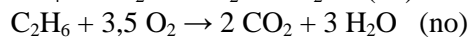
33. Un gas Y può essere formato da CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> o C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. La combustione completa di 10,0 mL di Y richiede 25,0 mL di O<sub>2</sub>. I volumi sono riferiti alla stessa P e T. Indicare la formula del gas.

- A) CH<sub>4</sub>                      B) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>                      C) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>                      D) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

### 33. Soluzione

Per i gas, a parità di condizioni di P e T, il volume è proporzionale al numero di moli  $n$ .

Cerchiamo la reazione di combustione in cui il rapporto in moli idrocarburo : O<sub>2</sub> sia di 1 : 2,5.



(Risposta C)

34. Quale dei seguenti dispositivi di protezione individuale (DPI) è obbligatorio indossare in un laboratorio chimico?

- A) guanti in lattice  
B) occhiali di protezione  
C) mascherina FFP2  
D) cappa di aspirazione

### 34. Soluzione

Gli occhiali di protezione devono essere indossati sempre in laboratorio perché in qualsiasi momento si può verificare un incidente che investe il viso con un reattivo chimico e gli occhi sono particolarmente delicati.

I guanti di lattice devono essere usati quando si maneggiano reattivi.

(Risposta B)

35. Quale affermazione sui metalli alcalini è corretta?

- A) hanno due elettroni nel livello di valenza e formano ioni 2+  
B) hanno un solo elettrone nel livello di valenza e formano ioni 1+  
C) sono poco reattivi e si trovano in natura allo stato elementare  
D) hanno energie di ionizzazione comparabili agli altri metalli

### 35. Soluzione

I metalli alcalini appartengono al primo gruppo della tavola periodica e quindi hanno configurazione  $n s^1$  (escludendo H,  $1s^1$ ), possiedono un solo elettrone nel livello di valenza e formano ioni 1+.

(Risposta B)

36. La cella elementare di un solido cristallino è:

- A) la porzione di cristallo più piccola che contiene la formula minima del composto  
B) la più piccola unità strutturale che, ripetuta nello spazio, genera l'intero reticolo cristallino  
C) la più piccola unità strutturale che contiene la molecola presente nel cristallo  
D) la porzione di cristallo che contiene l'unità ripetitiva di ioni che compongono il solido ionico

### 36. Soluzione

La cella elementare di un solido cristallino è la più piccola unità strutturale che, ripetuta nello spazio, genera l'intero reticolo cristallino.

(Risposta B)

37. Quale relazione esiste generalmente tra energia di legame e distanza di legame?

- A) all'aumentare della distanza di legame aumenta anche l'energia di legame  
B) legami più corti sono associati a energie di legame maggiori  
C) non esiste una relazione tra energia e distanza di legame  
D) l'energia di legame dipende solo dalla massa degli atomi coinvolti

### 37. Soluzione

La distanza di legame è il risultato di un sottile equilibrio tra forze repulsive tra i due nuclei positivi e forze attrattive tra un nucleo e gli elettroni messi in comune in quel legame. Più forte è il legame, più piccola diventa la distanza di legame. Questo può accadere perché il legame oltre al carattere covalente ha anche una percentuale di carattere ionico (differenza di elettronegatività) o perché il legame singolo diventa doppio o triplo. (Risposta B)

38. L'aumento di temperatura in una reazione endotermica all'equilibrio provoca:

- A) lo spostamento dell'equilibrio verso i prodotti
- B) lo spostamento dell'equilibrio verso i reagenti
- C) nessun effetto sull'equilibrio
- D) una diminuzione della costante di equilibrio

**38. Soluzione**

Per la legge dell'equilibrio mobile, un aumento di temperatura sposta l'equilibrio nella direzione che contrasta la variazione di T, quindi nella direzione in cui la reazione consuma calore.

Se la reazione è endotermica, un aumento di temperatura sposta l'equilibrio verso i prodotti. (Risposta A)

39. Calcolare la concentrazione in % m/m di una soluzione ottenuta solubilizzando 20,0 g di NaCl (MM = 58,4 g/mol) in 1,2 kg di H<sub>2</sub>O (d = 1,0 g/mL).

- A) 0,16% m/m
- B) 16,4% m/m
- C) 1,64% m/m
- D) 0,82% m/m

**39. Soluzione**

La % m/m indica la massa di soluto in 100 g di soluzione. Quindi:  $20/(1200 + 20) \cdot 100 = 1,64\%$ . (Risposta C)

40. Quale tra le seguenti sostanze NON è elettrolita?

- A) NaCl
- B) HCl
- C) KOH
- D) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (glucosio)

**40. Soluzione**

Le prime tre sostanze sono elettroliti forti, cioè sono completamente dissociate in acqua, mentre il glucosio non è dissociato, infatti possiede gruppi OH alcolici, meno acidi dell'acqua. (Risposta D)

41. Il seguente pittogramma indica pericolo legato a:



- A) sostanze gassose che possono reagire violentemente con l'acqua
- B) gas tossici con effetto sulla salute umana
- C) gas compressi, liquefatti o disciolti sotto pressione
- D) gas combustibili estremamente infiammabili

**41. Soluzione**

Il pittogramma mostra una bombola di gas, indica un pericolo legato a gas compressi, liquefatti o disciolti sotto pressione. (Risposta C)

42. Qual è il principale vantaggio dell'estrattore Soxhlet rispetto all'estrazione liquido-liquido tradizionale?

- A) permette la separazione di solidi insolubili
- B) utilizza basse temperature per non degradare i composti
- C) consente un'estrazione continua del solido senza usare grandi volumi di solvente fresco
- D) è più rapido di qualsiasi altra tecnica di estrazione

**42. Soluzione**

Un estrattore Soxhlet ricicla sempre lo stesso solvente per effettuare più estrazioni in serie. Spesso è usato per estrarre lipidi da un campione solido. Il campione è posto in un filtro a ditale nel quale viene introdotto il solvente che opera una prima estrazione. La soluzione estratta travasa in un pallone sottostante dove il solvente puro viene distillato per tornare nel ditale ed effettuare una seconda estrazione. Il processo si ripete molte volte e così permette di effettuare molte estrazioni in serie usando sempre con lo stesso solvente puro. (Risposta C)

43. Secondo la teoria di Lewis, quale delle seguenti specie può essere considerata un acido?

- A)  $\text{NH}_3$                       B)  $\text{BF}_3$                       C)  $\text{OH}^-$                       D)  $\text{Cl}^-$

#### 43. Soluzione

Secondo la teoria di Lewis sono acide le sostanze che possiedono orbitali vuoti in cui accettano elettroni da una base.

$\text{Cl}^-$  è una specie neutra e non possiede orbitali di valenza vuoti.

Il problema fa riferimento al fatto che una molecola come  $\text{BF}_3$  è acida anche se non possiede  $\text{H}^+$ .

Infatti  $\text{BF}_3$  ha un orbitale 2p vuoto nel quale può accettare elettroni dall'acqua (ma non solo) creando un ambiente acido secondo la reazione:  $\text{BF}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BF}_3\text{OH} + \text{H}^+$ .

Il concetto di acido e base però è molto scivoloso. L'ammoniaca, per esempio si può comportare da base secondo la reazione:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  ( $\text{pK}_a$  9,3), ma si può anche comportare da acido secondo la reazione:  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_2^- + \text{H}^+$  ( $\text{pK}_a$  34). La risposta più semplice a questa domanda resta comunque  $\text{BF}_3$ . (Risposta B)

44. Indicare tra le seguenti l'unica affermazione ERRATA:

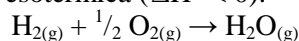
- A) una soluzione di  $\text{NaCl}$  in acqua bolle a temperature più elevate rispetto all'acqua pura  
 B) la solubilità di un composto in acqua dipende dalla temperatura  
 C) l'aria è una miscela di  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ , Ar e altri gas  
 D) la solubilità del diossido di carbonio in acqua aumenta all'aumentare della temperatura

#### 44. Soluzione

La solubilità dei gas in acqua diminuisce con l'aumentare della temperatura.

Le bottiglie di acqua gassata sono un ottimo esempio di questo fenomeno, infatti, mantengono meglio la  $\text{CO}_2$  disciolta se tenute in frigorifero. (Risposta D)

45. La reazione di formazione dell'acqua è esotermica ( $\Delta H^\circ < 0$ ).



Indicare, nell'ordine, l'effetto sull'equilibrio delle seguenti variazioni ( $\chi$  = frazione molare):

- i) diminuzione di  $\chi(\text{H}_2)$ ;  
 ii) aumento di  $\chi(\text{O}_2)$ ;  
 iii) diminuzione di T

- A) si sposta a destra; si sposta a sinistra; si sposta a sinistra  
 B) si sposta a sinistra; si sposta a destra; si sposta a destra  
 C) si sposta sempre a destra  
 D) si sposta sempre a sinistra

#### 45. Soluzione

Per la legge dell'equilibrio mobile, una diminuzione della concentrazione di  $\text{H}_2$  sposta l'equilibrio a sinistra.

Un aumento della concentrazione di  $\text{O}_2$  sposta l'equilibrio a destra.

Una diminuzione di T sposta l'equilibrio verso destra, la direzione in cui si libera calore ( $\Delta H^\circ < 0$ ). (Risposta B)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato