

## Giochi della Chimica 2026

### Fase nazionale – Classe A – Soluzioni guidate

1. Uno studente deve preparare una soluzione a concentrazione nota usando un matraccio tarato. Dopo aver sciolto il soluto, riempie il matraccio con il solvente oltre il segno di taratura e poi elimina l'eccesso con una pipetta. Qual è l'effetto sull'effettiva concentrazione della soluzione preparata?

- A) è maggiore del valore previsto
- B) è uguale al valore previsto avendo eliminato l'eccesso aggiunto al matraccio
- C) è minore del valore previsto
- D) dipende dalla temperatura a cui si opera perché modifica la densità dell'acqua

#### 1. Soluzione

Lo studente ha aggiunto una quantità di acqua maggiore del dovuto, quindi la soluzione è più diluita del previsto. Quando elimina l'eccesso con una pipetta, non elimina solo acqua, ma anche una parte di soluto. (Risposta C)

2. Una soluzione viene diluita aggiungendo acqua. Cosa succede alla sua concentrazione molare, tenendo conto che è una proprietà intensiva?

- A) aumenta
- B) diminuisce
- C) rimane costante
- D) non è possibile rispondere mancando il valore iniziale

#### 2. Soluzione

Quando una soluzione viene diluita con acqua, la concentrazione molare (mol/L) diminuisce dato che le moli sono le stesse, ma aumenta il volume della soluzione. (Risposta B)

3. Quale tra le seguenti specie contiene più neutroni?

- A)  $^{12}\text{C}$
- B)  $^{15}\text{N}$
- C)  $^{18}\text{O}$
- D)  $^{20}\text{Na}$

#### 3. Soluzione

Il numero di massa A, scritto in alto a sinistra dell'atomo, indica la somma di protoni e neutroni ( $A = p + n$ ).

$^{12}\text{C}$  (6 protoni) contiene 6 neutroni.  $^{15}\text{N}$  (7 protoni) contiene 8 neutroni.  $^{18}\text{O}$  (8 protoni) contiene 10 neutroni.

$^{20}\text{Na}$  (11 protoni) contiene 9 neutroni. (Risposta C)

4. Quale tra i seguenti composti è un ossido acido?

- A) HCl
- B) CaO
- C)  $\text{CO}_2$
- D)  $\text{HNO}_3$

#### 4. Soluzione

HCl e  $\text{HNO}_3$  non sono ossidi, ma acidi, infatti un ossido è un composto binario dell'elemento con ossigeno.

Qui ci sono due ossidi: CaO e  $\text{CO}_2$ . CaO è un ossido basico perché in  $\text{H}_2\text{O}$  forma una base,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

$\text{CO}_2$  è un ossido acido perché in  $\text{H}_2\text{O}$  forma un acido,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , acido carbonico. (Risposta C)

5. Secondo la legge di Dalton:

- A) le masse si conservano
- B) gli elementi si combinano in rapporti semplici
- C) i gas occupano lo stesso volume
- D) la pressione è inversamente proporzionale al volume

#### 5. Soluzione

La conservazione della massa è sancita dalla legge di Lavoisier.

La legge di Dalton (delle proporzioni multiple) afferma che, quando due elementi si combinano per formare composti diversi, le masse di un elemento, che si sono combinate con una massa fissa dell'altro, stanno tra loro in rapporto secondo numeri piccoli e interi. Per esempio, confrontando  $\text{CO}_2$  con CO, si osserva che le masse di ossigeno che si combinano con la stessa massa di carbonio, stanno tra loro in rapporto 2:1. (Risposta B)

6. Quale dei seguenti orbitali definiti dai numeri quantici è impossibile?

- A)  $n = 3, \ell = 3, m = 1$
- B)  $n = 3, \ell = 2, m = 0$
- C)  $n = 2, \ell = 1, m = -1$
- D)  $n = 4, \ell = 1, m = 1$

### 6. Soluzione

La prima serie è errata, infatti, il numero quantico secondario  $\ell$  può variare da 0 a  $n-1$ , quindi i valori possibili di  $\ell$ , nel terzo livello, cioè con  $n = 3$ , sono 0, 1, 2 e corrispondono agli orbitali 3s, 3p, 3d. (Risposta A)

7. Indicare chi tra F, C, Se, Zn ha la maggior tendenza a formare un composto ionico col Ba

- A) F
- B) C
- C) Se
- D) Zn

### 7. Soluzione

Per formare un composto ionico col bario ci vuole un atomo molto elettronegativo. C, Se e Zn sono poco elettro-negativi, quindi, il solo atomo adatto è il fluoro che forma il sale  $\text{BaF}_2$ . (Risposta A)

8. Indicare la configurazione elettronica di Ce e Pb.

- A)  $[\text{Kr}] 4f^1 5d^1 6s^2$ ;  $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$
- B)  $[\text{Xe}] 4f^1 5d^1 6s^2$ ;  $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$
- C)  $[\text{Xe}] 4f^1 5d^1 6s^2$ ;  $[\text{Kr}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$
- D)  $[\text{Xe}] 4f^1 5d^3$ ;  $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6p^4$

### 8. Soluzione

La configurazione del Cerio (che sta mettendo il primo elettrone in 4f) è:  $[\text{Xe}] 4f^1 5d^1 6s^2$ .

La configurazione del Piombo (che sta mettendo il secondo elettrone in 6p e quindi ha già riempito 6s, 4f e 5d) è:  $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$ . (Risposta B)

9. Quale dei seguenti punti non è spiegato dal modello atomico di Bohr o non è compatibile con esso?

- A) l'esistenza di livelli elettronici con energie definite
- B) gli spettri elettronici degli ioni idrogenoidi
- C) gli spettri elettronici dell'atomo di idrogeno
- D) gli spettri elettronici degli atomi polielettronici

### 9. Soluzione

Il modello atomico di Bohr è stato costruito in modo da spiegare gli spettri atomici dell'idrogeno e di atomi con un solo elettrone (idrogenoidi). Il modello fallisce con gli atomi polielettronici perché non tiene conto della repulsione interelettronica e dell'effetto di schermatura degli elettroni più esterni, ma ipotizza che gli elettroni percorrano orbite planari fisse. (Risposta D)

10. Individuare l'affermazione corretta:

- A) la tensione di vapore di un liquido puro è anche funzione della pressione alla quale il liquido si trova
- B) la tensione di vapore di una soluzione solido-liquido non dipende dalla concentrazione del soluto
- C) la tensione di vapore di un liquido non si può in alcun modo influenzare
- D) a temperatura costante un liquido in un recipiente chiuso è in equilibrio col suo vapore

### 10. Soluzione

La tensione di vapore di un liquido puro dipende esclusivamente dalla temperatura (A e C errate).

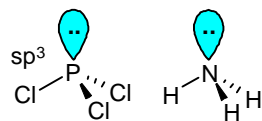
La tensione di vapore di una soluzione solido-liquido dipende dalla concentrazione del soluto, ma non dalla sua natura. Questo comportamento è alla base delle proprietà colligative delle soluzioni (B errata).

A temperatura costante un liquido in un recipiente chiuso è in equilibrio col suo vapore la cui pressione è chiamata tensione di vapore (D corretta). (Risposta D)

11. Secondo il modello a orbitali ibridi, individuare quali orbitali il fosforo e il cloro usano rispettivamente nella molecola  $\text{PCl}_3$ .

- A)  $\text{sp}^2, \text{sp}^3$       B)  $\text{sp}^3, \text{sp}^3$       C)  $\text{sp}^3, \text{s}$       D)  $\text{sp}^2, \text{s}$

### 11. Soluzione



La molecola  $\text{PCl}_3$  assomiglia a  $\text{NH}_3$ , perché fosforo e azoto hanno entrambi 5 elettroni di valenza e usano un'ibridazione  $\text{sp}^3$  con i 4 orbitali  $\text{sp}^3$  disposti a tetraedro.

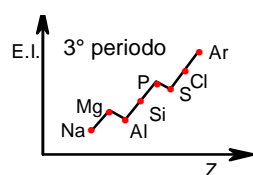
Con tre orbitali  $\text{sp}^3$  legano i tre atomi monovalenti e nel quarto orbitale ospitano la coppia di elettroni di non legame.

Anche il cloro assume un'ibridazione  $\text{sp}^3$  perché così il legame che realizza col fosforo è più intenso. Se il cloro usasse un orbitale  $3\text{p}$  puro avrebbe solo il 50% della densità elettronica diretta verso il fosforo, mentre l'orbitale  $\text{sp}^3$  è più direzionale. (Risposta B)

12. Ordinare i seguenti elementi in ordine crescente di energia di prima ionizzazione.

- A)  $\text{Ga} < \text{Ge} < \text{P} < \text{Cl}$   
 B)  $\text{Ga} < \text{Cl} < \text{Ge} < \text{P}$   
 C)  $\text{P} < \text{Ga} < \text{Ge} < \text{Cl}$   
 D)  $\text{Cl} < \text{P} < \text{Ge} < \text{Ga}$

### 12. Soluzione



In prima approssimazione, l'energia di ionizzazione aumenta andando verso destra nei periodi e diminuisce scendendo nei gruppi. Quindi Gallio e Germanio (4° periodo) hanno E.I. minore di P e Cl (3° periodo). Il fosforo, però si trova in un punto di discontinuità.

Dopo il fosforo (che ha riempito i tre orbitali  $3\text{p}$  con elettroni spaiati), l'energia di ionizzazione scende leggermente con lo zolfo (perché S deve accoppiare due elettroni nell'orbitale  $3\text{p}_x$ ), poi risale ancora con il cloro (che ha due protoni in più del fosforo).

L'ordine crescente di E.I. è quindi:  $\text{Ga} < \text{Ge} < \text{P} < \text{Cl}$ .

(Risposta A)

13. Individuare la proprietà estensiva di un campione di materia.

- A) volume  
 B) temperatura  
 C) concentrazione  
 D) densità

### 13. Soluzione

Una proprietà estensiva aumenta o diminuisce con la quantità di materia considerata.

(Risposta A)

14. Disporre i seguenti elementi in ordine di raggio atomico crescente.

- A)  $\text{K} < \text{Cl} < \text{F} < \text{Ne}$   
 B)  $\text{Ne} < \text{F} < \text{Cl} < \text{K}$   
 C)  $\text{Ne} < \text{F} < \text{K} < \text{Cl}$   
 D)  $\text{F} < \text{Ne} < \text{Cl} < \text{K}$

### 14. Soluzione

Il raggio atomico aumenta scendendo nei gruppi (livelli elettronici successivi), ma diminuisce andando verso destra nei periodi (stesso livello e nucleo sempre più positivo). I due atomi più piccoli sono  $\text{Ne} < \text{F}$  (secondo periodo), poi viene il cloro (terzo periodo) e infine il potassio (quarto periodo). (Risposta B)

15. A quale dei seguenti processi corrisponde l'affinità elettronica dello iodio?

- A)  $\text{I}_{(\text{s})} + \text{e}^- \rightarrow \text{I}_{(\text{g})}^-$   
 B)  $\text{I}_{(\text{g})} + \text{e}^- \rightarrow \text{I}_{(\text{g})}^-$   
 C)  $\text{I}_{2(\text{g})} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{I}_{(\text{g})}^-$   
 D)  $\text{I}_{(\text{g})}^- \rightarrow \text{I}_{(\text{g})} + \text{e}^-$

### 15. Soluzione

L'affinità elettronica è il calore assorbito ( $\Delta H$ ) nel processo di acquisto di un elettrone, in fase gassosa.

In generale, quindi, l'A.E. è negativa perché questo processo (quasi sempre) libera calore.

(Risposta B)

16. Indicare il numero di atomi di idrogeno presenti in una mole di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

- A)  $6,0221 \cdot 10^{23}$   
 B)  $1,8066 \cdot 10^{24}$   
 C)  $1,2044 \cdot 10^{24}$   
 D) 2,0000

**16. Soluzione**

Una mole di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  contiene due moli di atomi di H, quindi:  $2 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}$  atomi. (Risposta C)

17. Indicare la specie che può comportarsi solo come acido:

- A)  $\text{PO}_3^{3-}$   
 B)  $\text{HPO}_3^{2-}$   
 C)  $\text{NH}_4^+$   
 D)  $\text{HSO}_4^-$

**17. Soluzione**

$\text{PO}_3^{3-}$ ,  $\text{HPO}_3^{2-}$  e  $\text{HSO}_4^-$  possono acquistare  $\text{H}^+$  (diventando  $\text{HPO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_3^-$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) comportandosi da basi. Mentre  $\text{NH}_4^+$  non ha doppietti disponibili per legare altri  $\text{H}^+$ , può solo perdere un  $\text{H}^+$  (formando  $\text{NH}_3$ ) e quindi si può comportare solo da acido. (Risposta C)

18. Indicare la massa di HCl contenuto in  $5,00 \text{ cm}^3$  di una soluzione acquosa di HCl 37,0% m/m e avente densità  $1,19 \text{ g cm}^{-3}$ .

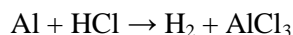
- A) 16,1 g  
 B) 2,20 g  
 C) 1,55 g  
 D) 1,10 g

**18. Soluzione**

Dato che la densità vale  $d = m/V$ , la massa della soluzione è:  $m = d V = 1,19 \cdot 5,00 = 5,95 \text{ g}$ .

La massa di HCl è:  $0,37 \cdot 5,95 = 2,20 \text{ g}$ . (Risposta B)

19. Calcolare la massa di  $\text{H}_2$  che si ottiene facendo reagire 100 g di Al con 200 g di HCl puri secondo la reazione (da bilanciare):



- A) 1,5 g                      B) 3,0 g                      C) 5,5 g                      D) 11,0 g

**19. Soluzione**

La reazione si bilancia direttamente:

	$2 \text{ Al}$	$+ 6 \text{ HCl}$	$\rightarrow$	$3 \text{ H}_2$	$+ 2 \text{ AlCl}_3$
moli	(3,7)	5,49		2,745	
MM	27	36,45		2,016	
massa	100	200		5,5	

3,7 moli di Al possono reagire con  $3,7 \cdot 3 = 11,1 \text{ mol}$  di HCl, ma ne abbiamo solo 5,49, quindi Al è in eccesso.

Le moli di  $\text{H}_2$  che si formano sono la metà di quelle di HCl:  $5,49/2 = 2,745 \text{ mol}$ .

La massa di  $\text{H}_2$  che si ottiene è:  $m = n \text{ MM} = 2,745 \cdot 2,016 = 5,5 \text{ g}$ . (Risposta C)

20. Se si mescolano volumi uguali di due soluzioni aventi la stessa concentrazione molare, una di un acido forte monoprotico e una di NaOH, la soluzione risultante:

- A) è neutra  
 B) è acida perché l'NaOH si consuma  
 C) assumerà un valore superiore o inferiore a 7 in funzione di quale sia l'acido forte  
 D) è minore di 7 perché prevale l'NaOH

**20. Soluzione**

L'acido forte (per esempio HCl) è completamente dissociato in acqua e così anche la base forte NaOH.

Quindi avviene la reazione tra quantità equimolari:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ . La soluzione è neutra. (Risposta A)

21. Indicare l'affermazione ERRATA. In soluzione acquosa, gli ioni idratati possono considerarsi come:
- A) avvolti da acqua per cui la loro mobilità è molto simile, ciò vale anche per gli ioni  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{OH}^-$
  - B) avvolti da un numero sempre maggiore di molecole di  $\text{H}_2\text{O}$ , che aumenta con la carica dello ione e ne aumenta le dimensioni
  - C) avvolti da un velo d'acqua dello spessore di una o due molecole di acqua
  - D) avvolti da acqua che evidenzia anche, a parità di carica, che gli ioni di dimensioni minori si idratano di più di quelli di dimensioni maggiori

### 21. Soluzione

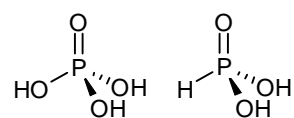
La mobilità in acqua di uno ione è inversamente proporzionale al numero di molecole d'acqua della sua sfera di idratazione. A parità di carica uno ione piccolo come  $\text{Li}^+$  ha una carica più concentrata e quindi ha una sfera di idratazione maggiore e una mobilità più bassa. Uno ione più grosso come  $\text{K}^+$  ha una carica più diluita (una più bassa densità di carica), ha una sfera di idratazione minore e ha una mobilità maggiore.

La mobilità di  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$  avviene con un meccanismo diverso. Questi hanno una grande mobilità perchè non si devono fisicamente muovere in soluzione dato che ogni molecola d'acqua può generarli. Si formano catene di molecole d'acqua nelle quali  $\text{H}^+$  salta molto velocemente da una molecola all'altra con una specie di effetto domino (una cosa simile accade con gli elettroni che si muovono in un filo di rame). (Risposta A)

22. Negli ossiacidi inorganici, gli atomi di idrogeno acidi:

- A) presentano legami ionici con gli atomi di ossigeno
- B) sono sempre legati in modo covalente agli atomi di ossigeno
- C) sono sempre legati all'atomo centrale
- D) sono a ponte tra l'atomo centrale e un atomo di ossigeno

### 22. Soluzione



Negli ossiacidi inorganici (come  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) gli atomi di idrogeno acidi sono sempre legati in modo covalente agli atomi di ossigeno. Se un idrogeno è legato all'atomo centrale (come in  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ) quell'idrogeno non è acido. In  $\text{H}_3\text{PO}_3$  vi sono solo due idrogeni acidi, perchè il terzo idrogeno è legato direttamente al fosforo. La struttura di  $\text{H}_3\text{PO}_4$  è particolare perchè il fosforo preferisce formare il doppio legame  $\text{P}=\text{O}$  piuttosto del legame  $\text{P}-\text{OH}$ . (Risposta B)

23. Uno studente deve preparare una soluzione di acido solforico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,5 mol/L per diluizione di una soluzione di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2,0 mol/L. Quanti mL della soluzione concentrata dovrà prelevare e portare a volume in un matraccio tarato da 500 mL?

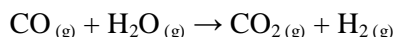
- A) 50 mL
- B) 100 mL
- C) 125 mL
- D) 250 mL

### 23. Soluzione

Le moli prelevate e quelle finali sono le stesse:  $n = M_1V_1 = M_2V_2$ . Quindi:  $V_1 = M_2V_2/M_1$ .  
 $V_1 = 0,5 \cdot 500/2,0 = 125 \text{ mL}$ .

(Risposta C)

24. Nella seguente reazione esotermica:



indica come un aumento di temperatura si riflette sul valore della costante di equilibrio.

- A) il valore della costante di equilibrio aumenta
- B) il valore della costante di equilibrio diminuisce
- C) il valore della costante non cambia
- D) nessuna delle altre risposte

### 24. Soluzione

Per la legge dell'equilibrio mobile, un aumento di temperatura spinge una reazione esotermica verso sinistra, cioè nella direzione che contrasta l'aumento di temperatura. Quindi la  $K_{eq}$  diminuisce. (Risposta B)

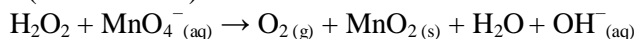
25. Quale tra le seguenti è una base di Arrhenius?

- A)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- B)  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- C)  $\text{NH}_3$
- D)  $\text{KOH}$

### 25. Soluzione

Secondo Arrhenius, gli acidi in acqua cedono  $\text{H}^+$  (come fa  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), mentre le basi cedono  $\text{OH}^-$  (come fa  $\text{KOH}$ ).  $\text{NH}_3$  è basica, ma non secondo la definizione di Arrhenius.  $\text{NH}_3$  è basica secondo Bronsted perchè cattura  $\text{H}^+$ . Qui la sola base di Arrhenius è  $\text{KOH}$ . (Risposta D)

26. Il permanganato di potassio ( $\text{KMnO}_4$ ), in soluzione alcalina, ossida il perossido d'idrogeno a ossigeno molecolare secondo la reazione (da bilanciare):

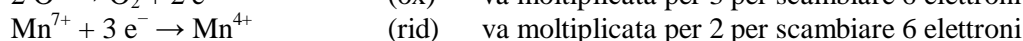
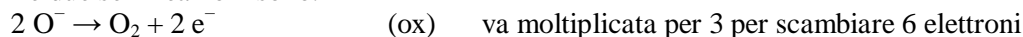


Indicare la sequenza esatta dei coefficienti che bilanciano la reazione.

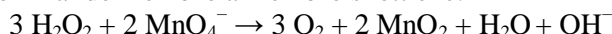
- A) 2, 3, 2, 2, 2, 2  
 B) 3, 2, 2, 3, 2, 2  
 C) 2, 3, 3, 2, 2, 2  
 D) 3, 2, 3, 2, 2, 2

### 26. Soluzione

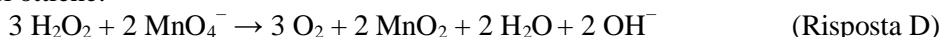
Le due semireazioni sono:



Moltiplicando per 3 e per 2 e sommando membro a membro si ottiene:



Completando il bilanciamento si ottiene:



27. Calcolare il pH di una soluzione acquosa di  $\text{HCl}$  0,015 mol/L.

- A) 2,00  
 B) 1,82  
 C) 1,18  
 D) 0,82

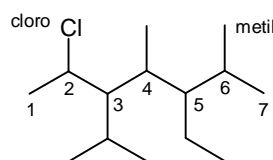
### 27. Soluzione

Per un acido forte non troppo diluito vale:  $[\text{H}^+] = \text{C}$ . Quindi  $[\text{H}^+] = 0,015$ ;  $\text{pH} = 1,82$ . (Risposta B)

28. Quali fra i seguenti nomi di composti organici è corretto?

- A) 2-cloro-5-etil-3-isopropil-4,6-dimetileptano  
 B) 1-etil-5-metilcicloesano  
 C) 4-cloro-2,2-dietileptano  
 D) 1-cloro-2-etil-3-metilpentano

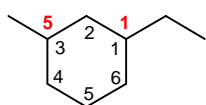
### 28. Soluzione



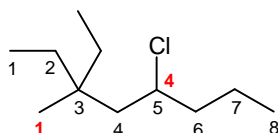
Il primo nome è corretto. La catena più lunga è di 7 atomi di carbonio (eptano).

Le posizioni dei sostituenti sono simmetriche, quindi la numerazione inizia da sinistra, il lato col primo sostituente con priorità alfabetica (cloro da sinistra; metil da destra)

I sostituenti sono elencati correttamente in ordine alfabetico preceduti dal numero d'ordine e per i metili anche da un prefisso di quantità (4,6-dimetil).



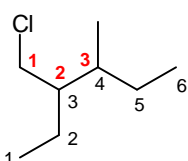
Il secondo nome è errato perché la numerazione deve assegnare i numeri d'ordine più bassi possibile ai sostituenti. La molecola doveva essere nominata 1-etil-3-metilcicloesano e non 1-etil-5-metilcicloesano (i numeri in rosso sono errati)



Il terzo nome è errato. La catena più lunga è di 8 atomi di carbonio (ottano).

La numerazione doveva iniziare da uno dei due gruppi etilici (in rosso i numeri errati).

Il nome corretto era: 5-cloro-3-etil-3-metilottano



Il quarto nome è errato. La catena più lunga è di 6 atomi di carbonio (esano)

La numerazione doveva iniziare dal gruppo etilico (i numeri in rosso sono errati).

Il nome corretto era: 3-(clorometil)-4-metilesano.

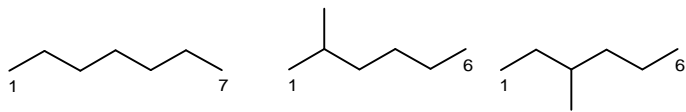
(Risposta A)

29. Quanti isomeri di struttura condividono la formula molecolare  $C_7H_{16}$ ?

- A) 6                      B) 7                      C) 8                      D) 9

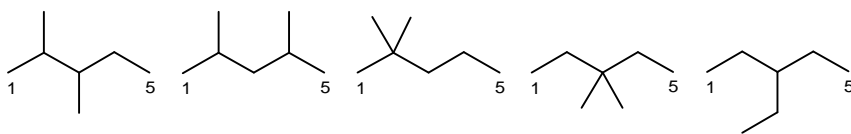
### 29. Soluzione

La formula  $C_7H_{16}$  indica un idrocarburo saturo a catena aperta, infatti rispetta la formula generale  $C_nH_{(2n+2)}$ .

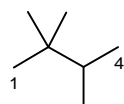


Con una catena di 7 carboni c'è un solo isomero.

Con una catena di 6 carboni ci sono 2 isomeri  $C_7H_{16}$



Con una catena di 5 carboni ci sono 5 isomeri  $C_7H_{16}$



Infine, con una catena di 4 carboni, c'è un isomero  $C_7H_{16}$ .  
In totale, gli isomeri di formula  $C_7H_{16}$  sono 9.

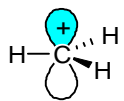
(Risposta D)

30. Sulla base della teoria VSEPR, quali delle seguenti specie NON sono planari?

- (A)  $CH_4$ , (B)  $CH_3^-$ , (C)  $CH_3^+$ , (D)  $NH_3$

- A) A, B e C  
B) B, C e D  
C) A, B e D  
D) A, C e D

### 30. Soluzione



La molecola  $CH_4$  è tetraedrica.  $CH_3^-$  e  $NH_3$  (isoelettroniche) sono piramidali a base trigonale perché una delle posizioni del tetraedro è occupata da una coppia di non legame.

$CH_3^+$  è una specie planare dato che il carbonio ha solo tre elettroni di valenza e li usa per realizzare i tre legami con gli atomi di idrogeno e li dispone nel piano a  $120^\circ$ . (Risposta C)

31. Un miscuglio contiene acqua, sabbia e sale disciolto. Qual è la sequenza corretta per ottenere il sale puro?

- A) distillazione, filtrazione  
B) evaporazione, filtrazione  
C) cromatografia, distillazione  
D) filtrazione, evaporazione

### 31. Soluzione

La prima operazione da fare è una filtrazione per separare la sabbia dalla soluzione di acqua e sale, poi con una semplice evaporazione si allontana l'acqua ottenendo i cristalli di sale puro. (Risposta D)

32. Quale dei seguenti processi è endotermico?

- A) fusione                      B) combustione                      C) condensazione                      D) solidificazione

### 32. Soluzione

Per fondere un solido bisogna fornire il calore latente di fusione che serve a rompere i legami rigidi tra le molecole: il processo è endotermico. (Risposta A)

33. Quale tra le seguenti molecole ha momento dipolare nullo pur avendo legami polari?

- A)  $H_2O$                       B)  $CO_2$                       C)  $NH_3$                       D)  $SO_2$

### 33. Soluzione

Una molecola che possiede legami polari non sempre è polare. Se i dipoli dei legami si annullano a vicenda, la molecola è apolare. Questo accade, per esempio, con la  $CO_2$ , una molecola lineare che ha due dipoli  $C \rightarrow O$  uno opposto all'altro ( $O \leftarrow C \rightarrow O$ ). (Risposta B)

34. Quale specie ha il raggio ionico maggiore?

- A)  $\text{Na}^+$       B)  $\text{Mg}^{2+}$       C)  $\text{O}^{2-}$       D)  $\text{F}^-$

### 34. Soluzione

Questi quattro ioni sono isoelettronici, cioè possiedono lo stesso numero di elettroni (quelli del gas nobile Ne). Lo ione più negativo ( $\text{O}^{2-}$ ) è quello che ha il raggio maggiore perchè la sua carica nucleare è minore e non riesce a tenere compatta la nuvola elettronica. (Risposta C)

35. Nella molecola di  $\text{CO}_2$  secondo il modello VSEPR, quali orbitali ibridi saranno utilizzati rispettivamente da carbonio e ossigeno?

- A) C  $\text{sp}$ ; O  $\text{sp}^2$   
 B) C  $\text{sp}^2$ ; O  $\text{sp}$   
 C) C  $\text{sp}$ ; O  $\text{sp}$   
 D) C  $\text{sp}^2$ ; O  $\text{sp}^2$

### 35. Soluzione

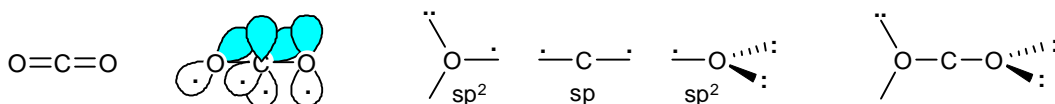
Nella  $\text{CO}_2$ , il carbonio forma due legami pi greco con i due atomi di ossigeno usando gli orbitali  $2p_y$  e  $2p_z$ .

Il carbonio forma anche due legami sigma con i due ossigeni usando gli orbitali rimasti:  $2s$  e  $2p_x$  che vengono ibridati formando due orbitali ibridi  $\text{sp}$ .

L'ossigeno forma un solo legame pi greco col carbonio usando un orbitale  $2p_y$ .

L'ossigeno forma il legame sigma col carbonio usando gli orbitali rimasti  $2s$ ,  $2p_x$ ,  $2p_z$  che vengono ibridati formando tre orbitali ibridi  $\text{sp}^2$ . Due di questi ospitano coppie di non legame, il terzo  $\text{sp}^2$  realizza il legame sigma.

Lo scheletro sigma della molecola vede il carbonio usare ibridi  $\text{sp}$ , mentre l'ossigeno usa ibridi  $\text{sp}^2$ . (Risposta A)

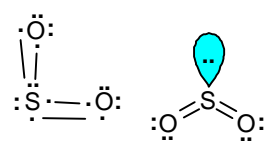


36. Per il biossido di zolfo, indicare nell'ordine:

- (i) la forma più rappresentativa della molecola secondo la teoria VSEPR,  
 (ii) la geometria dell'intorno elettronico dell'atomo centrale,  
 (iii) il numero di coppie solitarie di elettroni.

- A) molecola lineare, intorno trigonale planare, nessuna coppia  
 B) molecola angolare, intorno lineare, nessuna coppia  
 C) molecola lineare, intorno lineare, nessuna coppia  
 D) molecola angolare, intorno trigonale planare, una coppia

### 36. Soluzione



Lo zolfo ha 6 elettroni di valenza, 4 elettroni formano due doppi legami con gli ossigeni, resta una coppia di non legame. Il doppio legame si considera come una sola coppia, perché la coppia pi greco va assieme alla coppia sigma. In totale le coppie di elettroni da sistemare attorno allo zolfo sono 3 (2 di legame e 1 di non legame) e si dispongono a  $120^\circ$  nel piano. La geometria della molecola è angolata. L'intorno elettronico dello zolfo è

planare trigonale. Attorno allo zolfo c'è una coppia di non legame.

(Risposta D)

37. Nei gas ideali:

- A) le molecole di un gas ad una certa temperatura e pressione urtano contro le pareti del recipiente che lo contiene tutte con la stessa energia  
 B) le molecole di due campioni di gas diversi, ma alla stessa temperatura e pressione, hanno la stessa energia cinetica media  
 C) le molecole di due campioni di gas diversi, ma alla stessa temperatura e pressione, hanno la stessa velocità quadratica media  
 D) l'energia cinetica media delle molecole di un gas non cambia se la temperatura del gas viene aumentata

### 37. Soluzione

Per la teoria cinetica dei gas ideali, le molecole di due gas diversi, alla stessa temperatura, hanno la stessa energia cinetica media:  $E = \frac{3}{2} kT$  (la pressione non c'entra). (Risposta B)

38. Individuare la soluzione isotonica con una soluzione di  $\text{CaCl}_2$  0,0020 m.

- A)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  0,0010 m      B)  $\text{KCl}$  0,002 m      C)  $\text{NaBr}$  0,0030 m      D) saccarosio 0,002 m

### 38. Soluzione

$\text{CaCl}_2$  può liberare 3 ioni, quindi, la concentrazione di ioni nella soluzione è il triplo di  $m$ :  $0,0020 \cdot 3 = 0,0060 \text{ m}$   
Solo per  $\text{NaBr}$  (che può liberare 2 ioni) si ha lo stesso risultato:  $0,0030 \cdot 2 = 0,0060 \text{ m}$ . (Risposta C)

39. Il  $\text{PCl}_3$  è un prodotto di partenza per la sintesi di pesticidi e viene preparato per reazione diretta del fosforo con cloro. Indicare la massa di  $\text{PCl}_3$  che si ottiene dalla reazione di 125 g di P con 325 g di  $\text{Cl}_2$ .

- A) 554,7 g      B) 306,7 g      C) 404,0 g      D) 420,0 g

### 39. Soluzione

La reazione è:  $2 \text{P} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{PCl}_3$

moli	(4,0)	4,58	3,056
MM	31	70,9	137,35
massa	125	325	420

4 moli di fosforo possono reagire con 6 moli di  $\text{Cl}_2$ , ma ci sono solo 4,584 mol di  $\text{Cl}_2$ : il cloro è in difetto.

Da questa quantità di cloro si possono formare 3,056 mol di  $\text{PCl}_3$  ( $4,584 \cdot 2/3 = 3,056$ )

La massa molare di  $\text{PCl}_3$  è:  $\text{MM} = 31 + 3 \cdot 35,45 = 137,35 \text{ g/mol}$ .

La massa di  $\text{PCl}_3$  è:  $m = n \text{ MM} = 3,056 \cdot 137,35 = 419,7 \text{ g}$ .

(Risposta D)

40. Indicare la proprietà non periodica degli elementi.

- A) energia di ionizzazione  
B) numero atomico  
C) energia di affinità per l'elettrone  
D) raggio atomico

### 40. Soluzione

Energia di ionizzazione, affinità elettronica e raggio atomico hanno valori che variano in modo discontinuo in dipendenza dei livelli energetici degli atomi quindi sono proprietà periodiche.

Il numero atomico, invece, non ha un andamento periodico, ma cresce in modo continuo passando dall'atomo più piccolo al più grande e indica il numero di protoni del nucleo. (Risposta B)

41. Un composto ha dato all'analisi elementare per combustione i seguenti risultati: C = 40,0%, H = 6,60% (la restante parte è ossigeno), sapendo che la sua massa molare vale 180 g/mol, indicare in ordine la sua formula molecolare e la sua formula minima.

- A)  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$       B)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $\text{CH}_2\text{O}$   
C)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ ,  $\text{CH}_2\text{O}$       D)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

### 41. Soluzione

La % mancante rispetto al 100% è dovuta all'ossigeno:  $100 - 40 - 6,6 = 53,4 \%$

In 100 g di composto le moli sono: C ( $40/12 = 3,33 \text{ mol}$ ); H ( $6,6/1,008 = 6,55 \text{ mol}$ ); O ( $53,4/16 = 3,33 \text{ mol}$ ).

Dividendo per il valore minore (3,33) si ottiene: C ( $3,33/3,33 = 1$ ); H ( $6,55/3,33 \approx 2$ ); O ( $3,33/3,33 = 1$ ).

La formula minima è quindi:  $\text{CH}_2\text{O}$ . La MM di  $\text{CH}_2\text{O}$  è:  $12 + 2 + 16 = 30 \text{ g/mol}$  (MM<sub>minima</sub>).

Il rapporto  $\text{MM}_{\text{data}}/\text{MM}_{\text{minima}} = 180/30 = 6$ . La molecola incognita è 6 volte maggiore della formula minima.

Quindi la formula della molecola è:  $6 \cdot \text{CH}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

(Risposta B)

42. La tensione di vapore di un liquido:

- A) diminuisce con la T  
B) aumenta o diminuisce con la T a seconda della natura chimica del liquido  
C) aumenta con la T  
D) aumenta con l'aumentare della pressione a cui il liquido è sottoposto

### 42. Soluzione

La tensione di vapore di un liquido (cioè la pressione del suo vapore all'equilibrio) aumenta con la temperatura.

Infatti, all'aumentare di T, aumenta l'energia cinetica delle molecole, e quindi sempre più molecole sulla superficie del liquido avranno energia sufficiente per vincere le forze di attrazione con le altre molecole e passare allo stato gassoso. (Risposta C)

43. Indicare la specie che ha il maggiore potere ossidante in condizioni standard.

- A)  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  ( $E^\circ = +0,34 \text{ V}$ )  
 B)  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  ( $E^\circ = -0,76 \text{ V}$ )  
 C)  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  ( $E^\circ = -0,44 \text{ V}$ )  
 D)  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$  ( $E^\circ = -1,66 \text{ V}$ )

#### 43. Soluzione

Il maggior potere ossidante è quello della specie che ha la più grande tendenza a ridursi, cioè quella che ha il potenziale di riduzione maggiore, in questo caso:  $E^\circ = +0,34 \text{ V}$  ( $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ ). (Risposta A)

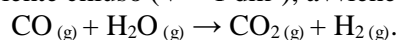
44. Quale prodotto si forma sul catodo durante l'elettrolisi di  $\text{AgNO}_3$  fuso con elettrodi inerti?

- A)  $\text{O}_2$                       B)  $\text{NO}_2$                       C)  $\text{Ag}$                       D)  $\text{H}_2$

#### 44. Soluzione

Al catodo avvengono le riduzioni (c, r consonanti), qui abbiamo due specie che possono ridursi:  $\text{Ag}^+$  e  $\text{NO}_3^-$ . All'anodo avvengono le ossidazioni (a, o vocali), qui c'è una sola specie che può ossidarsi:  $\text{NO}_3^-$ , dato che  $\text{Ag}^+$  si trova già nel suo stato di ossidazione massimo. Nel sale fuso, quindi,  $\text{Ag}^+$  si riduce ( $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$ ) a spese dell'ossidazione di  $\text{NO}_3^-$  ( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + e^-$ ). (Risposta C)

45. A temperatura costante, in un recipiente chiuso ( $V = 1 \text{ dm}^3$ ), avviene la seguente reazione:



All'equilibrio sono presenti 2,0 mol di  $\text{CO}$ , 5,0 mol di  $\text{H}_2\text{O}$ , 8,0 moli di  $\text{CO}_2$  e 7,0 mol di  $\text{H}_2$ . Stabilire la nuova composizione all'equilibrio se si aggiungono altre 4 mol di  $\text{CO}$  alla miscela di equilibrio.

- A) 4,4 mol di  $\text{CO}$ , 3,4 mol di  $\text{H}_2\text{O}$ , 9,6 moli di  $\text{CO}_2$  e 8,6 mol di  $\text{H}_2$   
 B) 6,0 mol di  $\text{CO}$ , 5,0 mol di  $\text{H}_2\text{O}$ , 8,0 moli di  $\text{CO}_2$  e 7,0 mol di  $\text{H}_2$   
 C) 5,5 mol di  $\text{CO}$ , 3,5 mol di  $\text{H}_2\text{O}$ , 8,5 moli di  $\text{CO}_2$  e 7,5 mol di  $\text{H}_2$   
 D) 6,0 mol di  $\text{CO}$ , 2,5 mol di  $\text{H}_2\text{O}$ , 9,2 moli di  $\text{CO}_2$  e 6,4 mol di  $\text{H}_2$

#### 45. Soluzione

La reazione è:  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$                        $K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$   
 inizio                      2,0      5,0                      8,0      7,0                       $K = (8 \cdot 7)/(2 \cdot 5) = 5,6$   
 fine                      6,0-x      5,0-x                      8,0+x      7,0+x                       $K = (8,0+x)(7,0+x)/(6,0-x)(5,0-x) = 5,6$

Scartiamo le soluzioni B e D nelle quali le moli di  $\text{CO}$  sono rimaste invariate (6,0).

Senza risolvere, verifichiamo l'esattezza della soluzione più probabile (A), quella col rapporto  $\text{CO}_2/\text{CO}$  maggiore.

$K = (8+1,6)(7+1,6)/(6-1,6)(5-1,6) = (9,6 \cdot 8,6)/(4,4 \cdot 3,4) = 5,52$  (OK)

La soluzione (C) è errata:  $K = (8,5 \cdot 7,5)/(5,5 \cdot 3,5) = 3,3$ . (Risposta A)

46. In quali condizione il comportamento di un gas reale può essere assimilato con buona approssimazione a quello di un gas ideale?

- A) a elevata P e bassa T                      B) a bassa P ed elevata T  
 C) a bassa P e T                      D) a elevata P e T

#### 46. Soluzione

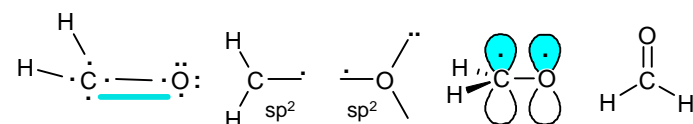
A bassa pressione le molecole del gas sono più lontane una dall'altra e quindi occupano un volume trascurabile rispetto al volume del recipiente e possiamo considerarle puntiformi, come in un gas ideale.

Ad alta temperatura le molecole del gas hanno un'energia cinetica molto maggiore delle forze attrattive tra le molecole e quindi possiamo trascurare le attrazioni tra molecole, come in un gas ideale. (Risposta B)

47. Quali sono, rispettivamente, le ibridazioni degli atomi di ossigeno e carbonio nella molecola di formaldeide?

- A)  $sp^2$ ,  $sp^3$                       B)  $sp^2$ ,  $sp^2$                       C)  $sp^3$ ,  $sp^3$                       D)  $sp^3$ ,  $sp^2$

#### 47. Soluzione



Sia il carbonio sia l'ossigeno assumono un'ibridazione  $sp^2$  e così possono usare il rimanente orbitale 2p per formare il doppio legame pi greco. (Risposta B)

48. Che valore hanno gli angoli di legame tra gli atomi di carbonio nella molecola di ciclopropano?

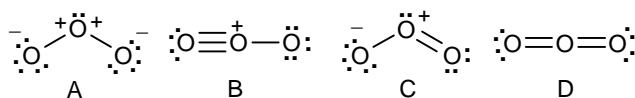
- A)  $60^\circ$   
 B)  $109,5^\circ$   
 C)  $120^\circ$   
 D)  $90^\circ$

**48. Soluzione**

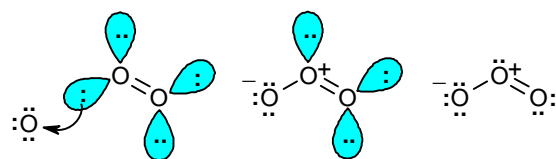
Nel ciclopropano i tre carboni formano un triangolo equilatero: gli angoli sono di  $60^\circ$ .

(Risposta A)

49. Quale delle seguenti strutture meglio rappresenta la molecola di ozono?



**49. Soluzione**



Secondo la teoria VB, la molecola  $O_2$  ha un'ibridazione  $sp^2$  su entrambi gli ossigeni e gli orbitali di non legame formano angoli di  $120^\circ$ . Si può immaginare che un orbitale di non legame di  $O_2$  vada a legare un altro ossigeno e così si ottiene la molecola  $O_3$  angolata, con una carica positiva sull'ossigeno centrale e una

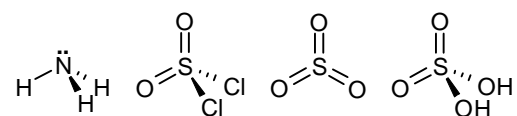
carica negativa su uno degli ossigeni laterali. Per risonanza, la carica negativa è distribuita al 50 % su entrambi gli ossigeni laterali.

(Risposta C)

50. Utilizzando la teoria VSEPR, prevedere quale delle seguenti molecole è planare

- A)  $NH_3$   
 B)  $SO_2Cl_2$   
 C)  $SO_3$   
 D)  $H_2SO_4$

**50. Soluzione**



Tre di queste molecole (fuorchè  $SO_3$ ) devono sistemare 4 coppie di elettroni attorno all'atomo centrale e quindi dispongono le coppie elettroniche a tetraedro.  $SO_3$  deve sistemare solo tre coppie di legame sigma attorno allo zolfo (le coppie pigre non si contano, si

appaiano a quelle sigma). I tre legami di  $SO_3$  si dispongono nel piano e formano angoli di  $120^\circ$ . (Risposta C)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato