

COMPLEMENTI DI CHIMICA II

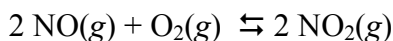
Preludio al primo compito

1. Quale fenomeno è responsabile per il massimo di temperatura registrato al confine superiore della stratosfera ?
2. Descrivere la funzione del *terzo corpo* in una reazione chimica nell'atmosfera.
3. Spiegare perché il limite inferiore della ionosfera si solleva di notte.
4. Stabilire se la reazione fra un radicale libero ed NO_2 deve essere considerata una reazione di spegnimento della catena o meno: fornire una spiegazione della scelta.
5. Calcolare la *Number Density* dell'aria e del biossido di carbonio alla pressione di 1013 hPa ed alla temperatura di 0°C . Per il mixing ratio del biossido di carbonio usare il valore 365 ppm.
6. 22.414 dm^3 di aria in condizioni standard sono usati per bruciare 1.50 g di carbonio per formare $\text{CO}_2(\text{g})$. Calcolare il volume, in condizioni standard, della soluzione gassosa risultante e la sua massa molare media.
7. Una stazione meteorologica rileva al tramonto un'umidità relativa del 50% alla temperatura di 293 K. Assumendo che la pressione parziale del vapor d'acqua rimanga costante, quanto si dovrebbe abbassare la temperatura perché si abbia l'inizio della condensazione dell'acqua?
8. Calcolare la pressione atmosferica alla quota di 19 km, sapendo che alla quota di 38 km essa è $1.0 \cdot 10^{-2}$ atm ed alla quota di 57 km essa è di $1.0 \cdot 10^{-3}$ atm ed ignorando variazioni di temperatura.
9. Quali sono, espressi in μm , (a) il limite inferiore della lunghezza d'onda della radiazione solare che raggiunge la terra, (b) il valore della lunghezza d'onda al quale si ha il massimo di intensità della radiazione solare; (c)
10. Stabilire quale delle seguenti specie avrà la possibilità di trasformarsi, in totale isolamento, in una specie stabile "normale": O , $\text{HO}\cdot$, NO_2^* , $\text{H}_3\text{C}\cdot$ e N^+ .
11. Scegliere fra i seguenti gas quello che manifesta la maggior variazione relativa di composizione nell'atmosfera: neon, biossido di zolfo, elio, ossigeno e azoto.
12. Un campione di 12.00 dm^3 di aria a 25°C e 1.00 atm viene seccato completamente. Dopo questa operazione il suo volume si riduce a 11.50 dm^3 , misurato nelle stesse condizioni di temperatura e pressione. Calcolare la percentuale in massa del vapore d'acqua nel campione originario.
13. Il rapporto di mescolamento (*mixing ratio*) è una grandezza impiegata nella chimica dell'atmosfera per indicare la frazione molare di un componente gassoso dell'aria. Un campione di aria secca contiene i componenti principali azoto, ossigeno ed argo nei rapporti di mescolamento 0.781, 0.207 e 0.009. Calcolare tali valori se il campione di aria viene umidificato fino ad un valore del rapporto di mescolamento dell'acqua corrispondente al 3.5 %.
14. L'aria superficiale a contatto con gli oceani tropicali contiene vapore acqueo, la cui frazione molare può arrivare fino al valore di 0.030. Considerando che la massa molare dell'aria secca sia 28.96 g mol^{-1} , calcolare la massa molare dell'aria umida con il 3.0 % di vapore acqueo.
15. Considerare la reazione:



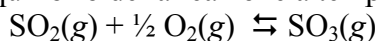
Prevedere come si sposta l'equilibrio in seguito a: (a) un aumento della pressione, (b) un aumento della temperatura, (c) l'impiego di un catalizzatore.

16. L'ossidazione dell'ossido di azoto a biossido di azoto procede per azione dell'ossigeno dell'aria:



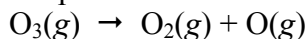
Prevedere l'effetto sulla velocità di reazione e sullo spostamento dell'equilibrio provocato dall'impiego di ossigeno puro come reagente al posto dell'aria.

17. Il valore della costante di equilibrio della reazione a temperatura ambiente:



è $1.9 \cdot 10^{12} \text{ atm}^{-1/2}$. In un recipiente di 1.000 dm^3 , alla pressione di 1.000 atm ed alla temperatura di 293 K , si trova un'aria inquinata contenente SO_2 , la cui frazione molare è 0.22 ppm , ed ossigeno, con frazione molare pari a 20.84% . Calcolare la frazione molare di triossido di zolfo che si formerebbe, se si raggiungesse l'equilibrio alla pressione di 1 atm .

18. Per la decomposizione termica del primo ordine dell'ozono:



il valore della costante di velocità è $2.9 \cdot 10^{-26} \text{ s}^{-1}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Calcolare il tempo di dimezzamento per questa reazione espresso in anni.

19. Lunghezza d'onda ed energia di una radiazione sono inversamente proporzionali. Calcolare il fattore di conversione, espresso in $\text{nm} \cdot \text{kJ}$.

20. Sapendo che l'entalpia e l'entropia di formazione dell'ammoniaca gassosa sono rispettivamente $-46.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ e $-99.15 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ in condizioni standard, calcolare (a) le variazioni standard di entalpia della reazione $\text{N}_2(g) + 3 \text{H}_2(g) \rightarrow 2 \text{NH}_3(g)$ e (b) la temperatura alla quale la variazione standard di energia libera per tale reazione è nulla.

21. La reazione di formazione dell'ammoniaca è spontanea alla pressione di 1 Atm ed alla temperatura di $200 \text{ }^\circ\text{C}$?

22. Consideriamo la reazione $2 \text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(g)$, per cui $\Delta H^\circ_r = -113.0 \text{ kJ}(g)$. Come varieranno la velocità di reazione e la resa del prodotto all'equilibrio, se (a) si aumenta la pressione, (b) si aumenta la temperatura, (c) si usa un catalizzatore ?

23. Supponiamo che la stessa reazione venga eseguita usando ossigeno puro, anziché aria. Quale effetto dovrebbe avere questa variazione di procedura sulla velocità di reazione e sulla resa dei prodotti ?

24. A $600 \text{ }^\circ\text{C}$ la costante della reazione $\text{SO}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) \rightarrow \text{SO}_3(g)$ è $70 \text{ dm}^{3/2} \text{ mol}^{-1/2}$. Supponiamo che a questa temperatura, ad equilibrio raggiunto, $[\text{SO}_2] = 0.020 \text{ mol dm}^{-3}$ e $[\text{O}_2] = 0.010 \text{ mol dm}^{-3}$. Calcolate la concentrazione di SO_3 all'equilibrio in queste condizioni.

25. Supponiamo che le condizioni descritte nel precedente esercizio, si siano ottenute partendo da $\text{SO}_2(g)$ ed $\text{O}_2(g)$. Calcolare la concentrazione iniziale di $\text{SO}_2(g)$ e la percentuale di quest'ultima convertita in $\text{SO}_3(g)$.

Alcune soluzioni:

5. (a) $2.6861 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$; (b) $9.8043 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$. 6. (a) 22.414 dm^3 ; (b) 31.01 g mol^{-1} . 7. 283 K . 8. $1.0 \cdot 10^{-1} \text{ atm}$. 12. 2.6% . 13. $0.755, 0.200, 0.009$. 14. 28.63 g mol^{-1} .

Preludio al secondo compito

1. La radiazione cosmica sull'atmosfera produce in media 0.036 atomi di ^{10}Be $\text{s}^{-1}\text{cm}^{-2}$. L'area della superficie terrestre è $5.1 \cdot 10^{18} \text{ m}^2$. Si assuma che questo nuclide venga trasferito completamente e continuamente nell'idrosfera, il cui volume complessivo sia $1.4 \cdot 10^{18} \text{ m}^3$, e che vi si diffonda uniformemente. Calcolare la radioattività del ^{10}Be all'equilibrio per metro cubo di idrosfera.
2. Il nuclide ^{231}U ($231.0363 \text{ g mol}^{-1}$) decade spontaneamente in ^{231}Pa ($231.035881 \text{ g mol}^{-1}$): (a) scrivere due equazioni bilanciate coerenti con questo decadimento; (b) calcolare la variazione di massa per ciascuno dei due processi e su questa base avanzare ipotesi sul tipo di decadimento più probabile.
3. Una determinazione della radioattività del ^{10}Be nel ghiaccio della Groenlandia ha fornito il valore di $0.0184 \text{ dpm m}^{-3}$. Assumendo che il ghiaccio si sia formato dall'acqua dell'oceano con una radioattività specifica di 0.131 Bq m^{-3} , calcolare l'età del campione. La vita media del nuclide ^{10}Be è $1.52 \cdot 10^6 \text{ y}$.
4. Il nuclide radioattivo ^{64}Cu ($M = 63.92976 \text{ g mol}^{-1}$) può decadere per emissione beta a ^{64}Zn o per emissione positronica a ^{64}Ni . L'energia cinetica massima delle particelle beta è 0.58 MeV e quella dei positroni 0.65 MeV . Calcolare le masse molari dei due nuclidi prodotti per decadimento. Le masse di elettrone e positrone a riposo sono identiche e pari a $5.485799 \cdot 10^{-4} \text{ g mol}^{-1}$.
5. La formazione di ^{14}C nell'atmosfera avviene con una resa complessiva di $22000 \text{ atomi s}^{-1}\text{m}^{-2}$ e risulta in continuo equilibrio di scambio con il carbonio naturale. Assumendo che la massa di carbonio scambiabile sulla superficie terrestre sia 7.9 g cm^{-2} , calcolare la radioattività specifica (per chilogrammo) del carbonio 14.
6. Dall'etichetta di una bottiglia di cognac comprata nel 1976 risulterebbe che il liquore è stato invecchiato almeno venti anni. Un'analisi eseguita nel 1976 diede come risultato la presenza di ^3H alla concentrazione 80 TU . Discutere la veridicità della specifica sull'invecchiamento.
7. Nella reazione nucleare $^7\text{Li} + ^1\text{H} \rightarrow 2 ^4\text{He}$ si producono particelle alfa con una energia cinetica di 8.5 MeV . Considerando che le masse (g mol^{-1}) dei nuclidi coinvolti sono 7.016005 (^7Li), 1.00782505 (^1H) e 4.0026033 (^4He), discutere il bilancio energetico della reazione.
8. 0.11 cm^3 di elio gassoso in condizioni standard furono isolati da 100 g di un minerale di uranio contenente 5 ppm di uranio. Calcolare l'età del minerale assumendo che l'uranio sia costituito solo dall'isotopo ^{238}U , la cui vita media è $4.46 \cdot 10^9 \text{ y}$.
9. Il nuclide ^{241}Am è utilizzato nei rivelatori di fumo: esso decade alfa con una vita media di 458 anni. Se in un rivelatore la radioattività per ^{241}Am è 30 kBq , calcolare la massa del nuclide presente.
10. L'analisi di un campione di un minerale ha rilevato la presenza di 39.1 g di potassio e 87.2 microlitri di Ar (misurati in condizioni standard). Valutare l'età del minerale, sapendo che: (a) l'isotopo ^{40}K costituisce solo lo 0.0117% del potassio naturale, (b) la sua vita media è 1.28 eoni (miliardi di anni) e (c) la resa del decadimento EC è del 10.7% .

11. Un minerale di uranio contiene i tre isotopi del piombo – ^{204}Pb , ^{206}Pb e ^{207}Pb – nel rapporto 1:1087:388. Quali sono le grandezze necessarie per ricavare una stima dell'età del minerale da queste informazioni?
12. Quando un elettrone ed un positrone vengono in contatto essi “scompaiono” con l'emissione di due radiazioni gamma dette “raggi di annichilamento”. Calcolare l'energia complessiva di queste radiazioni assumendo che le due particelle abbiano energia cinetica trascurabile. Le masse di elettrone e positrone a riposo sono identiche e pari a $5.485799 \cdot 10^{-4} \text{ g mol}^{-1}$.
13. Definire per un radionuclide (a) la vita media, (b) la costante di decadimento e (c) la radioattività specifica.
14. Definire (a) l'unità di massa atomica, (b) la massa molare di un nuclide e (c) il peso atomico di un elemento costituito da differenti isotopi.
15. Descrivere l'effetto isotopico sulle proprietà fisiche di sostanze.
16. Elencare e descrivere succintamente i principali processi di separazione isotopica.
17. Classificare i radionuclidi naturali in funzione della loro origine e riportare alcuni esempi per ciascuna classe.
18. Descrivere succintamente le proprietà dell'idrogeno 3.
19. Elencare le serie radioattive naturali e discutere brevemente la loro costituzione.
20. Descrivere i principali metodi di datazione basati sul decadimento radioattivo.
21. Identificare il nucleo figlio in ciascuna dei seguenti decadimenti e scrivere l'equazione nucleare bilanciata: decadimento β dell'attinio 228; (b) decadimento α del rado 212; (c) cattura elettronica del protoattinio 230; (d) decadimento β^+ dell'ittrio 83.
22. Identificare il nucleo figlio di ogni stadio successivo del decadimento dell'uranio 235, posto che la sequenza delle emissioni sia: α , β , α , β , α , β , α , α , α , β , α , β , α .
23. Completare le seguenti equazioni nucleari relative alle trasformazioni:
 - (a) $? + \gamma \rightarrow \beta + ^{20}\text{Ne}$
 - (b) $^{44}\text{Ti} + e^- \rightarrow \beta^+ + ?$
 - (c) $^{241}\text{Am} + ? \rightarrow 4\ ^1_0\text{n} + ^{248}\text{Fm}$
 - (d) $? + ^1_0\text{n} \rightarrow \beta + ^{244}\text{Cm}$
24. L'attività di una certa sorgente radioattiva è $3.7 \cdot 10^6 \text{ Bq}$. Esprimere tale grandezza in millicurie (mCi).
25. Calcolare la massa di ^{47}V rimasta dopo 45.0 minuti partendo da un campione di 15.0 mg di ^{47}V ($t_{1/2} = 33 \text{ min}$).
26. Una sorgente di cobalto 60 ($t_{1/2} = 5.26 \text{ y}$) acquistata per eseguire la radioterapia presenta un'attività di 1.20 Ci. Quale sarà l'attività dopo 5.0 anni?

