

Capitolo 21 Le reazioni di ossido-riduzione

Hai capito?

pag. 550 ■

Ioni formali	Numeri di ossidazione
H ⁺ ; Cl ⁻	H: +1; Cl: -1
H ⁺ ; O ²⁻	H: +1; O: -2
H ⁺ ; O ⁻	H: +1; O: -1
H ⁺ ; O ²⁻ ; N ³⁺	H: +1; O: -2; N: +3
K ⁺ ; O ²⁻ ; S ⁶⁺	H: +1; O: -2; S: +6

- a) H: +1; O: -2; P: +5; carica ione: 2-;
- b) H: +1; S: -2; carica ione: 1-;
- c) H: +1; N: -3; carica ione: 1+;
- d) O: -2; C: +4; carica ione: 2-.

pag. 552 ■

- a) Na: +1; Cl: -1; K: +1; S: +6; O: -2 → Na: +1; Cl: -1; K: +1; S: +6; O: -2
- b) Al: +3; O: -2; C: +2; O: -2 → Al: 0; O: -2; C: +4; O: -2
- c) Cl: 0; O: 0 → Cl: +3; O: -2
- d) Zn passa da n.o. +2 a n.o. 0; S passa da n.o. -2 a n.o. +4; O passa da n.o. 0 a n.o. -2; C passa da n.o. 0 a n.o. +4; lo zolfo e il carbonio si ossidano, zinco e ossigeno si riducono.
Sono reazioni di ossido-riduzione b, c, d.
- Fe passa da n.o. +3 a n.o. 0; O resta a n.o. -2; C passa da n.o. 0 a n.o. +2; il carbonio si ossida e il ferro si riduce.

■ La formazione di acido nitrico.

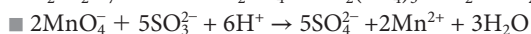
pag. 554 ■

- Il magnesio acquista 2 e⁻ e si ossida, aumentando il suo n.o. da 0 a +2.
- Il cloro perché si riduce; il suo n.o. passa da 0 a -1.
- No.
- No, si sono ossidati gli ioni Sn²⁺.

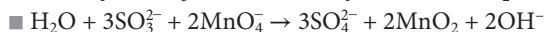
pag. 557 ■

- 3H₂S + 2HNO₃ → 3S + 2NO + 4H₂O
- K₂Cr₂O₇ + 6KI + 7H₂SO₄ → Cr₂(SO₄)₃ + 3I₂ + 4K₂SO₄ + 7H₂O; lo iodio si ossida e il cromo si riduce.

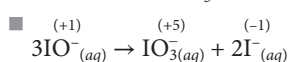
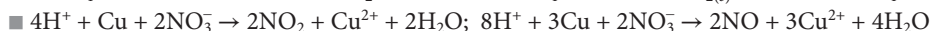
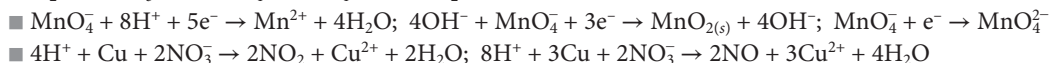
pag. 558 ■



pag. 559 ■



pag. 561 ■



pag. 562 ■

- 1/3 mol
- 31,8 g
- 20,7 g/eq; N = 3 M
- La metà.

Quesiti e problemi

- 1 Perché occorre energia per spezzare i legami esistenti tra H e O e perché la reazione di sintesi dell'acqua è un processo esotermico.
- 2 Perché H è più elettronegativo di Na, ma meno di N.
- 3 Perché F è più elettronegativo di O.
- 4 Perché C possiede solo 4e⁻ di valenza.
- 5 No; per esempio, in NH₄⁺, N ha n.o. -3.
- 6 a) Hg: +2; P: +3; O: -2
b) Cu: +2; N: +3; O: -2
c) Pb: +4; S: +4; O: -2
d) H: +1; Cl: +3; O: -2
e) Na: +1; O: -1
f) Li: +1; H: -1
- 7 a) +4; b) +3; c) +7; d) +7; e) +6

- 8 +5; +7; +7; +3; +5; +3; +7; +4; -2; +1; +4; +6; -3
 9 a) H: +1; S: +6; O: -2
 b) Ca: +2; H: +1; P: +5; O: -2
 c) Fe: +3; O: -2; H: +1
 d) Mg: +2; H: +1; P: +5; O: -2
 10 a) +2; b) +5; c) -1; d) +4; e) -2; f) -3; g) +3; h) 0; i) -3; l) +3
 11 **A**

12 Zero; no, la valenza è 4;

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$$

- 13 Da +6 a +3.
 14 Sodio. Idrogeno.
 15 b
 16 C
 17 Cl₂
 18 VO₄³⁻
 19 3 l'alluminio e 2 l'ossigeno.
 20 Perché, siccome è l'elemento più elettronegativo, la specie F⁻ è la più stabile; -1.
 21 Il mercurio di HgS e l'ossigeno di O₂.
 22 Zn; H; HCl; Zn
 23 SO₂; H₂S
 24 Al; Cr³⁺
 25 No, ha potere ossidante maggiore.
 26 Cr metallico.
 27 a; c
 28 a) Diminuisce di 3;
 b) diminuisce di 3;
 c) aumenta di 2.
 29 c) Fe_(aq)³⁺ → Fe_(aq)²⁺ riduzione
 d) MnO_{2(s)} → MnO_{4(aq)}⁻ ossidazione

30

	Elemento che si ossida	Elemento che si riduce	Agente ossidante	Agente riducente
a)	As	N	HNO ₃	H ₃ AsO ₃
b)	I	Cl	HClO	NaI
c)	C	Mn	KMnO ₄	H ₂ C ₂ O ₄
d)	Al	S	H ₂ SO ₄	Al
e)	Cu	S	H ₂ SO ₄	Cu
f)	S	N	HNO ₃	SO ₂
g)	Zn	S	H ₂ SO ₄	Zn
h)	I	N	HNO ₃	I ₂

31

Reazione redox: Na + H ₂ O → NaOH + H ₂		
Elemento	Na: 0	H: +1
Che cosa fa?	Si ossida a Na: +1	Si riduce a H ₂ : 0
Che cosa rappresenta	Riduce H: +1	Ossida Na
	La forma ridotta coniugata di Na ⁺	La forma ossidata coniugata di H ₂
Come varia il suo n.o.	Aumenta	Diminuisce

Reazione redox: Fe + O ₂ → Fe ₂ O ₃		
Elemento	Fe: 0	O ₂ : 0
Che cosa fa?	Si ossida a Fe: +3	Si riduce a O: -2
Che cosa rappresenta	Riduce O ₂ : 0	Ossida Fe
	La forma ridotta coniugata di Fe ³⁺	La forma ossidata coniugata di O ₂
Come varia il suo n.o.	Aumenta	Diminuisce

Reazione redox: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl}$		
Elemento	H_2 : 0	Cl_2 : 0
Che cosa fa?	Si ossida a H: +1	Si riduce a Cl: -1
Che cosa rappresenta	Riduce Cl_2 : 0	Ossida H_2
	La forma ridotta coniugata di H^+	La forma ossidata coniugata di Cl^-
Come varia il suo n.o.	Aumenta	Diminuisce

- 32** a) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 b) $3\text{Hg} + 2\text{HNO}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{HgCl}_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
 c) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{SiO}_2 + 5\text{C} \rightarrow 3\text{CaSiO}_3 + 2\text{P} + 5\text{CO}$
 d) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$
 e) $3\text{Cu}_2\text{S} + 20\text{HNO}_3 \rightarrow 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{SO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 8\text{NO}$
 f) $5\text{PCl}_5 + 2\text{KMnO}_4 + 24\text{KOH} \rightarrow 2\text{MnCl}_2 + 5\text{K}_3\text{PO}_4 + 11\text{KCl} + 12\text{H}_2\text{O}$
 g) $\text{I}_2 + 5\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HIO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 33** a) $8\text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 3\text{IO}_4^{-}_{(aq)} + 2\text{OH}_2\text{O} \rightarrow 8\text{CrO}_4^{2-}_{(aq)} + 3\text{I}^{-}_{(aq)} + 4\text{H}^+$
 b) $4\text{Zn}_{(s)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)} + 10\text{H}^+ \rightarrow 4\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{NH}_4^{+}_{(aq)} + 3\text{H}_2\text{O}$
 c) $3\text{Cu}_{(s)} + 2\text{NO}_3^{-}_{(aq)} + 8\text{H}^+ \rightarrow 2\text{NO}_{(g)} + 3\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 4\text{H}_2\text{O}$
 d) $4\text{MnO}_4^{-}_{(aq)} + 5\text{C}_{(s)} + 12\text{H}^+ \rightarrow 5\text{CO}_{2(g)} + 4\text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 6\text{H}_2\text{O}$
 e) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(aq)} + 3\text{Sn}^{2+}_{(aq)} + 14\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Sn}^{4+}_{(aq)} + 2\text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 7\text{H}_2\text{O}$
- 34** a) $3\text{H}_2\text{S}_{(g)} + 2\text{NO}_3^{-}_{(aq)} + 2\text{H}^+ \rightarrow 3\text{S}_{(s)} + 2\text{NO}_{(g)} + 4\text{H}_2\text{O}$
 b) $\text{H}_2\text{O}_{2(aq)} + 2\text{I}^{-}_{(aq)} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_{2(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 c) $\text{NH}_3_{(g)} + 2\text{O}_2_{(g)} \rightarrow \text{HNO}_3_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 d) $\text{Cl}_{2(g)} + \text{IO}_3^{-}_{(aq)} + 2\text{OH}^{-}_{(aq)} \rightarrow \text{IO}_4^{-}_{(aq)} + 2\text{Cl}^{-}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
- 35** a) $2\text{I}^{-}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)} + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_{2(s)} + \text{SO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}$;
 b) $8\text{I}^{-}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)} + 10\text{H}^+ \rightarrow 4\text{I}_{2(s)} + \text{H}_2\text{S}_{(g)} + 4\text{H}_2\text{O}$;
 c) $3\text{As}_2\text{O}_3_{(s)} + 4\text{NO}_3^{-}_{(aq)} + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{AsO}_4^{3-}_{(aq)} + 4\text{NO}_{(g)} + 14\text{H}^+$;
 d) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(aq)} + 3\text{S}^{2-}_{(aq)} + 14\text{H}^+ \rightarrow 3\text{S}_{(s)} + 2\text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 7\text{H}_2\text{O}$;
 e) $3\text{As}_2\text{O}_3_{(s)} + 2\text{IO}_3^{-}_{(aq)} + 18\text{OH}^- \rightarrow 6\text{AsO}_4^{3-}_{(aq)} + 2\text{I}^{-}_{(aq)} + 9\text{H}_2\text{O}$
- 36** a) $\text{MnO}_4^{-}_{(aq)} + \text{NO}_2_{(g)} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{NO}_3^{-}_{(aq)} + \text{MnO}_4^{2-}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$
 b) $4\text{Zn}_{(s)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)} + 7\text{OH}^- \rightarrow 4\text{ZnO}_2^{2-}_{(aq)} + \text{NH}_3_{(g)} + 2\text{H}_2\text{O}$
 c) $\text{H}_2\text{CO}_{(aq)} + 2\text{Ag}^+_{(aq)} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{HCOO}^{-}_{(aq)} + 2\text{Ag}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O}$
 d) $6\text{KOH}_{(aq)} + 2\text{Al}_{(s)} \rightarrow 2\text{K}_3\text{AlO}_3_{(aq)} + 3\text{H}_2_{(g)}$
- 37** a) $4\text{NH}_3_{(g)} + 7\text{O}_2_{(g)} \rightarrow 4\text{NO}_2_{(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 b) $\text{Fe}_2\text{O}_3_{(s)} + 3\text{CO}_{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{CO}_2_{(g)}$
 c) $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2\text{K}_{(s)} \rightarrow 2\text{KOH}_{(aq)} + \text{H}_2_{(g)}$
- 38** a) $4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{Cu} \rightarrow 2\text{NO}_2 + \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 b) $\text{IO}_3^- + 3\text{AsO}_3^{3-} \rightarrow \text{I}^- + 3\text{AsO}_4^{3-}$
 c) $4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 d) $4\text{H}^+ + 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{BiO}_3^- \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{Bi}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 e) $\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 + 5\text{ClO}^- \rightarrow 2\text{IO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$
 f) $14\text{H}^+ + 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{BiO}_3^- \rightarrow 2\text{MnO}_4^- + 5\text{Bi}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
 g) $8\text{H}^+ + 3\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 3\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$
 h) $3\text{H}^+ + 2\text{I}^- + \text{HSO}_4^- \rightarrow \text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 i) $4\text{H}^+ + 3\text{Sn} + 4\text{NO}_3^- \rightarrow 3\text{SnO}_2 + 4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
 j) $4\text{H}^+ + \text{PbO}_2 + 4\text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 k) $2\text{H}^+ + \text{Ag} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O}$
 l) $4\text{Fe}^{3+} + 2\text{NH}_3\text{OH}^+ \rightarrow 4\text{Fe}^{2+} + \text{N}_2\text{O} + 6\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$
 m) $2\text{H}^+ + 2\text{HNO}_2 + 2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
 n) $2\text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{HNO}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
 o) $\text{H}^+ + 5\text{HNO}_2 + 2\text{MnO}_4^- \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
 p) $16\text{H}^+ + 3\text{H}_3\text{PO}_2 + 2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{Cr}^{3+} + 8\text{H}_2\text{O}$
 q) $4\text{H}^+ + 2\text{VO}_2^+ + \text{Sn}^{2+} \rightarrow 2\text{VO}^{2+} + \text{Sn}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 r) $\text{XeF}_2 + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Xe} + 2\text{F}^- + \text{Cl}_2$
- 39** a) $4\text{H}_2\text{O} + 2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{S}^{2-} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{CrO}_2^- + 8\text{OH}^-$
 b) $4\text{H}_2\text{O} + 2\text{MnO}_4^- + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 2\text{MnO}_2 + 8\text{OH}^-$
 c) $4\text{ClO}_3^- + 3\text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow 6\text{NO} + 4\text{Cl}^- + 6\text{H}_2\text{O}$
 d) $\text{NiO}_2 + 2\text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$
 e) $\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_3^{2-} + 2\text{MnO}_4^- \rightarrow 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{OH}^-$

- f) $\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_3^{2-} + 2\text{CrO}_4^{2-} \rightarrow 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{CrO}_2^- + 2\text{OH}^-$
 g) $6\text{H}_2\text{O} + 4\text{Au} + 16\text{CN}^- + 3\text{O}_2 \rightarrow 4\text{Au}(\text{CN})_4^- + 12\text{OH}^-$
- 40** a) $2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_3\text{AsO}_3 \rightarrow 3\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
 b) $\text{NaI} + 3\text{HOCl} \rightarrow \text{NaIO}_3 + 3\text{HCl}$
 c) $6\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
 d) $3\text{SO}_2 + 2\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}$
 e) $4\text{Zn} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4\text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 41** a) $4\text{NaClO}_3 \rightarrow \text{NaCl} + 3\text{NaClO}_4$
 b) $2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2$
 c) $3\text{NaClO} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{NaClO}_3$
 d) $4\text{S} + 6\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 e) $\text{P}_2\text{O}_4 + 5\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_3 + \text{K}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 f) $2\text{P}_4 + 9\text{H}_2\text{O} + 3\text{KOH} \rightarrow 5\text{PH}_3 + 3\text{KH}_2\text{PO}_4$
- 42** Vedi teoria pag. 559.
- 43** La *dismutazione* o *disproporzione* è una reazione redox in cui una stessa specie chimica in parte si ossida e in parte si riduce.
- 44** No; l'ambiente acido favorisce lo spostamento a destra della reazione.
- 45** Dagli ossigeni dello ione permanganato.
- 46** Cu e Cu^{2+}
- 47** Il manganese da n.o. +3 (Mn^{3+}) passa sia a n.o. +2 (Mn^{2+}) riducendosi, sia a n.o. +4 (MnO_2) ossidandosi.
- 48** KOH (+1; -2; +1); Cl_2 (0); KCl (+1; -1);
 KClO_3 (+1; +5; -2); H_2O (+1; -2);
 $6\text{K}^+ + 6\text{OH}^- + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 5\text{K}^+ + 5\text{Cl}^- + \text{K}^+ + \text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$;
 $6\text{OH}^- + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 5\text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$;
 reazione di dismutazione.
- 49** KClO_3 (+1; +5; -2); KCl (+1; -1);
 O_2 (0); KClO_4 (+1; +7; -2);
 la seconda è una reazione di dismutazione.
- 50** Perché l'ossido basico PbO_2 reagisce con acido solforico con formazione del sale PbSO_4 .
 Sì, il piombo si ossida e si riduce contemporaneamente.
- 51** a) $8\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{S}_{8(\text{s})} + 8\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$
 b) $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 c) $\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{HgCl}_2(\text{s}) + \text{Hg}(\text{l})$ (già bilanciata)
- 52** La reazione a) non è redox.
 a) Si deve considerare non tanto la massa equivalente dell'alluminio quanto piuttosto la massa equivalente dell'idrossido di Al, che è uguale a 1/3 della massa molare;
 b) 9,0 g/eq
- 53**
- | Sostanza | Semireazione | Massa molare g/mol | Massa equivalente g/eq | Moli equivalenti | Relazione tra N e M |
|------------------------------|--|--------------------|------------------------|------------------|---------------------|
| Zn | $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ | 65,37 | 32,69 | 2 | $N = 2M$ |
| Na^+ | $\text{Na}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Na}$ | 22,99 | 22,99 | 1 | $N = M$ |
| NO_3^- | $\text{NO}_3^- + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO}$ | 62,01 | 20,67 | 3 | $N = 3M$ |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ | $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}$ | 216,00 | 36,00 | 6 | $N = 6M$ |
- 54** $N_{\text{permanganato}} = 0,500 \text{ eq/L}$;
 $N_{\text{acido ossalico}} = 0,833 \text{ eq/L}$;
 $n_{\text{eq}} = 0,125 \text{ eq}$
- 55** $m_{\text{eq}} = 25,15 \text{ g/eq}$
 1,26 g
 0,033 M
- 56** $N_{\text{dicromato}} = 0,10 \text{ eq/L}$;
 $n_{\text{eqSnCl}_2} = 0,0124 = 0,012 \text{ eq}$;
 $m_{\text{SnCl}_2} = 1,2 \text{ g}$
- 57** $4,00 \cdot 10^{-3} \text{ eq/L}$;
 $m_{\text{vit.C}} = 0,0440 \text{ g}$;
 $V_{\text{succo}} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ mL}$

Il laboratorio delle competenze

- 58** $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$;
 $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2$;
 si ossidano; l'idrogeno di H_2O : da +1 a 0.
- 59** $\text{BrO}_3^- + 5\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{HBrO} + 2\text{H}_2\text{O}$; riduzione.
- 60** a) H_2SO_3 H: +1; S: +4; O: -2
 b) Cl_2 Cl: 0
 c) NO_3^- N: +5; O: -2
 d) NaHCO_3 Na: +1; H: +1; C: +4; O: -2
 e) SF_6 S: +6; F: -1
- 61** $3\text{Ag}_{(s)} + \text{NO}_3^-(\text{aq}) + 4\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Ag}_{(aq)}^+ + \text{NO}_{(g)} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 62** $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$;
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$;
 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
- 63** $2\text{PbS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{PbO} + \text{SO}_2$;
 $\text{PbO} + \text{C} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}$;
 S si ossida e O si riduce;
 C si ossida e Pb si riduce.
- 64** $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBrO} + \text{HBr}$. Br si riduce passando da n.o. 0 a n.o. -1 in HBr e si ossida passando da n.o. 0 a n.o. +1 in HBrO.
- 65** a) $2\text{H}_2\text{S}_{(g)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{SO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 b) $16\text{H}_2\text{S}_{(g)} + 8\text{SO}_{2(g)} \rightarrow 3\text{S}_{8(s)} + 16\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
- 66** a) $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$;
 b) $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 67** $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 8\text{Cl}^- + 2\text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+$
- 68** Forward reaction: Cl_2 is reduced and it is oxidized; reverse reaction: Cl^- is the reducing agent, HClO is the oxidizing agent.
- 69** a, c
- 70** Il cloro è sia ossidato sia ridotto; NaClO è ossidante; NaClO_2 è riducente.
- 71** a) $\text{MgO}_{(s)} + \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)} \rightarrow \text{MgCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ it isn't a redox reaction
 b) $\text{KNO}_{3(s)} \rightarrow \text{KNO}_{2(s)} + \text{O}_{2(g)}$ oxidized atom: O; reduced atom: N
 c) $\text{H}_{2(g)} + \text{CuO}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ oxidized atom: H; reduced atom: Cu
 d) $\text{NaOH}_{(s)} + \text{HCl}_{(s)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ it isn't a redox reaction
 e) $\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightarrow \text{HCl}_{(g)}$ oxidized atom: H; reduced atom: Cl
 f) $\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ it isn't a redox reaction
 Note: oxidized atom = reducing agent; reduced atom = oxidizing agent.
- 72** $-2 \rightarrow -1 \rightarrow 0 \rightarrow +4$
- 73** Il carbonio del gruppo $-\text{CH}_2\text{OH}$ passa dal n.o. -1 al n.o. +3 del carbossile $-\text{COOH}$.
- 74** La prima è redox, la seconda è acido-base; Ag_2S ; Al; H_2S ; NaHCO_3 .
- 75** N: è una reazione di dismutazione.