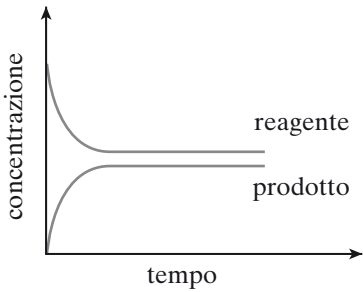
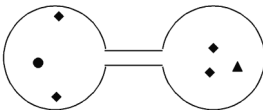


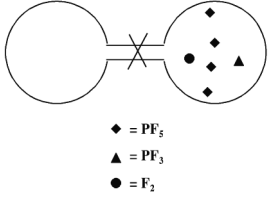
Brady Senese Pignocchino Chimica.blu © Zanichelli 2014
Soluzione degli esercizi – Capitolo 20

Esercizio	Risposta
PAG 458 ES 1	
PAG 458 ES 2	Una reazione è reversibile se a un dato istante i prodotti reagiscono fra loro ripristinando parzialmente i reagenti fino all'equilibrio.
PAG 458 ES 3	La legge dell'equilibrio afferma che, per ogni reazione all'equilibrio, è costante il rapporto fra il prodotto delle concentrazioni molari dei prodotti di reazione, ciascuna elevata al proprio coefficiente stechiometrico, e il prodotto delle concentrazioni molari dei reagenti, ciascuna elevata al proprio coefficiente stechiometrico.
PAG 458 ES 4	Per una reazione $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ il quoziente di reazione è dato dalla relazione: $\frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$
PAG 458 ES 5	Quando un sistema raggiunge l'equilibrio, il quoziente di reazione, Q , assume il valore della costante di equilibrio, K .
PAG 458 ES 6	Essendo il valore di K_p dell'ordine di 10^{-3} , non si può dire che la reazione sia prossima al completamento.
PAG 458 ES 7	Ordine di avanzamento crescente: a), c), b)
PAG 458 ES 8	$K_p = \frac{P(\text{CH}_3\text{OH})}{P(\text{CO})P(\text{H}_2)^2}$
PAG 458 ES 9	$K_p = \frac{P(\text{HI})^2}{P(\text{I}_2)P(\text{H}_2)}$
PAG 458 ES 10	$K_p = K_c(RT)^{\Delta n_g}$ K_p è la costante di equilibrio espressa tramite le pressioni parziali; K_c è la costante di equilibrio espressa tramite le concentrazioni molari; R è la costante dei gas (0,0821 se esprimiamo le pressioni parziali in atm, la temperatura in K e le concentrazioni in mol L ⁻¹); T è la temperatura assoluta (K); Δn_g è la variazione del numero di moli di gas (prodotti meno reagenti).
PAG 458 ES 11	$P_x = \frac{n_x}{V} RT = [X] RT$ La costante di proporzionalità è RT .
PAG 458 ES 12	a) $K_c = \frac{1}{[\text{Cl}_2(g)]}$ b) $K_c = \frac{1}{[\text{NH}_3(g)][\text{HCl}(g)]}$ c) $K_c = [\text{NaOH}(aq)] [\text{H}_2(g)]$

PAG 458 ES 13	Se un equilibrio viene perturbato dall'esterno, il sistema reagisce in modo da contrastare la perturbazione, cercando di ristabilire, se possibile, un nuovo equilibrio.
PAG 458 ES 14	a) L'aggiunta di CH_4 sposta l'equilibrio a destra; b) l'aggiunta di H_2 sposta l'equilibrio a sinistra; c) la rimozione di CS_2 sposta l'equilibrio a destra; d) la diminuzione di volume sposta l'equilibrio a sinistra; e) un aumento di temperatura sposta l'equilibrio a destra.
PAG 458 ES 15	b)
PAG 458 ES 16	4,05
PAG 459 ES 17	a) $K_c = \frac{[\text{POCl}_3(g)]^2}{[\text{PCl}_3(g)]^2 [\text{O}_2(g)]}$ b) $K_c = \frac{[\text{SO}_2(g)]^2 [\text{O}_2(g)]}{[\text{SO}_3(g)]^2}$ c) $K_c = \frac{[\text{NO}(g)]^2 [\text{H}_2\text{O}(g)]^2}{[\text{N}_2\text{H}_4(g)] [\text{O}_2(g)]^2}$ d) $K_c = \frac{[\text{NO}_2(g)]^2 [\text{H}_2\text{O}(g)]^8}{[\text{N}_2\text{H}_4(g)] [\text{H}_2\text{O}_2(g)]^6}$
PAG 459 ES 18	a) $K_p = \frac{P[\text{POCl}_3(g)]^2}{P[\text{PCl}_3(g)]^2 P[\text{O}_2(g)]}$ b) $K_p = \frac{P[\text{SO}_2(g)]^2 P[\text{O}_2(g)]}{P[\text{SO}_3(g)]^2}$ c) $K_p = \frac{P[\text{NO}(g)]^2 P[\text{H}_2\text{O}(g)]^2}{P[\text{N}_2\text{H}_4(g)] P[\text{O}_2(g)]^2}$ d) $K_p = \frac{P[\text{NO}_2(g)]^2 P[\text{H}_2\text{O}(g)]^8}{P[\text{N}_2\text{H}_4(g)] P[\text{H}_2\text{O}_2(g)]^6}$
PAG 459 ES 19	a) $K_c = \frac{[\text{CO}(g)]^2}{[\text{O}_2(g)]}$ b) $K_c = [\text{SO}_2(g)] [\text{H}_2\text{O}(g)]$ c) $K_c = \frac{[\text{CH}_4(g)] [\text{CO}_2(g)]}{[\text{H}_2\text{O}(g)]^2}$ d) $K_c = \frac{[\text{CO}_2(g)] [\text{H}_2\text{O}(g)]}{[\text{HF}(g)]^2}$
PAG 459 ES 20	a) $K_c = \frac{[\text{CO}_2(g)]}{[\text{SO}_2(g)]}$ b) $K_c = \frac{[\text{Cl}(aq)]}{[\text{Br}^-(aq)]}$ c) $K_c = \frac{[\text{Cu}^{2+}(aq)]}{[\text{OH}^-(aq)]^2}$ d) $K_c = [\text{H}_2\text{O}(g)]$

PAG 459 ES 21	La quantità di CH ₃ OH, all'equilibrio, a) aumenta b) diminuisce c) aumenta d) rimane invariata															
PAG 459 ES 22	a) L'equilibrio si sposta a destra; b) l'equilibrio si sposta a sinistra; c) l'equilibrio si sposta a sinistra; d) l'equilibrio si sposta a destra; e) la posizione dell'equilibrio non varia.															
PAG 459 ES 23	Nell'es. 21, nessuna delle perturbazioni descritte; nell'es. 22 la d).															
PAG 459 ES 24	a) [Cl ₂] aumenta; b) [Cl ₂] aumenta; c) [Cl ₂] aumenta; d) [Cl ₂] diminuisce.															
PAG 459 ES 25	No. Il sistema evolve formando PCl ₃ e Cl ₂ .															
PAG 459 ES 26	[CH ₃ OH] = 4,36 × 10 ⁻³ M															
PAG 459 ES 27	[H ₂] = 0,47 M															
PAG 459 ES 28	K _c = 1,8 × 10 ⁻²															
PAG 459 ES 29	1,1 × 10 ⁻² mol L ⁻¹															
PAG 459 ES 30	[BrCl] _{eq} = 0,0294 M [Br ₂] _{eq} = [Cl ₂] _{eq} = 0,0108 M															
PAG 459 ES 31	[NO ₂] = [SO ₂] = 4,97 × 10 ⁻² M; [NO] = [SO ₃] = 7,03 × 10 ⁻² M															
PAG 459 ES 32	[NO ₂] = [SO ₂] = 4.97 × 10 ⁻² M; [NO] = [SO ₃] = 7.03 × 10 ⁻² M They are the same as in exercise 31. Whether we start from the pure reactants or from the pure products, the composition of the mixture at the equilibrium is the same.															
PAG 459 ES 33	Essendo Q maggiore di K _c , la reazione procede da destra a sinistra. [Br ₂] = [Cl ₂] = 0,0259 M [BrCl] = 0,0682 M															
PAG 459 ES 34	[NO ₂] = [SO ₂] = 0,0281 M															
PAG 460 ES 35	Perché il processo di sublimazione (equilibrio solido-vapore) è schematizzabile come: calore + solido ←→ vapore															
PAG 460 ES 36	a) Occorre scrivere la legge dell'equilibrio per la reazione, sostituire i valori noti di K, [NH ₃] e [N ₂] e risolvere per [H ₂]; b) The equilibrium concentrations for each of the reactants and products can be converted to pressures, using the ideal gas equation, remembering that a molar concentration for a gas corresponds to the quantity n = P V/ R T															
PAG 460 ES 37	Le concentrazioni iniziali sono: [NO ₂] = (0,200 mol/4,00 L) = 0,0500 M, [NO] = (0,300 mol/4,00 l) = 0,0750 M, [N ₂ O] = (0,150 mol/4,00 L) = 0,0375 M, [O ₂] = (0,250 mol/4,00 L) = 0,0625 M. Sostituendo questi valori nell'espressione dell'azione di massa si ottiene Q < K _c quindi la reazione procederà da sinistra a destra NO₂(g) + NO(g) ←→ N₂O(g) + O₂(g) <table><tr><td>CI</td><td>0,0500</td><td>0,0750</td><td>0,0375</td><td>0,0625</td></tr><tr><td>VC</td><td>- x</td><td>- x</td><td>+ x</td><td>+ x</td></tr><tr><td>CE</td><td>0,0500 - x</td><td>0,0750 - x</td><td>0,0375 + x</td><td>0,0625 + x</td></tr></table>	CI	0,0500	0,0750	0,0375	0,0625	VC	- x	- x	+ x	+ x	CE	0,0500 - x	0,0750 - x	0,0375 + x	0,0625 + x
CI	0,0500	0,0750	0,0375	0,0625												
VC	- x	- x	+ x	+ x												
CE	0,0500 - x	0,0750 - x	0,0375 + x	0,0625 + x												

	$K_c = [\text{N}_2\text{O}] [\text{O}_2] / [\text{NO}_2] [\text{NO}] = (0,0375 + x)(0,0625 + x) / (0,0500 - x)(0,0750 - x) = 0,914$. Risolvendo: $0,086 x^2 + 0,214 x - 0,00109 = 0$. $x = 0,00508$. [NO ₂] = 0,0449 M, [NO] = 0,0690 M, [N ₂ O] = 0,0426 M, [O ₂] = 0,0676 M																																																																
PAG 460 ES 38	[Br ₂] _{eq} = 0,4 M, [Cl ₂] _{eq} = 0,2 M, [BrCl] _{eq} = 0,4 M. Il grafico che rappresenta la reazione è c). I grafici a) e d) mostrano che almeno uno dei due reagenti reagisce completamente; b) indica un valore troppo alto di [BrCl] _{eq} .																																																																
PAG 460 ES 39	Le concentrazioni iniziali sono:[NO ₂] = [NO] = [N ₂ O] = [O ₂] = 0,200 mol / 5,00 L) = 0,0400 M. Sostituendo questi valori nell'espressione dell'azione di massa, si ottiene $Q > K_c$, quindi la reazione procederà da destra a sinistra <table><tr><td></td><td>NO₂(g)</td><td>+</td><td>NO(g)</td><td>↔</td><td>N₂O(g)</td><td>+</td><td>O₂(g)</td></tr><tr><td>CI</td><td>0,0400</td><td></td><td>0,0400</td><td></td><td>0,0400</td><td></td><td>0,0400</td></tr><tr><td>VC</td><td>+ x</td><td></td><td>+ x</td><td></td><td>- x</td><td></td><td>- x</td></tr><tr><td>CE</td><td>0,0400 + x</td><td></td><td>0,0400 + x</td><td></td><td>0,0400 - x</td><td></td><td>0,0400 - x</td></tr></table> $K_c = [\text{N}_2\text{O}] [\text{O}_2] / [\text{NO}_2] [\text{NO}] = (0,0400 - x)(0,0400 - x) / (0,0400 + x)(0,0400 + x) = 0,914$. Ricavando la radice quadrata di entrambi i membri, $K_c = (0,0400 - x) / (0,0400 + x) = 0,956$. Quindi $x = 9,20 \times 10^{-4}$ e all'equilibrio: [NO ₂] = [NO] = 0,0409 M, [N ₂ O] = [O ₂] = 0,0391 M. Se vengono aggiunte 0,050 mol di NO ₂ , la sua concentrazione molare varierà di 0,0500 mol / 5,00 L = 0,0100 mol L ⁻¹ . <table><tr><td></td><td>NO₂(g)</td><td>+</td><td>NO(g)</td><td>↔</td><td>N₂O(g)</td><td>+</td><td>O₂(g)</td></tr><tr><td>CI</td><td>0,0409+0,0100</td><td></td><td>0,0409</td><td></td><td>0,0391</td><td></td><td>0,0391</td></tr><tr><td>VC</td><td>- x</td><td></td><td>- x</td><td></td><td>+ x</td><td></td><td>+ x</td></tr><tr><td>CE</td><td>0,0509 - x</td><td></td><td>0,0409 - x</td><td></td><td>0,0391 + x</td><td></td><td>0,0391 + x</td></tr></table> $K_c = [\text{N}_2\text{O}] [\text{O}_2] / [\text{NO}_2] [\text{NO}] = (0,0391 + x)(0,0391 + x) / (0,0509 - x)(0,0409 - x) = 0,914$. Risolvendo: $0,086 x^2 + 0,162 x - 3,7 \times 10^{-4} = 0$. $x = 0,00226$. [N ₂ O] = 0,0414 M, [O ₂] = 0,0414 M [NO ₂] = 0,0486 M, [NO] = 0,0386 M.		NO ₂ (g)	+	NO(g)	↔	N ₂ O(g)	+	O ₂ (g)	CI	0,0400		0,0400		0,0400		0,0400	VC	+ x		+ x		- x		- x	CE	0,0400 + x		0,0400 + x		0,0400 - x		0,0400 - x		NO ₂ (g)	+	NO(g)	↔	N ₂ O(g)	+	O ₂ (g)	CI	0,0409+0,0100		0,0409		0,0391		0,0391	VC	- x		- x		+ x		+ x	CE	0,0509 - x		0,0409 - x		0,0391 + x		0,0391 + x
	NO ₂ (g)	+	NO(g)	↔	N ₂ O(g)	+	O ₂ (g)																																																										
CI	0,0400		0,0400		0,0400		0,0400																																																										
VC	+ x		+ x		- x		- x																																																										
CE	0,0400 + x		0,0400 + x		0,0400 - x		0,0400 - x																																																										
	NO ₂ (g)	+	NO(g)	↔	N ₂ O(g)	+	O ₂ (g)																																																										
CI	0,0409+0,0100		0,0409		0,0391		0,0391																																																										
VC	- x		- x		+ x		+ x																																																										
CE	0,0509 - x		0,0409 - x		0,0391 + x		0,0391 + x																																																										
PAG 460 ES 40	a) The formation of PF ₅ from PF ₃ and F ₂ results in a lowering of the total number of molecules and thus in a pressure fall. We calculate that $P(\text{PF}_5) = 0.0955 \text{ atm}$; $P(\text{PF}_3) = P(\text{F}_2) = 0.1545 \text{ atm}$.  ◆ = PF₅ ▲ = PF₃ ● = F₂ b) Once the pressure is stable, there is a dynamic equilibrium between the three species. $\text{F}_2(\text{g}) + \text{PF}_3(\text{g}) \rightarrow \text{PF}_5(\text{g})$ $\text{PF}_5(\text{g}) \rightarrow \text{F}_2(\text{g}) + \text{PF}_3(\text{g})$ c) If the volume is reduced to 50%, the system reacts by increasing the concentration (and pressure) of PF ₅ . We calculate that $P(\text{PF}_5) = P(\text{PF}_3) =$																																																																

	$P(F_2) = 0.25 \text{ atm.}$  $\blacklozenge = PF_5$ $\blacktriangle = PF_3$ $\bullet = F_2$ Because the volume is smaller, Le Chatelier Principle states that the equilibrium will favor the products. Consequently, equilibrium will be shifted to the right in a smaller volume.
PAG 460 ES 41	$[H_2]_{eq} = [I_2]_{eq} = 0,0440 \text{ M}$ $[HI]_{eq} = 0,312 \text{ M}$
PAG 460 ES 42	$[CO_2]_{eq} = [H_2]_{eq} = 0,0668 \text{ M}$ $[CO]_{eq} = [H_2O]_{eq} = 0,0332 \text{ M}$
PAG 460 ES 43	$Q_c < K_c$, la reazione procede verso destra $[CO]_{eq} = [H_2O]_{eq} = 0,0531 \text{ M}$ $[CO_2]_{eq} = [H_2]_{eq} = 0,107 \text{ M}$