

Exata 4

1)

a)  $(p \vee q) \wedge \sim p$   $\{ \sim, \rightarrow \}$   
 $\sim(p \vee q) \wedge \sim p$   
 $\sim(\sim p \wedge \sim q) \wedge \sim p$   
 $\sim \sim((p \vee q) \wedge \sim p)$   $\{ \sim, \vee \}$   
 $\sim \sim(p \vee q) \vee p$   
 $\sim \sim((p \vee q) \wedge \sim p)$   
 $\sim \sim \sim(p \vee q) \rightarrow p$   
 $\sim(\sim \sim(p \wedge \sim q) \rightarrow p)$   
 $\sim(\sim(p \rightarrow q) \rightarrow p)$

b)  $(p \rightarrow q) \wedge (\sim p \rightarrow q)$   $\{ (p \rightarrow \sim q \rightarrow p) \} \{ \sim, \rightarrow \}$   
 $(\sim p \vee q) \wedge (p \vee q)$   $\{ \sim p \vee q \vee p \} \{ \sim, \vee \}$   
 $\sim((\sim p \vee q) \wedge (p \vee q))$   $\sim \sim(p \vee q \vee p)$   
 $\sim(\sim((p \vee q) \wedge \sim(p \vee q)))$   $\sim(p \wedge \sim q \wedge \sim p)$   $\{ \sim, \wedge \}$

d)  $\pi \leftrightarrow \delta$   
 $(\pi \wedge \delta) \vee (\sim \pi \wedge \sim \delta)$   $\{ \sim, \wedge \}$   
 $(\pi \vee \sim \delta) \wedge (\sim \pi \vee \delta)$   $\{ \sim, \vee \}$   
 $(\pi \rightarrow \delta) \wedge (\delta \rightarrow \pi)$   $\{ \sim, \rightarrow \}$   
 $e) p \wedge (q \rightarrow \sim r)$   
 $p \wedge \sim(q \wedge r)$   $\{ \sim, \wedge \}$   
 $\sim(p \vee \sim q \vee r)$   $\{ \sim, \vee \}$   
 $\sim(q \wedge p) \rightarrow (p \wedge \sim r)$   $\{ \sim, \rightarrow \}$

f)  $\sim p \rightarrow q$   $q \vee p \vee \sim r$   $\{ \sim, \vee \}$   
 $\sim(p \wedge \sim q)$   $\{ \sim, \wedge \}$   
 $\sim(p \vee q)$   $\{ \sim, \vee \}$   
 $p \rightarrow \sim q$   $\{ \sim, \rightarrow \}$   
 $\sim(\sim p \wedge \sim q \wedge \sim r)$   $\{ \sim, \wedge \}$   
 $(p \rightarrow (q \rightarrow \sim r)) \rightarrow \sim$   $\{ \sim, \rightarrow \}$

h)  $(p \rightarrow q) \wedge (\sim p \vee r)$   $i) (p \rightarrow q) \rightarrow \sim$   
 $(\sim p \vee q) \wedge (p \wedge \sim r)$   $\sim(\sim p \vee q) \wedge \sim$   $\{ \sim, \wedge \}$   
 $(\sim p \vee q) \wedge (p \vee r)$   $\sim(p \vee \sim q) \vee \sim$   $\{ \sim, \vee \}$   
 $\sim(p \rightarrow \sim q) \wedge (\sim p \vee r)$   $\sim(p \rightarrow \sim(q \rightarrow \sim r)) \rightarrow \sim$   $\{ \sim, \rightarrow \}$