

$a \rightarrow b$ means $\neg a \vee b$

$a \leftrightarrow b$ means $(\neg a \vee b) \wedge (a \vee \neg b)$

Verify whether each of the following formulas are tautologies:

1. $((p \vee q) \wedge (p \rightarrow r) \wedge (q \rightarrow r))$
2. $\neg(\neg(x_1 \leftrightarrow x_2) \wedge \neg(x_2 \leftrightarrow x_3) \wedge \neg(x_3 \leftrightarrow x_4) \wedge \neg(x_4 \leftrightarrow x_1))$
3. $\neg(\neg(x_1 \leftrightarrow x_2) \wedge \neg(x_2 \leftrightarrow x_3) \wedge \neg(x_3 \leftrightarrow x_4) \wedge \neg(x_4 \leftrightarrow x_5) \wedge \neg(x_5 \leftrightarrow x_1))$
4. $((p \vee q) \wedge (r \vee s)) \rightarrow ((p \wedge r) \vee q \vee s)$
5. $((p \rightarrow q) \wedge (\neg r \vee s) \wedge (p \vee r)) \rightarrow (\neg q \rightarrow s)$
6. $((\neg p \vee q) \rightarrow r) \wedge (r \rightarrow (s \vee t)) \wedge (\neg s \vee \neg u) \wedge (\neg u \rightarrow \neg t) \rightarrow p$
7. $(p \rightarrow (q \vee r)) \leftrightarrow ((p \wedge \neg q) \rightarrow r)$
8. $((\neg p \leftrightarrow q) \wedge (q \rightarrow r) \wedge \neg r) \rightarrow p$
9. $((p \vee \neg q) \wedge r) \leftrightarrow ((\neg p \wedge r) \vee p)$
10. $[(x_1 \vee x_2) \wedge (x_1 \vee x_3) \wedge (x_1 \vee x_4) \wedge (x_2 \vee x_3) \wedge (x_2 \vee x_4) \wedge (x_3 \vee x_4)]$
 $\rightarrow [(x_1 \wedge x_2 \wedge x_3) \vee (x_1 \wedge x_3 \wedge x_4) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge x_4) \vee (x_2 \wedge x_3 \wedge x_4)]$