

Laboratorio de Inteligencia Artificial

FORMA CLAUSAL

Escribir las siguientes sentencias del cálculo de predicados de primer orden en forma clausal:

Los ejercicios obligatorios están en **negrita**, los otros son de refuerzo. Si ves que el obligatorio no te ha salido a la primera y sin errores, es conveniente que hagas de refuerzo de su mismo nivel hasta que eso ocurra.

1. **$(\forall X)(r(X) \wedge \neg t(X) \rightarrow s(X))$**

- 1.1. $(\forall X)(\neg p(X) \wedge q(X) \rightarrow \neg r(X))$ (refuerzo de quitar implicación)
- 1.2. $(\forall X)(\neg p(X) \rightarrow q(X))$ (refuerzo de quitar implicación)
- 1.3. $(\forall X)(p(X) \rightarrow q(X))$ (refuerzo de quitar implicación)
- 1.4. $(\forall Y)(\neg m(Y) \rightarrow \neg p(Y))$ (refuerzo de quitar implicación)
- 1.5. $(\forall Z)(t(Z) \rightarrow \neg r(Z))$ (refuerzo de quitar implicación)
- 1.6. $(\forall X)(p(X) \rightarrow \neg q(X))$ (refuerzo de quitar implicación)
- 1.7. $(\forall X) \neg (r(X) \wedge q(X) \wedge \neg t(X))$ (refuerzo de reducir negación – Leyes de De Morgan)
- 1.8. $(\forall Z) \neg (\neg p(Z) \vee s(Z))$ (refuerzo de reducir negación – Leyes de De Morgan)
- 1.9. $(\forall X)(p(X) \wedge q(X)) \wedge (\forall Y)(r(Y) \wedge s(Y))$ (refuerzo de separar cláusulas o de renombrado de variables del ejercicio anterior)

2. **$(\forall X)(p(X) \leftrightarrow q(X))$**

- 2.1. $(\forall X)(p(X) \wedge q(X) \wedge r(X)) \wedge (\forall Y)(s(Y) \vee t(Y))$ (refuerzo de separar cláusulas o de renombrado de variables)
- 2.2. $(\forall X)(p(X) \wedge q(X)) \wedge (\forall Y)(r(Y) \wedge s(Y))$ (refuerzo de separar cláusulas o de renombrado de variables)
- 2.3. $(\forall W)(\neg t(W) \leftrightarrow r(W))$ (refuerzo de quitar bicondicional)
- 2.4. $(\forall W)(r(W) \leftrightarrow \neg s(W))$ (refuerzo de quitar bicondicional)
- 2.5. $(\forall W)((r(W) \leftrightarrow s(W)) \rightarrow t(W))$ (refuerzo de quitar bicondicional)

3. **$(\forall X)(\forall Y)(p(X,Y) \rightarrow q(X))$**

4. **$(\forall X)((\exists Y)p(X,Y) \rightarrow q(X))$**

- 4.1. $(\exists X)(\exists Y)p(X,Y) \rightarrow (\forall X)q(X)$ (refuerzo de reducir negación en cuantificadores)

5. **$(\forall X)((\exists Z)(p(X,Z) \wedge t(Z)) \rightarrow q(X))$**

- 5.1. $(\forall X)(p(X) \wedge t(X) \rightarrow q(X))$ (refuerzo de reducir negación – Leyes de De Morgan)
- 5.2. $(\exists X)p(X) \rightarrow (\forall Y)q(Y)$ (refuerzo de reducir negación en cuantificadores)

6. **$(\forall X)((\exists Y)p(Y,X) \rightarrow (\forall Y) t(Y,a))$**

- 6.1. $(\forall W)(\forall Z)(p(Z,W) \rightarrow (\forall Z) t(Z,a))$ (refuerzo de renombrado de variables – paso 3)

7. **$(\forall X) p(X) \rightarrow (\exists Y) q(Y) \rightarrow (\forall Z) r(Z)$**

- 7.1. $(\forall X)(p(X) \rightarrow \neg q(X) \rightarrow r(X))$ (refuerzo de aplicación de leyes distributivas)
- 7.2. $(\forall X)(p(X) \rightarrow q(X) \rightarrow r(X))$ (refuerzo de aplicación de leyes distributivas)
- 7.3. $(\forall X)(\neg p(X) \rightarrow q(X) \rightarrow \neg r(X))$ (refuerzo de aplicación de leyes distributivas)

8. $(\forall X)((p(X) \wedge q(X)) \vee (r(X) \wedge s(X)))$

8.1. $(\forall X)(p(X) \vee q(X) \rightarrow s(X))$ (refuerzo de aplicación de leyes distributivas)

8.2. $(\forall X)((p(X) \wedge q(X)) \vee r(X))$ (refuerzo de aplicación de leyes distributivas)

8.3. $(\forall X)(p(X) \vee \neg q(X) \rightarrow s(X))$ (refuerzo de aplicación de leyes distributivas)

8.4. $((\forall Y)(\forall X)((p(Y,X) \leftrightarrow q(X)) \vee r(X)))$ (refuerzo de aplicación de leyes distributivas)

9. $(\forall X)((\exists Y)p(Y,X) \rightarrow (q(X) \wedge (\forall Y) t(Y,a)))$

9.1. $(\exists X)p(X) \rightarrow (\forall Z)p(Z) \wedge (\forall X)(\forall Y)r(X,Y)$ (refuerzo de reducir negación en cuantificadores)

10. $(\exists X)(\forall Y)(p(X,Y) \rightarrow r(X))$

10.1. $(\forall X)(p(X) \rightarrow \neg q(X))$ (refuerzo de quitar implicación)

11. $(\forall Y)(\exists X)(p(X,Y) \rightarrow r(X))$

11.1. $(\forall Z)(\neg t(Z) \rightarrow r(Z))$ (refuerzo de quitar implicación)

12. $[(\forall X) p(X)] \rightarrow [(\forall X)(\forall Y)(\exists Z)(p(X,Y,Z) \rightarrow (\forall U) r(X,Y,Z,U))]$

12.1. $(\exists X)(\exists Y) p(X,Y) \rightarrow (\forall X)q(X)$ (refuerzo de reducir negación en cuantificadores)

13. $(\exists W)((\forall X)a(X) \rightarrow \neg(\exists Z)(b(W,Z) \rightarrow (\forall Y)c(W,Y)))$

13.1. $(\exists X)(\exists Y) a(X,Y) \wedge [(\exists X)b(X) \rightarrow (\exists X)(\forall Y)(\forall Z)c(X,Y,Z)]$

13.2. $(\exists X)p(X) \rightarrow (\forall Y)q(Y)$ (refuerzo de reducir negación en cuantificadores)

13.3. $(\forall X)(p(X) \vee \neg q(X) \rightarrow s(X))$ (refuerzo de aplicación de leyes distributivas)

14. $(\forall X)p(X) \wedge [((\forall Y)(q(Y) \rightarrow \neg r(a,Y)) \rightarrow (\forall Y)p(Y)) \vee (\forall X)p(X)]$

14.1. $(\forall X)[\neg p(X,a) \rightarrow (\exists Y)(p(Y,g(X)) \wedge (\forall Z)(p(Z,g(X)) \rightarrow p(Y,Z)))]$

14.2. $(\forall X)p(X) \rightarrow (\exists Z)q(Z) \wedge (\forall X)(\exists Y)r(X,Y)$

15. $(\exists T)(\forall X)[p(X) \rightarrow (\neg(\forall Y)(q(X,Y) \rightarrow (\exists Z)p(Z)) \wedge (\forall Y)(q(X,Y) \rightarrow r(T)))]$

15.1. $(\forall X)[(p(X) \rightarrow \neg(\forall Y)(q(X,Y) \rightarrow (\exists Z)p(Z))) \wedge (\forall T)(q(X) \rightarrow r(T))]$

15.2. $(\forall X)[(p(X) \rightarrow \neg(\forall Y)(q(X,Y) \rightarrow (\exists Z)p(Z))) \wedge (\forall Y)(q(X,Y) \rightarrow r(a))]$

16. $(\exists X)((\forall Y) \neg(\forall X)(p(Y,X) \leftrightarrow q(X)) \vee r(X))$

16.1. $(\forall W)(r(W) \leftrightarrow \neg s(W))$ (refuerzo de quitar bicondicional)

17. $(\forall X)((h(X) \vee f(X)) \rightarrow ((\exists Y)(i(Y) \wedge a(X,Y)) \wedge (\forall Y)(g(Y) \rightarrow c(X,Y))))$

17.1. $(\forall X) \neg (r(X) \wedge q(X) \wedge \neg t(X))$ (refuerzo de reducir negación – Leyes de De Morgan)

17.2. $(\forall X)(p(X) \wedge q(X)) \wedge (\forall Y)(r(Y) \wedge s(Y))$ (refuerzo de separar cláusulas o de renombrado de variables)