

Lezione 1

1. Struttura del corso
2. Introduzione al corso
3. Introduzione al software didattico

Struttura del Corso

Organizzazione: parte teorica

Lezioni: **Stefano Aguzzoli**

Modalità mista: frontale + teledidattica

Orario:

- Lunedì 13.30 – 15.30 Aula G11
- Mercoledì 10.30 – 12.30 Aula Magna «Alberto Bertoni»

Ricevimento per gli studenti del corso di Logica:
su appuntamento.

Email: aguzzoli@di.unimi.it

Organizzazione: parte teorica

Lezioni: **Stefano Aguzzoli**

Le slide delle lezioni saranno pubblicate, dopo la lezione sul sito:

<https://homes.di.unimi.it/aguzzoli/logicatriennale.html>

Le videoregistrazioni saranno pubblicate su Ariel.

Email: `aguzzoli@di.unimi.it`

Laboratorio di Logica

Suddivisione formale in turni:

TURNO A: lettere A – E

Zoom: Martedì 13.30 – 16.30

Stefano Aguzzoli

TURNO B: lettere F – O

Aula **Delta**, Martedì 13.30 – 16.30

Camillo Fiorentini

TURNO C: lettere P – Z

Aula **Delta**, Giovedì 13.30 – 16.30

Stefano Aguzzoli

- All'inizio della seconda parte del corso il TURNO C si fonderà col TURNO A.
- Ricevimento: su appuntamento

Laboratorio di Logica

- Il Turno A sarà erogato **esclusivamente** in teledidattica, via **zoom**.
- I Turni B e C saranno erogati **esclusivamente** in presenza (**ricordate di prenotarvi!**)
- I Laboratori inizieranno martedì 8 marzo.

Saranno rese disponibili le registrazioni di possibili soluzioni degli esercizi
(registrazioni dell'anno 2020-21).

Testo e Software Didattico

- **Testo:** LANGUAGE, PROOF AND LOGIC

Dave Barker-Plummer, Jon Barwise and John Etchemendy

<https://www.gradgrinder.net/Products/lpl-index.html>

- Si userà il software didattico associato al testo.
- Il software è installato sulle macchine del **SILAB**.
- Gli studenti devono registrarsi su **UNICLOUD**, usando le credenziali di Ateneo (nome.cognome@studenti.unimi.it) nelle postazioni predisposte in **SILAB**.

Siti Rilevanti

Sito del corso, parte frontale:

<https://homes.di.unimi.it/aguzzoli/logicatriennale.html>

Siti dei corsi di Laboratorio:

Turno A: Lettere A-E:

<https://homes.di.unimi.it/aguzzoli/laboratoriologicaA.html>

Turno B: Lettere F-O:

<https://homes.di.unimi.it/fiorentini/lablogica.html>

Turno C: Lettere P-Z:

<https://homes.di.unimi.it/aguzzoli/laboratoriologicaC.html>

Materiali Didattici

I materiali didattici saranno resi a disposizione sui siti indicati, e sul sito **Ariel** associato al corso.

Slide delle lezioni frontali:

Disponibili **dopo** la lezione in un'area riservata.

Userid e **Password** saranno comunicate agli studenti che mi scriveranno una mail dal loro indirizzo nome.cognome@studenti.unimi.it.

Testi degli esercizi:

Disponibili **poco prima** della lezione di laboratorio.

Esercitazioni, laboratorio e «compiti»

- Esercitazioni. Le esercitazioni saranno in laboratorio usando il software didattico associato al libro di testo.
- «Compiti». Fare gli esercizi dati a lezione ed esercitazione.
- Per chi acquista il libro di testo è a disposizione un sito (a Stanford) al quale inviare gli esercizi che trovate sul libro, per una valutazione in automatico.

Esame

- Prova (scritta) in laboratorio comprendente:
 - Domande, per sondare le conoscenze acquisite nelle lezioni frontali.
 - Esercizi, per approfondire l'analisi sulle suddette conoscenze e sulle relative capacità.
 - Esercizi con il Software didattico, per sondare le capacità acquisite nelle esercitazioni in laboratorio.
- Eventuale orale:
 - Per chi è alle soglie della sufficienza.
 - Per trattare prove scritte non «equilibrate».

Programma preliminare

PRIMA PARTE: LOGICA PROPOSIZIONALE

- Introduzione.
- La logica proposizionale.
 - Sintassi e semantica.
 - Traduzione dal linguaggio naturale.
 - Sistemi deduttivi del calcolo proposizionale.
 - Uso di tool (**Tarski's World**, **Fitch** e **Boole**) per la modellazione e il calcolo formale.

Programma preliminare

SECONDA PARTE: LOGICA DEL PRIMO ORDINE.

- Sintassi e semantica della logica del primo ordine.
- Quantificatori e la loro logica.
- Traduzione dal linguaggio naturale.
- Sistemi deduttivi del calcolo del primo ordine.
- Uso di tool (**Tarski's World** e **Fitch**) per la modellazione e il calcolo formale.

TERZA PARTE: Induzione, Ricorsione e relazioni con l'Informatica.

Introduzione al Corso

La logica (cosa vedremo in questo corso)

Obiettivi

La logica (in questo corso)

- a) studia le leggi dell'*indagine razionale* (rational inquiry).
- b) utilizza un *linguaggio formale* astratto, che definisce formalmente *sintassi* e *significato* (*semantica*).
- c) sulla base del linguaggio astratto studia la nozione di *conseguenza* logica e le *forme di ragionamento valide*.

Dal libro: *To study logic is to use the methods of rational inquiry on rationality itself.*

- What are the techniques by which we can distinguish correct or “valid” reasoning from incorrect or “invalid” reasoning? More basically, what is it that *makes* one claim “*follow logically*” from some given information, while some other claim does not?
- ... *it becomes crucial to understand just what the laws of logic are, and even more important, why they are laws of logic.*
- These are the questions that one takes up when one studies logic itself. *To study logic is to use the methods of rational inquiry on rationality itself.*

Esempio (proposizionale)

La frase:

- **Se piove prendo l'ombrello**

ha lo stesso significato di:

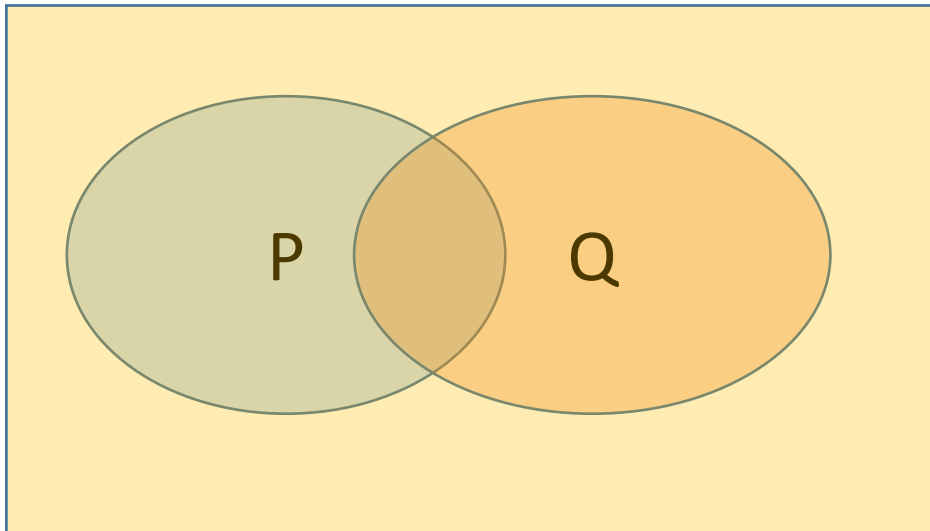
- 1. Se non piove non prendo l'ombrello**
- 2. Se non prendo l'ombrello non piove**
- 3. Prendo l'ombrello solo se piove**
- 4. Piove solo se prendo l'ombrello**
- 5. Piove se e solo se prendo l'ombrello**
- 6. Non piove o prendo l'ombrello («o» inclusivo)**
- (7) Nessuna delle frasi precedenti**

Esempio (proposizionale)

Se piove prendo l'ombrello

P = piove

Q = prendo l'ombrello

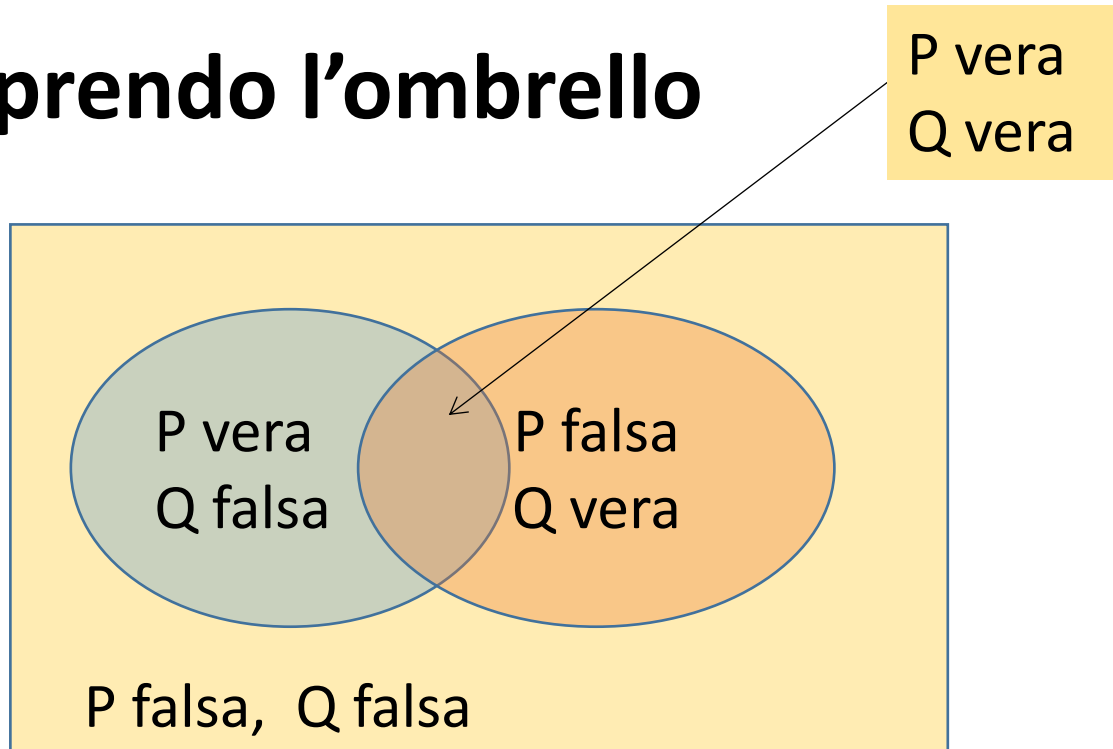


Esempio (proposizionale)

Se piove prendo l'ombrello

P = piove

Q = prendo l'ombrello

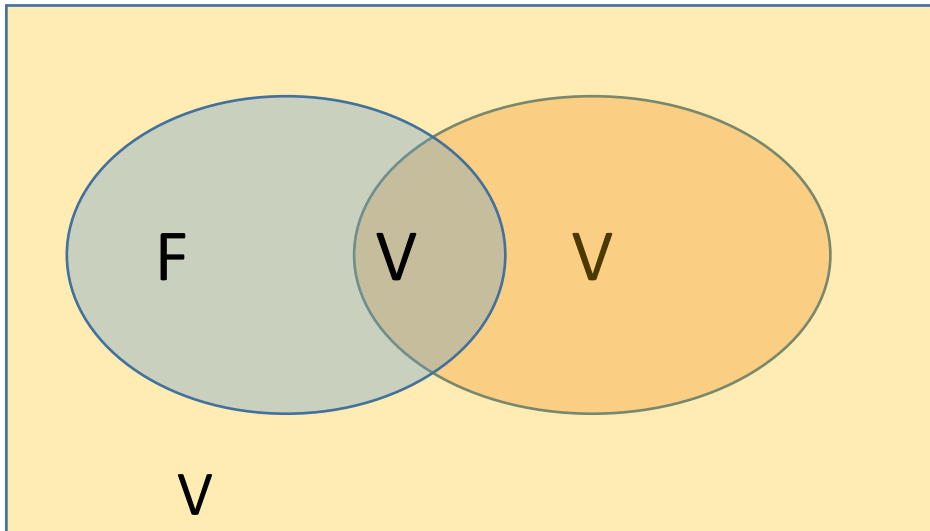


Esempio (proposizionale)

Se piove prendo l'ombrello:

$$P \rightarrow Q$$

F = falsa, V = vera

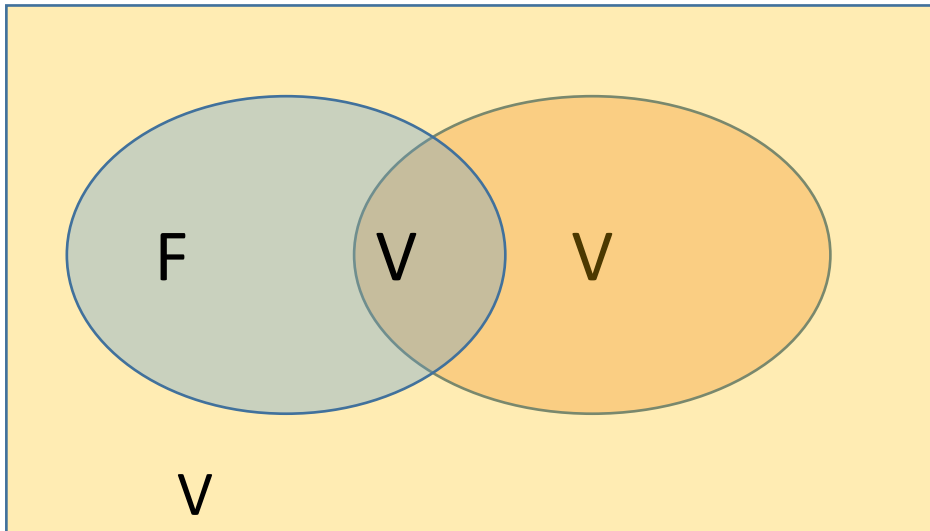


Esempio (proposizionale)

O non piove o prendo l'ombrello:

$$\neg P \vee Q$$

F = falsa, V = vera



.... La logica (in questo corso) (b)

- a) studia le leggi dell'*indagine razionale* (rational inquiry).
- b) utilizza un *linguaggio formale* astratto, che definisce formalmente *sintassi* e *significato* (*semantica*).
- c) sulla base del linguaggio astratto studia la nozione di *conseguenza* logica e le *forme di ragionamento valide*.

Dal libro: *once the meaning is established, the laws of logic follow inevitably*

- *We want you to understand just how the laws of logic follow inevitably from the meanings of the expressions we use to make claims.*
- Convention is crucial in giving meaning to a language, *but once the meaning is established, the laws of logic follow inevitably.*
- we have two main aims.
 - The first is to help you learn a new language, the *language of first-order logic [FOL].*

linguaggio di FOL: *it is used every day by*

- This language of first-order logic is very important. Like Latin, the language is not spoken, but unlike Latin, it is used every day by
 - mathematicians,
 - philosophers,
 - *computer scientists*,
 - linguists,
 - and practitioners of *artificial intelligence*.
- Although it is not so frequently used in other forms of rational inquiry, like medicine and finance, it is also a valuable tool for understanding the principles of rationality underlying these disciplines as well.

Esempio (primo ordine, *i.e.* FOL)

La frase:

Ogni uomo è mortale

in FOL:

$$\forall x(\text{Uomo}(x) \rightarrow \text{Mortale}(x))$$

La frase:

Tutti i gatti sono neri

In FOL:

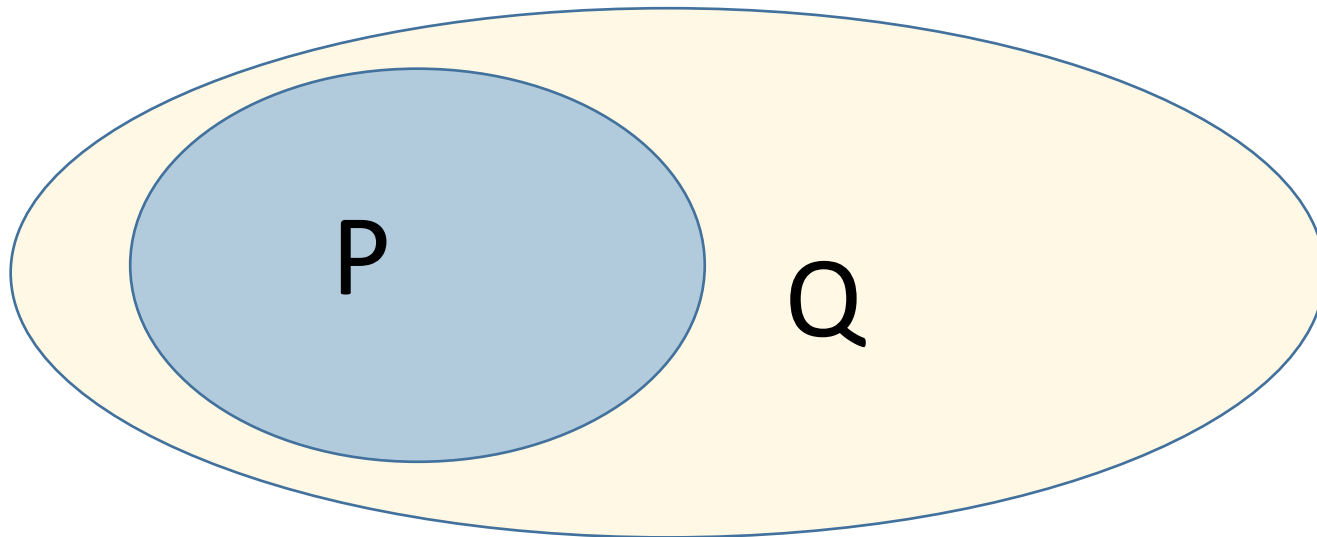
$$\forall x(\text{Gatto}(x) \rightarrow \text{Nero}(x))$$

Esempio (primo ordine, *i.e.* FOL)

Ogni uomo è mortale: $\forall x(\text{Uomo}(x) \rightarrow \text{Mortale}(x))$

Tutti i gatti sono neri: $\forall x(\text{Gatto}(x) \rightarrow \text{Nero}(x))$

$$\forall x(P(x) \rightarrow Q(x))$$



.... La logica (in questo corso) (c)

- a) studia le leggi dell'*indagine razionale* (rational inquiry).
- b) utilizza un *linguaggio formale* astratto, che definisce formalmente *sintassi* e *significato (semantica)*.
- c) sulla base del linguaggio astratto studia la nozione di *conseguenza* logica e le *forme di ragionamento valide*.

NOTARE:

- Un ragionamento è una concatenazione di frasi che seguono una dall'altra.

Dal libro: one of our major concerns is to examine this notion of *logical consequence as it applies specifically to the language FOL*.

- But in so doing, we will also learn a great deal about the relation *of logical consequence in natural languages*. Our main concern will be to learn how to recognize when a specific claim follows logically from others, and conversely, when it does not.
- we have two main aims.
 - The second is to help you learn about the notion of *logical consequence*, and about how one goes about establishing whether some claim *is* or *is not* a logical consequence of other *accepted claims*.

c) *conseguenza* , *forme di ragionamento valide*,
controesempi

- It is not always obvious when one claim is a logical consequence of others, but powerful methods have been developed to address this problem, at least for FOL.
- In this book, we will explore methods of proof
 - how we can *prove* that one claim is a logical consequence of another
[*the method of proof*].
 - and also methods for showing that a claim is *not* a consequence of others
[*the method of counterexample*].

Esempio

Il ragionamento:

**Ogni uomo è mortale,
Socrate è un uomo.
Dunque Socrate è mortale.**

in FOL:

$\forall x(\text{Uomo}(x) \rightarrow \text{Mortale}(x))$
 $\text{Uomo}(\text{socrate})$

$\text{Mortale}(\text{socrate})$

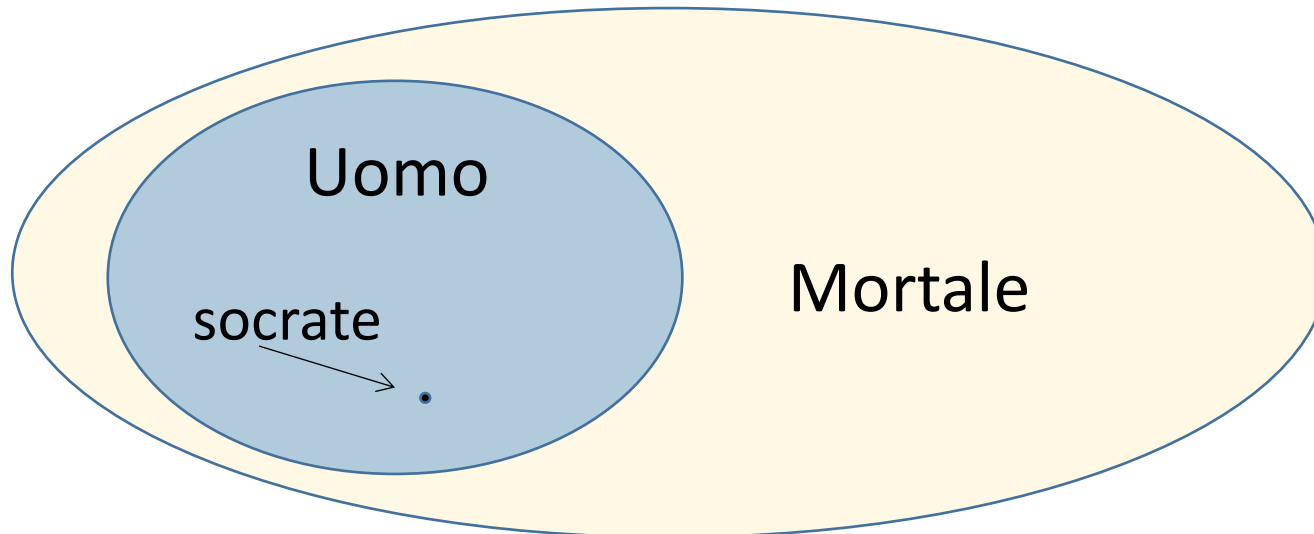
è valido? Perché?

Esempio

Ogni uomo è mortale: $\forall x(\text{Uomo}(x) \rightarrow \text{Mortale}(x))$

Socrate è un uomo: $\text{Uomo}(\text{socrate})$

Dunque, Socrate è mortale: $\text{Mortale}(\text{socrate})$



Obiettivi del corso

- **Conoscenze** che lo studente dovrebbe acquisire
 - Verifica mediante domande aperte.
- **Capacità** che lo studente dovrebbe dimostrare
 - Verifica mediante esercizi.

Obiettivi del corso

- Conoscenze

Sintassi e semantica della logica a diversi livelli di astrazione: proposizionale, FOL, ambiti specifici.

- Capacità di analisi e comprensione del linguaggio

a. Saper tradurre in formule semplici frasi del linguaggio naturale.

b. Saper individuare il legame fra struttura delle frasi e loro significato, sia nei linguaggi formali, sia nel linguaggio naturale.

c. Essere in grado di individuare il livello di astrazione adeguato rispetto al linguaggio usato e allo scopo.

Obiettivi del corso

- Conoscenze

La nozione di conseguenza logica e le leggi di ragionamento sottostanti, il sistema deduttivo formale di Fitch.

- Capacità di ragionamento

- *Saper riconoscere se semplici ragionamenti sono validi e perché.*
- *Saper confutare un ragionamento non valido con un controesempio.*
- *Saper tradurre in una dimostrazione formale un semplice ragionamento informale.*
- *Saper leggere l'enunciato e la dimostrazione di un teorema.*

Obiettivi del corso

- Conoscenze

Assiomatizzazioni e modelli. L'induzione matematica, l'aritmetica di Peano.

- Capacità di utilizzare strumenti concettuali e metodologici importanti in Informatica

- *Saper formalizzare semplici «mondi» popolati da insiemi finiti di oggetti.*

- *Saper definire semplici tipi induttivi e ragionare per induzione.*

- *Saper definire semplici funzioni ricorsive.*

Introduzione al Software Didattico

I tool didattici

Il software didattico si compone di tre applicazioni, che saranno illustrate in dettaglio nelle esercitazioni:

- **Boole** (tavole di verità).
- **Tarski's World** (modelli e contromodelli nel mondo dei blocchi).
- **Fitch** (un sistema formale deduttivo (calcolo «naturale»)).

Esempio: Boole

Boole: Untitled 1

File Edit Table Window Help

B **I** **A** **A** **P|Q|R** **T↓F** **✓** **Car** **?**

Blocks Pets Set Arith

Tet	Small	LeftOf	SameCol	Smaller
Cube	Medium	RightOf	SameRow	Larger
Dodec	Large	FrontOf	Between	Likes
SameShape	SameSize	BackOf	Adjoins	Happy

Assessment ☒ Tautologically Equivalent

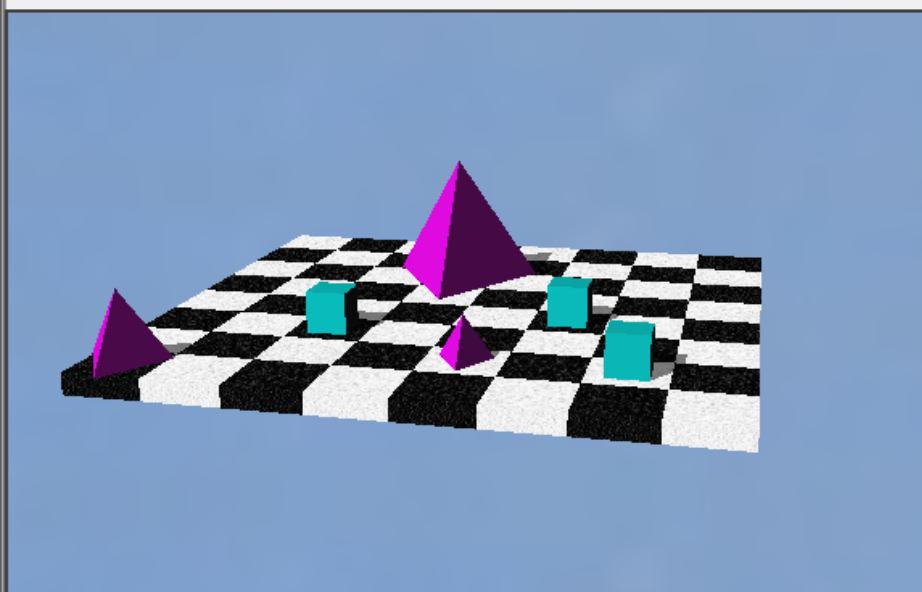
⊕ Piove	Ombrello	Piove → Ombrello	¬Ombrello → ¬Piove	⊕
T	T	✓ T	✓ F	T F
T	F	✓ F	✓ T	F F
F	T	✓ T	✓ F	T T
F	F	✓ T	✓ T	T T

Esempio: Tarski's World

Tarski's World

File Edit Sentence World Help

Untitled World



Blocks Pets Set Arith

Tet	Small	LeftOf	SameCol	Smaller
Cube	Medium	RightOf	SameRow	Larger
Dodec	Large	FrontOf	Between	Adjoins
SameShape	SameSize	BackOf		

Untitled Sentences

T 1. $\forall x (\text{Cube}(x) \rightarrow \text{Small}(x))$

F 2. $\exists x \text{Dodec}(x)$

Evaluating in Untitled World

Esempio: Fitch

F Fitch: Untitled 1

File Edit Proof Goal Window Help

B *I* \wedge \vee \neg \rightarrow \leftrightarrow \perp

Blocks Pets Set Arith

Tet	Small	LeftOf	SameCol	Smaller
Cube	Medium	RightOf	SameRow	Larger
Dodec	Large	FrontOf	Between	Likes
SameShape	SameSize	BackOf	Adjoins	Happy

\wedge \vee \neg \rightarrow \leftrightarrow \perp a b c d e f \forall \exists = \neq () x y z u v w

- $\forall x (Uomo(x) \rightarrow Mortale(x))$
- $Uomo(socrate)$
- $Uomo(socrate) \rightarrow Mortale(socrate)$ ✓ \forall Elim
- $Mortale(socrate)$ ✓ \rightarrow Elim

< >

Goals

- $\neq Mortale(socrate)$ ✓

Riferimenti al libro di testo

- Introduction: da pag. 1 a pag. 5.
- Per l'esempio sui condizionali, potreste dare un'occhiata a Chapter 7, e Section 7.1, ma riprenderemo in dettaglio questa tematica a tempo debito.