



لا علم في وقت من اوقات لكنه يكون اجيال من هو وحال العلم  
 وذلك انما كان بعد احوالها من غير ان يقال ان وقت  
 كان والى من العلم الاطلاق هو الذي قال انه حسن او ضد  
 ذلك من غير ان يكون على شيء من احوال ذلك لا تقول ان  
 ذلك المبدأ حسن قط او با يقول انه حسن عند قوم فليس هو  
 اذا احتسب على الاطلاق وقد يقول ان العلم الله حسن من غير  
 ان يتبعه الى قولها الحرف ذلك ان العلم الاطلاق وحده  
 يجب مع كل من يخرج الى شيئا من حسن او مع او قول اخرها المشبه  
 ذلك من غير ان يخرج الى ان يتصفه او اقول من غير الاشياء

## La teoria aristotelica della scienza

العلم لا يتغير من حيث هو بطبيعته  
 وحده  
 انما هو ما لا يتغير من حيث هو  
 به فلهذا العلم هو ما لا يتغير من حيث هو  
 لظهوره ولا يتغير من حيث هو  
 معناه معناه معناه معناه معناه  
 معناه معناه معناه معناه معناه  
 فلهذا العلم هو ما لا يتغير من حيث هو  
 العلم هو ما لا يتغير من حيث هو

« Riguardo alla nostra opera, invece, non soltanto non si può dire che in parte fosse già compiutamente elaborata, ed in parte no, ma si deve addirittura affermare che non sussisteva affatto nulla di simile. »



## La sventura dell'umanità?



« Aristotele, dobbiamo dirlo, fu una delle grandi sventure dell'umanità.

Ancora oggi l'insegnamento della logica nella maggior parte delle università è pieno di stupidaggini delle quali egli è responsabile. »

Bertrand Russell

*La visione scientifica del mondo (1931)*

« Quando leggiamo qualche filosofo di rilievo, ma soprattutto quando leggiamo Aristotele, è necessario condurre il proprio studio in due modi: in rapporto ai predecessori del pensatore, e in rapporto ai suoi successori.

Sotto il primo aspetto, i meriti di Aristotele sono enormi; sotto il secondo, i suoi demeriti sono altrettanto enormi.

Quanto ai suoi demeriti, però, i suoi successori sono più responsabili di lui. »

Bertrand Russell, *Storia della filosofia occidentale (1945)*



## ... o il più degno tra i filosofi?

« A trattare estesamente di Aristotele induce tra l'altro la considerazione che a nessun altro filosofo è stato fatto più grave torto, con tradizioni scovre di ogni ombra di pensiero che si sono tramandate intorno alla sua filosofia e che sono in auge ancora oggi, sebbene egli per tanti secoli sia stato il maestro di tutti i filosofi.

Infatti a lui si attribuiscono opinioni diametralmente opposte alla sua filosofia.

[...]

Se [...] la filosofia venisse presa sul serio, non vi sarebbe cosa più degna che tenere un corso di lezioni su Aristotele, il più degno di essere studiato fra gli antichi filosofi. »



Georg W. F. Hegel (1770-1831)

*Lezioni sulla storia della filosofia*



## Un ammiratore moderno

« Ad ognuno di questi [campi], ed in particolare alla biologia, alla logica e alla metafisica, egli diede il contributo di idee nuove, e assolutamente originali;

ma ancor più importante dei suoi molti, sparsi e sostanziali contributi di idee fu la sua organizzazione dell'intero scibile umano in un insieme sistematico e coerente.

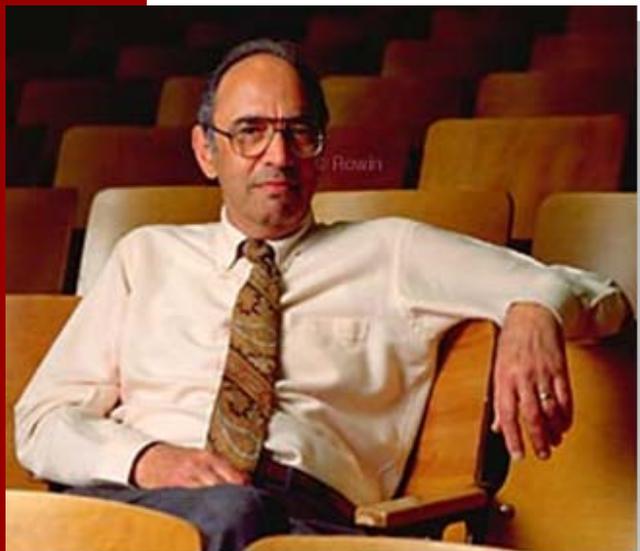
[...]

C'è, nella sua visione dell'uomo e dell'universo, una fondamentale unità che non è stata più raggiunta in una sintesi di tale vastità e originalità.

»

Thomas S. Kuhn

*La rivoluzione copernicana (1957)*





## Aristotele, fisico eccellente



« Ero seduto alla scrivania con la *Fisica* di Aristotele aperta davanti a me, e in mano una matita. Alzai gli occhi dal testo e guardai distrattamente fuori dalla finestra; ho ancora bene in mente quell'immagine.

D'improvviso, nella mia testa i frammenti si ordinarono in un modo nuovo e si composero insieme.

Rimasi a bocca aperta, perché **di colpo Aristotele mi parve un fisico eccellente, ma di un genere al quale non mi sarei neppure sognato di pensare.** »

Thomas S. Kuhn

*What are scientific revolutions?* (1987)

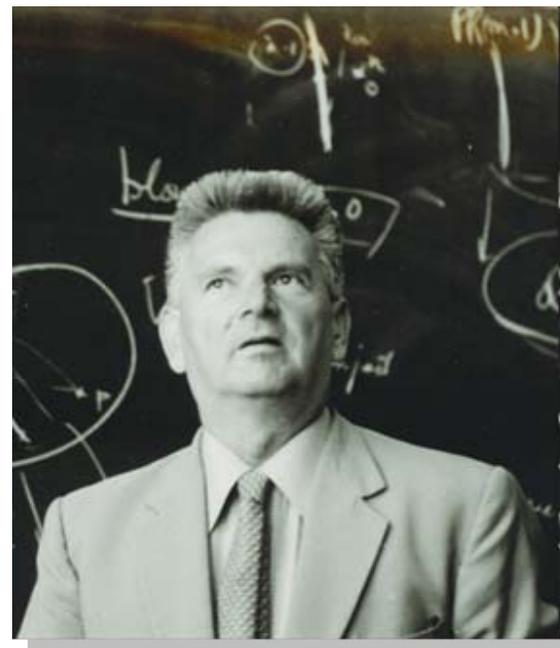


## Aristoteles redivivus

« Mi proporrò ora di mostrare che una buona parte dell'eredità di Aristotele conserva ancora una validità intrinseca, validità che apparirà essa stessa come una conseguenza delle stesse proposte di Galileo. »

René Thom

*Aristoteles redivivus* (1996)





## Galileo, ammiratore di Aristotele?

SALVIATI. Avete voi forse dubbio che quando Aristotile vedesse le novità scoperte in cielo, e' non fusse per mutar opinione e per emendar i suoi libri e per accostarsi alle piú sensate dottrine, discacciando da sé quei cosí poveretti di cervello che troppo pusillanamente s'inducono a voler sostenere ogni suo detto, senza intendere che quando Aristotile fusse tale quale essi se lo figurano, sarebbe un cervello indocile, una mente ostinata, un animo pieno di barbarie, un voler tirannico, che, reputando tutti gli altri come pecore stolide, volesse che i suoi decreti fossero anteposti a i sensi, alle esperienze, alla natura istessa?

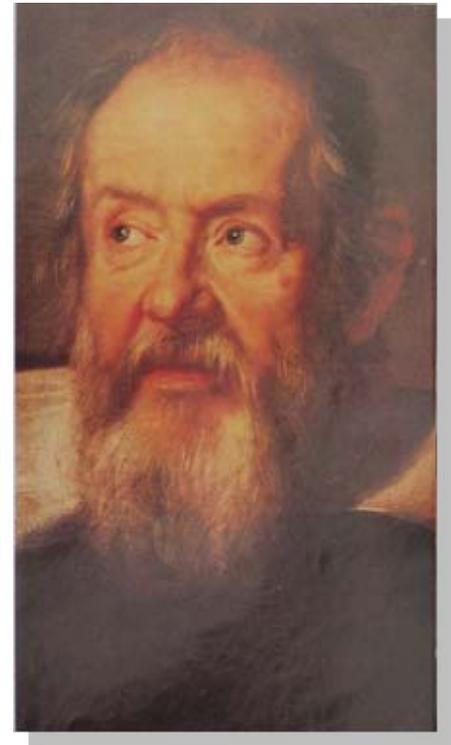
**Sono i suoi seguaci che hanno data l'autorità ad Aristotile, e non esso che se la sia usurpata o presa;** e perché è piú facile il coprirsi sotto lo scudo d'un altro che 'l comparire a faccia aperta, temono né si ardiscono d'allontanarsi un sol passo, e piú tosto che mettere qualche alterazione nel cielo di Aristotile, vogliono impertinente negar quelle che veggono nel cielo della natura.



SALVIATI. [...] Né perciò dico io che non si deva ascoltare Aristotile, **anzi laudo il vederlo e diligentemente studiarlo**, e solo biasimo il darsigli in preda in maniera che alla cieca si sottoscriva a ogni suo detto e, senza cercarne altra ragione, si debba avere per decreto inviolabile.

Galileo

*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo (1632)*





## La vita

- 384/383 a.C. Aristotele nasce a Stagira dal medico Nicomaco e da Festide. Probabilmente vive, per un breve periodo, a Pella, essendo il padre diventato medico di corte del re macedone Aminta.
- 367/366 Si reca ad Atene ed entra nell'Accademia, dove rimane per un ventennio, durante il quale compone e pubblica numerose opere, per lo più in forma dialogica. Queste opere furono dette « essoteriche » in contrapposizione alle successive, che Aristotele comporrà solo per le sue lezioni e i suoi corsi e che vennero perciò dette « esoteriche » perché rivolte agli iniziati.
- 360/358 Probabile data di composizione del *Grillo*. Forse seguono, a breve distanza di tempo, il trattato *Sulle Idee* e il trattato *Sul Bene*.
- 353 Probabile data di composizione dell'*Eudemo*.
- 351/350 Probabile data di composizione del *Protreptico*, cui seguì, a breve distanza, il trattato *Sulla filosofia*.
- 347 Muore Platone; Aristotele lascia l'Accademia e Atene e si reca probabilmente ad Atarneo, invitato dal tiranno Ermia, e, subito dopo, ad Asso, città donata da Ermia ai filosofi accademici Erasto e Corisco per i buoni servizi ottenuti da loro.
- 347-345/344 Aristotele fonda e dirige una scuola ad Asso insieme a Senocrate, Corisco ed Erasto. Inizia la composizione delle opere destinate alla scuola e cessa probabilmente di comporre scritti per il grosso pubblico. La cronologia di queste opere di scuola o delle loro parti non è più ricostruibile.
- 345/344-343/342 Aristotele fonda e dirige una scuola a Mitilene in Lesbo.
- 343/342 Filippo il Macedone sceglie Aristotele, per intercessione di Ermia, come educatore del figlio Alessandro. Cade in questo periodo la composizione del *Trattato sul cosmo per Alessandro*, se, come a noi pare, esso è autentico (ha infatti molte tangenze con gli essoterici).
- 341 Ermia è fatto prigioniero dai Persiani e poi ucciso. In questo periodo Aristotele sposa Pizia, sorella di Ermia, da cui avrà una figlia, alla quale sarà dato lo stesso nome della madre.
- 340 Alessandro, diventato reggente, interrompe i suoi studi. Forse non molto dopo Aristotele si recò a Stagira, avendo ottenuto che Alessandro la facesse ricostruire (era stata distrutta poco prima che Aristotele lasciasse Atene). Forse a Stagira muore Pizia. Aristotele si unisce a Erpilli che gli darà un figlio, al quale, in ricordo del nonno paterno, verrà dato il nome di Nicomaco.
- 335/334 Aristotele torna ad Atene e fonda il Peripato.
- 335/334-323 Aristotele tiene i grandi corsi di filosofia e di scienza nel Peripato, elabora e sistema gli scritti esoterici.
- 323 Muore Alessandro il Macedone, si scatena una reazione antimacedone e Aristotele è minacciato al punto da sentirsi costretto a lasciare Atene.
- 322 Si reca a Calcide, dove aveva dei possedimenti ereditati dalla madre e qui muore dopo pochi mesi.



## Le opere (principali, a noi pervenute)

### Opere di logica (*Organon*):

*Categorie*  
*Interpretazione*  
*Analitici primi* (2 libri)  
*Analitici secondi* (2 libri)  
*Topici* (8 libri)  
*Confutazioni sofistiche*

### Opere di retorica e poetica:

*Retorica* (3 libri)  
*Poetica*

### Scritti di filosofia prima:

*Metafisica* (14 libri)

### Opere di scienze naturali:

*Fisica* (8 libri)  
*Cielo* (4 libri)  
*Nascita e morte* (2 libri)  
*Meteorologia* (4 libri)  
*Sull'anima* (3 libri)  
*Generazione degli animali* (5 libri)  
*Storia degli animali* (10 libri)  
*Parti degli animali* (4 libri)  
*Moto degli animali*  
*Il senso*

### Opere morali e politiche:

*Etica Eudemia* (7 libri)  
*Etica Nicomachea* (10 libri)  
*Politica* (8 libri)  
*Costituzione degli ateniesi*



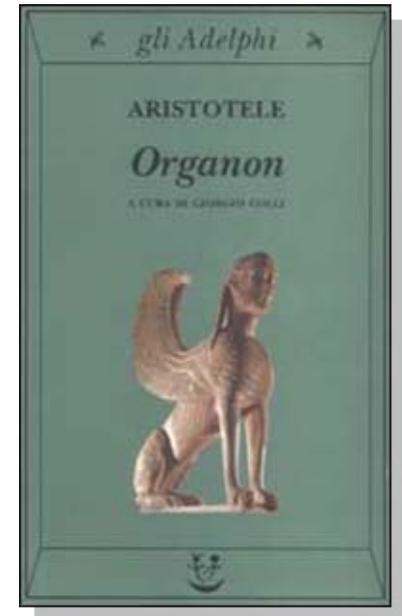
# L'Organon

I commentatori antichi raggrupparono i lavori logici di Aristotele in un unico trattato dal titolo *Organon* ("strumento"), così composto:

- *Categorie*
- *De interpretatione*
- *Analitici primi* (o *anteriori*)
- *Analitici secondi* (o *posteriori*)
- *Topici*
- *Confutazioni sofistiche*

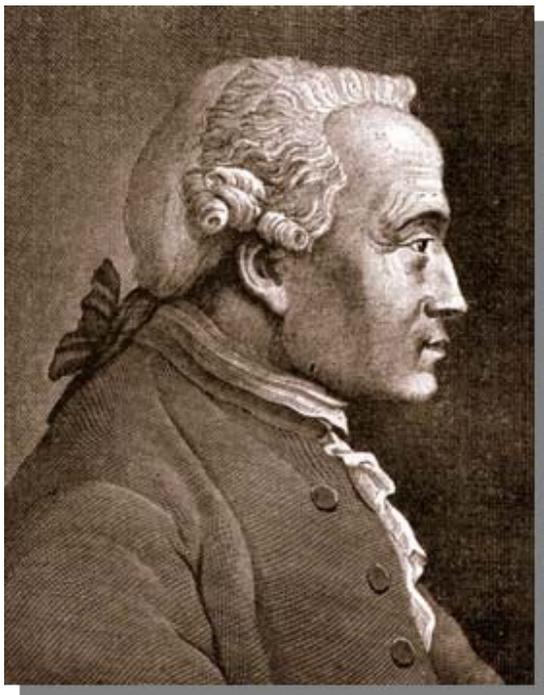
Il titolo riflette l'antica controversia riguardo al ruolo della logica nell'ambito della filosofia:

- semplice strumento? (peripatetici)
- parte integrante? (stoici)





## Due millenni dopo ...



« Che la logica abbia seguito questo sicuro cammino fin dai tempi più antichi, si rileva dal fatto che, a cominciare da Aristotele, non ha dovuto fare nessun passo indietro [...]

Notevole è ancora il fatto che sin oggi la logica non ha potuto fare un passo innanzi, di modo che, secondo ogni apparenza, essa è da ritenersi come chiusa e completa. »

Immanuel Kant

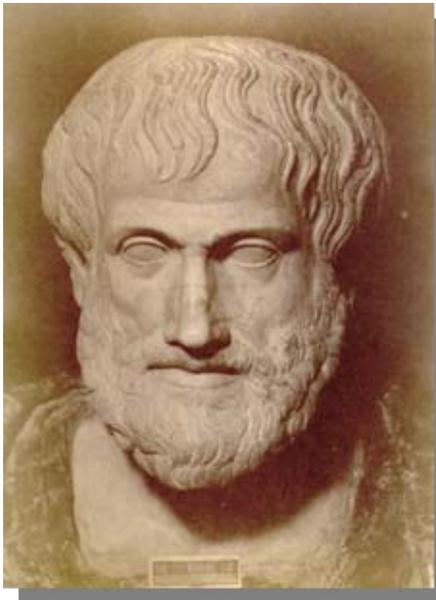
*Critica della ragion pura*, 2<sup>a</sup> ed. (1787)



# Il sillogismo

« Il sillogismo è un discorso in cui, posti taluni oggetti, alcunché di diverso dagli oggetti stabiliti risulta necessariamente, per il fatto che questi oggetti sussistono. »

*Analitici primi, I.1 24b 18*



« Sillogismo è propriamente un discorso in cui, posti alcuni elementi, risulta per necessità, attraverso gli elementi stabiliti, alcunché di differente da essi. »

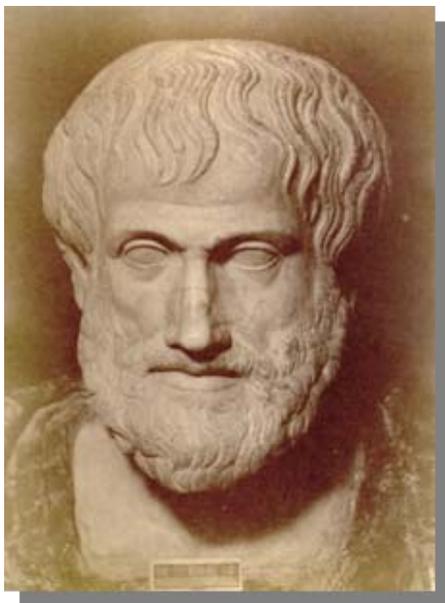
*Topici, I.1 100a 25*



## Sillogismi perfetti e imperfetti

« Chiamo dunque **sillogismo perfetto** quello che oltre a quanto è stato assunto non ha bisogno di null'altro, affinché si riveli la necessità della deduzione, e chiamo invece **imperfetto** il sillogismo che esige l'aggiunta di uno o di parecchi oggetti, i quali sono bensì richiesti necessariamente dai termini posti alla base, ma non sono stati assunti attraverso le premesse.»

*Analitici primi, I.1 24b*



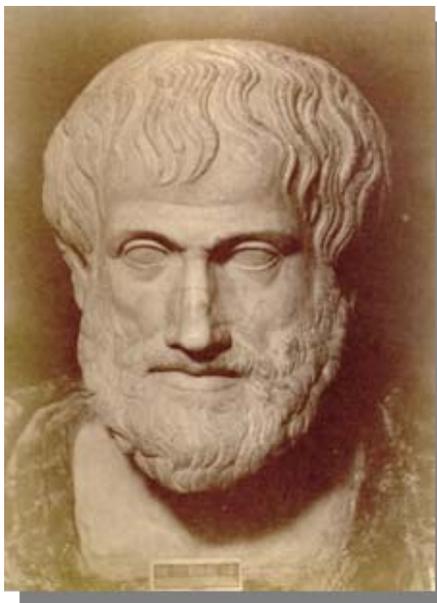


## Termini e proposizioni

« La proposizione [*protasis*], ordunque, è un discorso che afferma o che nega qualcosa rispetto a qualcosa.

[...]

Chiamo termine, d'altro canto, l'elemento cui si riduce la premessa, ossia ciò che è predicato e ciò di cui è predicato, con l'aggiunta di essere e di non-essere. »



*Analitici primi*, I.1 24 a16, b16



# I quattro tipi di proposizioni

In *On Interpretation*, Aristotle spells out the relationships of contradiction for sentences with universal subjects as follows:

	<b>Affermativa</b>	<b>Negativa</b>
<b>Universale</b>	Ogni A è B	Nessun A è B
<b>Particolare</b>	Qualche A è B	Qualche A non è B



## Abbreviazioni scolastiche

« Bisogna sapere poi che con le vocali *A, E, I, O* si intendono quattro generi di proposizioni. Con la vocale *A* si intende l'universale affermativa, e con la vocale *E* l'universale negativa, e con la *I* la particolare affermativa, e con la *O* la particolare negativa. »

Pietro Ispano (papa Giovanni XXI), *Summulae logicales* (ca. 1230)

<b>Univ. Aff.</b>	<b>Aab</b>	$a$ appartiene a tutti i $b$ (= "ogni $b$ è $a$ ")
<b>Univ. Neg.</b>	<b>Eab</b>	$a$ non appartiene a nessun $b$ (= "nessun $b$ è $a$ ")
<b>Part. Aff.</b>	<b>Iab</b>	$a$ appartiene a qualche $b$ (= "qualche $b$ è $a$ ")
<b>Part. Neg.</b>	<b>Oab</b>	$a$ non appartiene a tutti i $b$ (= "qualche $b$ non è $a$ ")



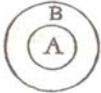
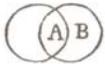
# I diagrammi di Eulero

## LETTERA 103

*Sui sillogismi, e sulle loro differenti forme  
se la prima proposizione è universale*

Tali figure circolari o meglio tali spazi (perché non importa quale forma si dia loro), sono quanto mai adatti a facilitare le nostre riflessioni su questa materia, e a rivelarci tutti i misteri di cui si mena vanto nella logica, e che si riesce a dimostrare solo con grande difficoltà, quando invece, servendosi di queste figure, tutto salta immediatamente agli occhi. Per rappresentare ogni nozione generale, dunque, si fa uso di spazi formati a piacere, e si indica con uno spazio che contiene A il soggetto di una proposizione, e con un altro spazio che contiene B il predicato. La natura della proposizione stessa esige sempre: 1) o che lo spazio A sia contenuto interamente nello spazio B; 2) o che vi sia contenuto solo in parte; 3) o che almeno una sua parte sia fuori dello spazio B; 4) o che infine lo spazio A sia completamente fuori di B. Ancora una volta vorrò porre davanti agli occhi di Vostra Altezza le figure o simboli delle quattro specie di proposizioni

### SIMBOLI DELLE QUATTRO SPECIE DI PROPOSIZIONI

<p><i>Affermativa universale</i></p>  <p>Ogni A è B.</p>	<p><i>Negativa universale</i></p>  <p>Nessun A è B.</p>
<p><i>Affermativa particolare</i></p>  <p>Alcuni A sono B.</p>	<p><i>Negativa particolare</i></p>  <p>Alcuni A non sono B.</p>



Eulero  
*Lettere a una principessa tedesca*  
(1760-1762)



## Opposizioni tra proposizioni

« Delle proposizioni che hanno in comune entrambi i termini secondo lo stesso ordine, alcune sono contrarie, altre subcontrarie, altre contraddittorie, altre subalterne.

La legge delle **contrarie** è che se una è vera l'altra è falsa, e non viceversa.

La legge delle **subcontrarie** è che se una è falsa l'altra è vera, e non viceversa.

La legge delle **contraddittorie** è che se una è vera, l'altra è falsa, e viceversa.

La legge delle **subalterne** è che se l'universale è vera, la particolare è vera, e non viceversa. E se la particolare è falsa, la sua universale è falsa, e non viceversa. »

Pietro Ispano, *Summulae logicales* (ca. 1230)





# Le tre figure del sillogismo

« Ogni sillogismo consta poi di tre termini e di due proposizioni.

Delle quali proposizioni, la prima si chiama proposizione maggiore, la seconda minore.

Ma dei tre termini due non possono divenire proposizioni, se uno di essi non sia assunto due volte; e allora questo termine o è soggetto in una ed è predicato nell'altra, o è predicato in entrambe, o è soggetto in entrambe. »

Pietro Ispano, *Summulae logicales*

	Figura I		Figura II		Figura III	
	<i>Predicato</i>	<i>Soggetto</i>	<i>Predicato</i>	<i>Soggetto</i>	<i>Predicato</i>	<i>Soggetto</i>
<b>Premessa</b>	a	b	a	b	a	c
<b>Premessa</b>	b	c	a	c	b	c
<b>Conclusione</b>	a	c	b	c	a	b



## Sillogismi perfetti: *Barbara* e *Celarent*

« Quando tre termini stanno tra di essi in rapporti tali, che il minore sia contenuto nella totalità del medio, ed il medio sia contenuto, o non sia contenuto, nella totalità del primo, è necessario che tra gli estremi sussista un sillogismo perfetto.

[...]

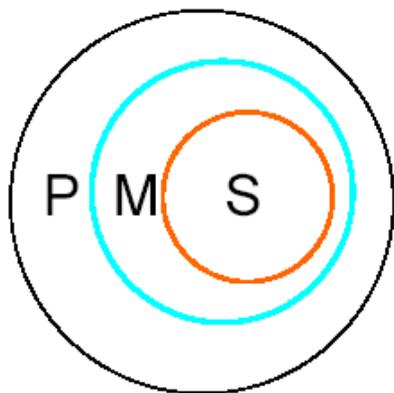
In effetti, se A si predica di ogni B, e se B si predica di ogni C, è necessario che A venga predicato di ogni C. [*Barbara*]

Similmente poi, se A non si predica di nessun B, e se B si predica di ogni C, A non apparterrà a nessun C. » [*Celarent*]

*Analitici primi, I.4 25b 30-40*



## Esempi



**Barbara:**

Ogni S è M

Ogni M è P

-----  
Ogni S è P

Ogni greco è uomo

Ogni uomo è mortale

-----  
Ogni greco è mortale

**Celarent:**

Nessun S è P

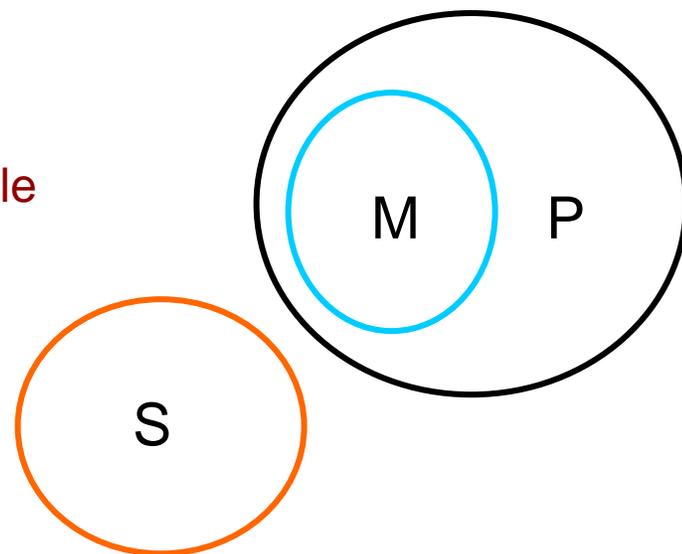
Ogni M è P

-----  
Nessun S è M

Nessuna pietra è animale

Ogni uomo è animale

-----  
Nessuna pietra è uomo





## Una precisazione

« Il tipo [di sillogismo] più comune è quello chiamato “Barbara”:

Tutti gli uomini sono mortali (premessa maggiore)

Socrate è un uomo (premessa minore)

Quindi Socrate è mortale (conclusione) »

Bertrand Russell, *Storia della filosofia occidentale* (1945)

« Di fatto, l'esempio dato sopra differisce dal sillogismo aristotelico in due punti logicamente importanti. »

Jan Lukasiewicz

*Aristotle's Syllogistic from the Standpoint of Modern Formal Logic* (1951)



## La gerarchia del reale e gli “oggetti intermedi”

« Fra tutti gli oggetti che sono, senza dubbio alcuni sono costituiti in modo tale da non venir predicati secondo verità di nessun altro oggetto, presentato in forma universale (ad esempio, Cleone, Callia, l’oggetto singolare e sensibile), mentre di essi si predicano altri oggetti (ciascuno dei due suddetti individui è infatti sia uomo che animale);

altri oggetti sono poi quelli, che si predicano essi stessi di altri oggetti, ma di cui non si predicano altri oggetti anteriori;

altri infine sono quelli, che si predicano di altri oggetti, e di cui al tempo stesso si predicano altri oggetti, ad esempio: uomo, poiché uomo si predica di Callia, e animale si predica di uomo.

[...]

si può dire che quasi tutte le discussioni e le indagini riguardino [gli oggetti intermedi]. »

*Analitici primi, 27 43a 25-45*



## Regole di conversione

- nessun  $A$  è  $B \equiv$  nessun  $B$  è  $A$
- qualche  $A$  è  $B \equiv$  qualche  $B$  è  $A$
- ogni  $A$  è  $B \equiv$  qualche  $B$  è  $A$
  
- se  $p$  e  $q$  allora  $r \equiv$  se  $q$  e  $p$  allora  $r$
- se  $p$  e  $q$  allora  $r \equiv$  se non- $r$  e  $q$  allora non- $p$



## La lista delle deduzioni valide

Delle  $3 \times 4^3 = 192$  combinazioni possibili, Aristotele dimostra che solo le seguenti 14 danno luogo a deduzioni corrette.

Form	Mnemonic
FIRST FIGURE	
$Aab, Abc \vdash Aac$	<i>Barbara</i>
$Eab, Abc \vdash Eac$	<i>Celarent</i>
$Aab, Ibc \vdash Iac$	<i>Darii</i>
$Eab, Ibc \vdash Oac$	<i>Ferio</i>
SECOND FIGURE	
$Eab, Aac \vdash Ebc$	<i>Cesare</i>
$Aab, Eac \vdash Ebc$	<i>Camestres</i>
$Eab, Iac \vdash Obc$	<i>Festino</i>
$Aab, Oac \vdash Obc$	<i>Baroco</i>
THIRD FIGURE	
$Aac, Abc \vdash Iab$	<i>Darapti</i>
$Eac, Abc \vdash Oab$	<i>Felapton</i>
$Iac, Abc \vdash Iab$	<i>Disamis</i>
$Aac, Ibc \vdash Iab$	<i>Datisi</i>
$Oac, Abc \vdash Oab$	<i>Bocardo</i>
$Eac, Ibc \vdash Oab$	<i>Ferison</i>



## Conclusioni invalide

« Per contro, se il primo termine appartiene ad ogni oggetto che può essere indicato dal termine medio, e se il medio non appartiene a nessuno degli oggetti che possono venir indicati dal termine minore, tra gli estremi **non** sussisterà sillogismo, poiché non risulta nulla di necessario per il fatto che si diano queste premesse.

In effetti, può accadere che il primo termine appartenga ad ogni oggetto ed a nessun oggetto, tra quelli che possono venir indicati dal termine minore, cosicché non diventa necessaria né una conclusione particolare né una universale.

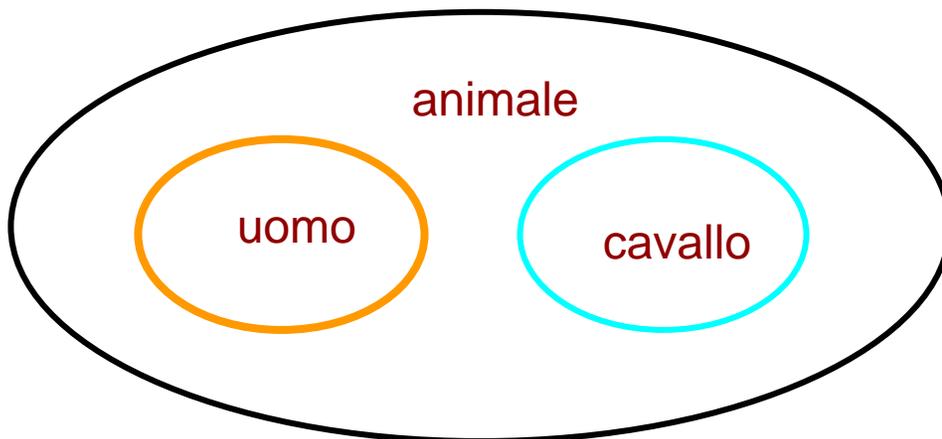
Non sussistendo così alcuna conclusione necessaria, attraverso queste premesse non si darà sillogismo.

Una conclusione, in cui risulti l'appartenenza ad ogni oggetto, può fondarsi ad esempio sui seguenti termini: animale - uomo - cavallo.

Una conclusione, in cui risulti l'appartenenza a nessun oggetto, può fondarsi sui seguenti termini: animale - uomo - pietra. »



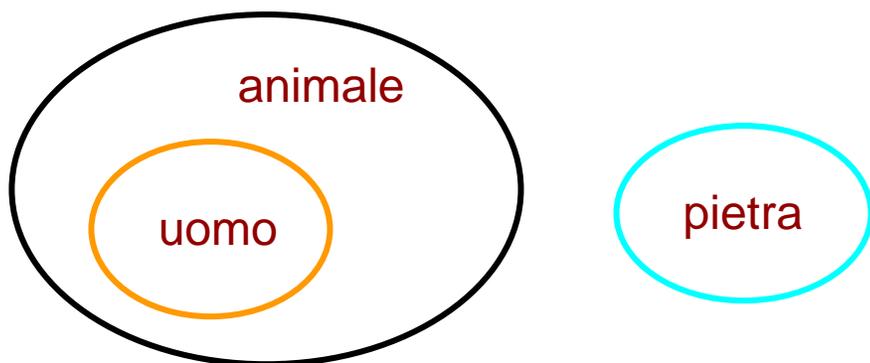
## Esempi



*animale – uomo – cavallo*

Ogni uomo è un animale  
Nessuna cavallo è uomo

-----  
Ogni cavallo è un animale



*animale – uomo – pietra*

Ogni uomo è un animale  
Nessuna pietra è uomo

-----  
Nessuna pietra è animale



## Risultati meta-teorici

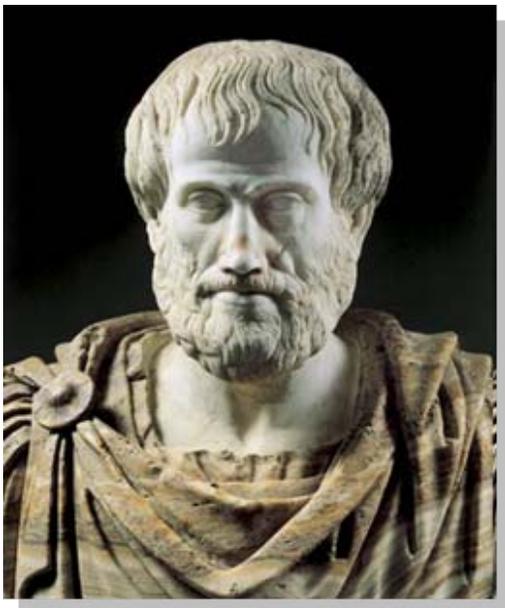
Dopo aver stabilito quali deduzioni sono valide, Aristotele giunge ad alcune conclusioni generali, tra cui:

1. Nessuna deduzione ha due premesse negative
2. Nessuna deduzione ha due premesse particolari
3. Una deduzione con una conclusione affermativa deve avere due premesse affermative
4. Una deduzione con una conclusione negativa deve avere una premessa negativa
5. Una deduzione con una conclusione universale deve avere due premesse universali



## La nascita della logica modale

« Poiché sono differenti tra loro l'appartenere, l'appartenere di necessità e altro ancora l'esser possibile appartenere (molte cose infatti appartengono, non però di necessità, mentre altre né appartengono di necessità...né appartengono affatto, ma è possibile che appartengano), è chiaro che diverso sarà il sillogismo in ciascuno di questi casi. »



*Analitici primi, I.8, 29b 29*



## Limiti della sillogistica

- Proposizioni della forma soggetto-predicato  
(p. es., non copre inferenze del tipo: Se  $a > b$  e  $b > c$ , allora  $a > c$ )
- Logica dei termini (non delle proposizioni)  
(p. es., non copre il *modus ponens*: Da  $p$  e  $p \rightarrow q$  segue  $q$ )

« Siffatte critiche sono senz'altro giuste e dimostrano che la logica aristotelica non esaurisce tutti i tipi di ragionamento umano; nulla tolgono però ai meriti di questa, se teniamo presente che – entro i limiti dei problemi considerati – essa raggiunge un rigore così alto da parere quasi insuperabile. »

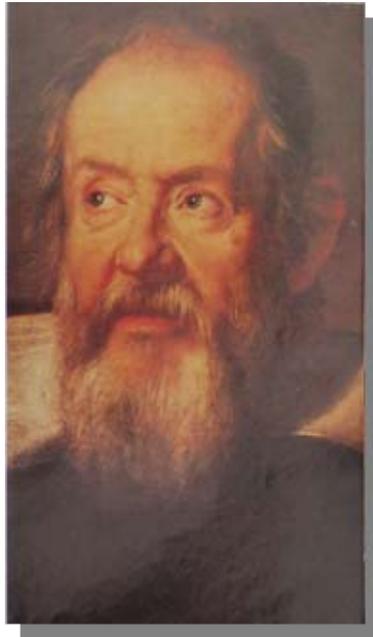
Ludovico Geymonat

*Storia del pensiero filosofico e scientifico (1970)*



## Contro il sillogismo

**Simplicio.** Veramente comincio a comprendere che la logica, benché strumento prestantissimo per regolare il nostro discorso, non arriva, quanto al destar la mente all'invenzione, all'acutezza della geometria.



**Sagredo.** A me pare che la logica insegni a conoscere se i discorsi e le dimostrazioni trovate procedano concludentemente; ma che ella insegni a trovare i discorsi e le dimostrazioni concludenti, ciò veramente non credo io.

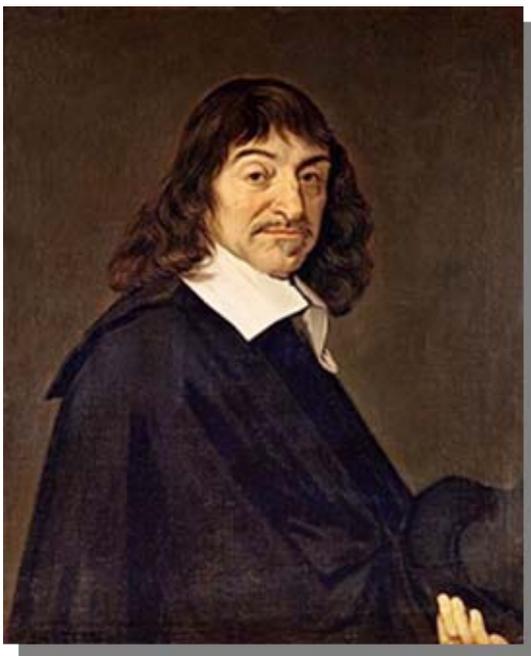
Galileo Galilei  
*Discorsi intorno a due nuove scienze*  
giornata seconda (1638)



« E mi sembra che poco giovino al riguardo quelle pastoie dei dialettici, con le quali essi reputano di governare la ragione umana – sebbene io non voglia negare che esse siano adattissime ad altri usi. »

Descartes

*Regole per la guida dell'intelligenza,*  
(1701) postumo



« [la logica] non è, a parlar propriamente, se non una dialettica, che insegna i mezzi di far intendere ad altri quello che si sa, o anche di dire senza discernimento molte parole intorno a quello che non si sa, e così corrompe il buon senso invece di aumentarlo »

Descartes

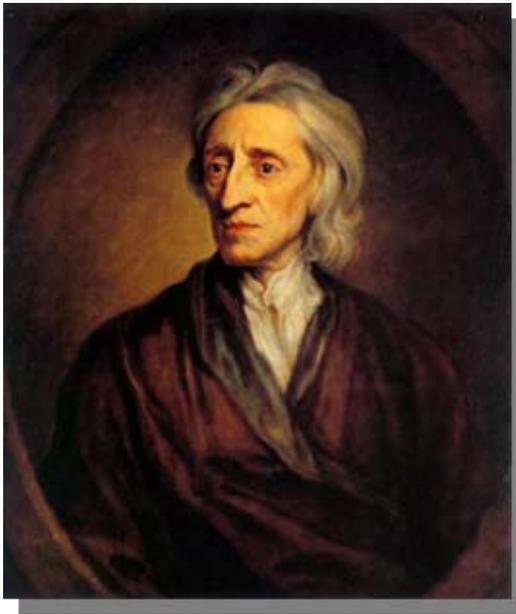
*Lettera all'abate Picot, prefazione alla traduzione francese de I principi della filosofia (1647)*



« Dio non è stato così avaro con gli uomini da fare di essi solo delle creature con due gambe, lasciando ad Aristotele il compito di renderli razionali.

[...]

A che servono, dunque, i sillogismi? »



John Locke

*Saggio sull'intelletto umano (1690)*



# Aristotelian Sciences

The subject of the *Posterior Analytics* is *epistêmê*.

This is one of several Greek words that can reasonably be translated “scientific knowledge”. We have scientific knowledge, according to Aristotle, when we know:

*«the cause why the thing is, that it is the cause of this, and that this cannot be otherwise.»*

*(Posterior Analytics I.2)*

This implies two strong conditions on what can be the object of scientific knowledge:

1. Only what is necessarily the case can be known scientifically
2. Scientific knowledge is knowledge of causes



## Le quattro cause

« In un modo, dunque, si dice causa ciò da cui una cosa deriva essendo in essa immanente: ad esempio, il bronzo è causa della statua, l'argento della coppa, e i loro generi. *[causa materiale]*

In altro modo si dice causa la forma e il modello, cioè la definizione del concetto e i generi di essa (come nell'ottava il rapporto di uno a due e, in generale, il numero) e le parti inerenti alla definizione. *[causa formale]*

Inoltre si dice causa ciò da cui deriva il principio primo del mutamento o della quiete: ad esempio, è causa chi dà un consiglio, il padre è causa del figlio, e, in generale, l'agente è causa di ciò che è fatto e ciò che muta è causa di ciò che vien mutato. *[causa efficiente]*

Ed ancora, si dice causa il fine, cioè la causa finale: ad esempio, la sanità è causa del camminare; alla domanda infatti: perché cammina? rispondiamo: perché stia bene; e, dicendo così, crediamo di aver ammessa la causa *[causa finale]*

[...]

E poiché le cause sono quattro, è compito del fisico l'aver conoscenza di tutte. »



# Is “Scientific Knowledge” Possible?

## The agnostic view

In *Posterior Analytics* I.3, Aristotle considers two challenges to the possibility of scientific knowledge.

One party (dubbed the "agnostics" by Jonathan Barnes) argued that demonstration is impossible using the following argument:

1. If the premises of a demonstration are scientifically known, then they must be demonstrated.
2. The premises from which each premise are demonstrated must be scientifically known.
3. Either this process continues forever, creating an infinite regress of premises, or it comes to a stop at some point.
4. If it continues forever, then there are no first premises from which the subsequent ones are demonstrated, and so nothing is demonstrated.
5. On the other hand, if it comes to a stop at some point, then the premises at which it comes to a stop are undemonstrated and therefore not scientifically known; consequently, neither are any of the others deduced from them.
6. Therefore, nothing can be demonstrated.



## The Alternative View

A second group accepted the agnostics' view that scientific knowledge comes only from demonstration but rejected their conclusion by rejecting the dilemma.

Instead, they maintained that demonstration "in a circle" is possible, so that it is possible for all premises also to be conclusions and therefore demonstrated.

Aristotle does not give us much information about how circular demonstration was supposed to work, but the most plausible interpretation would be supposing that at least for some set of fundamental principles, each principle could be deduced from the others.

Some modern interpreters have compared this position to a **coherence theory of knowledge** (e.g., Donald Davidson).



## Aristotle's Solution: "It Eventually Comes to a Stop"

Aristotle rejects circular demonstration as an incoherent notion on the grounds that the premises of any demonstration must be prior (in an appropriate sense) to the conclusion, whereas a circular demonstration would make the same premises both prior and posterior to one another (and indeed every premise prior and posterior to itself).

He agrees with the agnostics' analysis of the regress problem: the only plausible options are that it continues indefinitely or that it "comes to a stop" at some point.

However, he thinks both the agnostics and the circular demonstrators are wrong in maintaining that scientific knowledge is only possible by demonstration from premises scientifically known: instead, he claims, there is another form of knowledge possible for the first premises, and this provides the starting points for demonstrations.



## Knowledge of First Principles: Nous

Aristotle's account of knowledge of the indemonstrable first premises of sciences is found in *Posterior Analytics* II.19, long regarded as a difficult text to interpret.

Briefly, what he says there is that it is another cognitive state, **nous** (translated variously as "insight", "intuition", "intelligence"), which knows them.

There is wide disagreement among commentators about the interpretation of his account of how this state is reached, but it can be regarded as a sort of inductive process.



# Deduction and Induction

Deductions are one of two species of argument recognized by Aristotle.

The other species is **induction** (*epagôgê*).

He has far less to say about this than deduction, doing little more than characterize it as “*argument from the particular to the universal*”.

However, induction (or something very much like it) plays a crucial role in the theory of scientific knowledge in the *Posterior Analytics*.

It is induction, or at any rate a cognitive process that moves from particulars to their generalizations, that is the basis of knowledge of the indemonstrable first principles of sciences.



# The Principles of Logic

In his metaphysical writings, Aristotle espoused two principles of great importance in propositional logic:

- *Principle of Non-Contradiction* [no statement is both true and false]
- *Principle of Excluded Middle* [every statement is either true or false]

These are cornerstones of classical propositional logic.

There is some evidence that Aristotle, or at least his successor at the Lyceum, Theophrastus (d. 287 BC), did recognize a need for the development of a doctrine of "complex" or "hypothetical" propositions, i.e., those involving conjunctions (statements joined by "and"), disjunctions (statements joined by "or") and conditionals (statements joined by "if... then..."), but their investigations into this branch of logic seem to have been very minor.



## Time and Necessity: The Sea-Battle

The passage in Aristotle's logical works which has received perhaps the most intense discussion in recent decades is *On Interpretation* 9, where Aristotle discusses the question whether every proposition about the future must be either true or false.

Consider these two propositions:

1. There will be a sea-battle tomorrow
2. There will not be a sea-battle tomorrow

It seems that exactly one of these must be true and the other false.

But if (1) is *now* true, then there *must* be a sea-battle tomorrow, and there *cannot* fail to be a sea-battle tomorrow.

The result, according to this puzzle, is that nothing is possible except what actually happens: there are no unactualized possibilities.



# Euclid's Elements and Deductive Sciences

**Euclid of Alexandria** (ca. 325 BC–265 BC) was a Hellenistic mathematician who lived in Alexandria, Egypt almost certainly during the reign of Ptolemy I (323 BC–283 BC).

Often considered as the "father of geometry", his most popular work is ***Elements***, which is considered to be one of the most successful textbooks in the history of mathematics.





# Definitions, Axioms, and Postulates

In *Posterior Analytics*, Aristotle presents a detailed discussion of the role of *first principles* in demonstrative sciences. First principles are those concepts or assertions which remain unproved. Their truth is assumed and from them other assertions are proved.

The first principles of Aristotle may be classified into three types: *definitions*, *axioms*, and *postulates*.

A **definition** is a statement which requires only an understanding of the terms being used. It says nothing about the existence of the thing being defined; this must be proved separately. For example, defining what is meant by the term "circle" does not imply that such an object exists.

An **axiom** or (*common notion*) is an assertion, the truth of which is taken for granted as being blatantly obvious, and which is applicable -- by analogy, at least -- in all sciences. An example is that things equal to the same thing are equal to each other; this is the first axiom in the *Elements*.



# Definitions, Axioms, and Postulates / 2

**Postulates**, like axioms, are assumed without proof. However, whereas modern mathematicians tend not to make any distinction between the two, the ancient Greeks did.

Aristotle gives three ways of differentiating between postulates and axioms:

1. Postulates are not self-evident, as are axioms.
2. Postulates are applicable only to the specific science being considered, whereas axioms are more general.
3. Postulates assert that something exists, whereas axioms do not.



# First Principles

Euclid based his work in Book I on

- 23 **definitions** (such as point, line and surface)
- 5 **postulates**
- 5 "**common notions**" (both of which are today called axioms).



# Example Definitions from Book I

**Definition 1.** A *point* is that which has no part.

**Definition 2.** A *line* is breadthless length.

**Definition 3.** The ends of a line are points.

[...]

**Definition 10.** When a straight line standing on a straight line makes the adjacent angles equal to one another, each of the equal angles is *right*, and the straight line standing on the other is called a *perpendicular* to that on which it stands.

**Definition 11.** An *obtuse angle* is an angle greater than a right angle.

**Definition 12.** An *acute angle* is an angle less than a right angle.

[...]

**Definition 15.** A *circle* is a plane figure contained by one line such that all the straight lines falling upon it from one point among those lying within the figure equal one another.

**Definition 16.** And the point is called the *center* of the circle.

**Definition 17.** A *diameter* of the circle is any straight line drawn through the center and terminated in both directions by the circumference of the circle, and such a straight line also bisects the circle.

[...]



# Postulates in Book I

1. A straight line segment can be drawn by joining any two points.
2. A straight line segment can be extended indefinitely in a straight line.
3. Given a straight line segment, a circle can be drawn using the segment as radius and one endpoint as center.
4. All right angles are equal to one another.
5. If two lines are drawn which intersect a third in such a way that the sum of the inner angles on one side is less than two right angles, then the two lines inevitably must intersect each other on that side if extended far enough.



# Common Notions in Book I

1. Things which equal the same thing are equal to one another.
2. If equals are added to equals, then the sums are equal.
3. If equals are subtracted from equals, then the remainders are equal.
4. Things which coincide with one another are equal to one another.
5. The whole is greater than the part.

These basic principles reflect the interest of Euclid, along with his contemporary Greek and Hellenistic mathematicians, in constructive geometry.

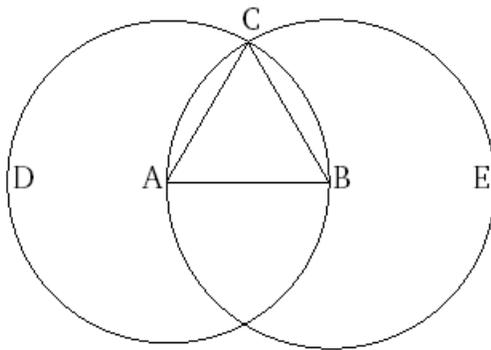
The first three postulates basically describe the constructions one can carry out with a compass and an unmarked straightedge.

A marked ruler is forbidden



# Book I, Proposition I

**To construct an equilateral triangle on a given finite straight-line.**



**Proof.** Let  $AB$  be the given finite straight-line. So it is required to construct an equilateral triangle on the straight-line  $AB$ .

Let the circle  $BCD$  with center  $A$  and radius  $AB$  have been drawn [Post. 3], and again let the circle  $ACE$  with center  $B$  and radius  $BA$  have been drawn [Post. 3]. And let the straight-lines  $CA$  and  $CB$  have been joined from the point  $C$ , where the circles cut one another, to the points  $A$  and  $B$  (respectively) [Post. 1].

And since the point  $A$  is the center of the circle  $CDB$ ,  $AC$  is equal to  $AB$  [Def. 1.15]. Again, since the point  $B$  is the center of the circle  $CAE$ ,  $BC$  is equal to  $BA$  [Def. 1.15]. But  $CA$  was also shown (to be) equal to  $AB$ . Thus,  $CA$  and  $CB$  are each equal to  $AB$ . But things equal to the same thing are also equal to one another [C.N. 1]. Thus,  $CA$  is also equal to  $CB$ . Thus, the three (straight-lines)  $CA$ ,  $AB$ , and  $BC$  are equal to one another.

Thus, the triangle  $ABC$  is equilateral, and has been constructed on the given finite straight-line  $AB$ . (Which is) the very thing it was required to do.



# Critiques of the Proof and the Need for Rigor

It is surprising that such a short, clear, and understandable proof can be so full of holes. These are logical gaps where statements are made with insufficient justification.

Having the first proof in the *Elements* this proposition has probably received more criticism over the centuries than any other.

**Example: Why does the point C exist?** Near the beginning of the proof, the point *C* is mentioned where the circles are supposed to intersect, but there is no justification for its existence. The only one of Euclid's postulate that says a point exists is the parallel postulate, and that postulate is not relevant here. Thus, there is no assurance that the point *C* actually exists.



## Per approfondire...

