



Matteo Acclavio

Laboratorio di Redazione Scientifica

Scopo del Laboratorio

- Comprendere la differenza tra Poster e Articolo
- Analizzare la struttura di un Articolo
- Analizzare la struttura di un Poster

La mia esperienza

Laboratori Hippocampe

Laboratori Hippocampe



Laboratori di ricerca in
matematica di 3 giorni (6+6+4 ore)
svolti in Facoltà

Come si
svolge un
laboratorio
Hippocampe



Il primo giorno si presentano dei
temi di matematica e si lasciano
delle domande aperte

Come si
svolge un
laboratorio
Hippocampe



I giorni successivi gli studenti (guidati dai tutor) elaborano un proprio linguaggio per formalizzare il problema e la sua soluzione

Come si
svolge un
laboratorio
Hippocampe



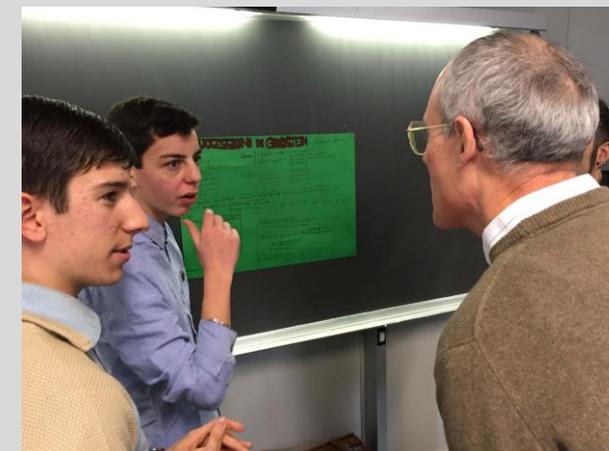
Questo comprende anche una fase di verifica della chiarezza dell'esposizione con i propri compagni di laboratorio

Come si
svolge un
laboratorio
Hippocampe



Il terzo giorno si preparano i poster

Come si
svolge un
laboratorio
Hippocampe



Che vengono
presentati e
spiegati ai
Professori,
Ricercatori e
Studenti del
dipartimento



Caratteristiche degli stages

- Teaching by problems
- Gli studenti sviluppano autonomamente il linguaggio tecnico necessario
- Gli studenti hanno un confronto delle proprie conoscenze con degli esperti

MACCHINA A REGISTRI

Esame a 3 registri
Libertà di
pulsanti
1. 2. 3.

Caratteristiche
1. 2. 3.

Struttura a 3 registri
1. 2. 3.

MECCANISMO A REGISTRI
1. 2. 3.

CONFEZIONAMENTO
1. 2. 3.

POLIEDRI

DEFINIZIONI:
IL **GAIEDO** è dato da
e un insieme di spigoli
di vertici.
Un **POLIGONO** è una fig.
delimitata da una retta
e la **POLIEDRO** è una figura
a facce poligonali.

OTTAEDRO DODECAEDRO ICOSAEDRO

Gruppo bipartito:

2 SPIGOLI CONNESSO: se eliminando
K-1 spigoli rimane connesso.

3 VERTEX CONNESSO: eliminando
due vertici in una figura piana, il
gruppo rimane connesso.

BILIARDO

? In un biliardo ideale quando e sotto quali condizioni la pallina compie una traiettoria chiusa?

NUMERI DI RIVOLTA
1. È impossibile.
2. È possibile → 90° rispetto ad un lato.

TRAIETTORIA CHIUSA POSSIBILE

CONCLUSIONI:
Una traiettoria è periodica se:
- la tangente è un numero razionale
- i timballi sono pari
- Gli angoli congruenti corrispondono simmetricamente uguali.

BILIARDO QUADRATO

TRAIETTORIA BILIARDO QUADRATO CON 4 STERNE?

COME FUNZIONA?

2° risultato:

4° risultato:

Gli studenti preparano dei poster scientifici

STADI FIN

MACCHINA DEL CAFFÈ

CAFFÈ

II GRAMMATICA

III GRAMMATICA

Niedt, Bello, Agostini, Marchetti, Piraceli, Meoni

Attenzione!

LE SUCCESSIONI DI GOODSTEIN: tendono tutte a 0?

$g(m, n) = h$

Posizione
di m in base aritmetica n
di partenza risultato

Proprietà:

- 1) l'elemento in posizione 1 è $n \rightarrow g(1, n) = n$
- 2) l'elemento in posizione k
 - 1) scrivere in base aritmetica k
 - 2) sostituire in tutte le occorrenze di k , $k+1$
 - 3) sottrarre 1

Se $m=2$:

- $g(1, 2) = 2 = 2^1$
- $g(2, 2) = 3^1 - 1 = 2$
- $g(3, 2) = 2^2 - 1 = 1$
- $g(4, 2) = 1 - 1 = 0$

Se $m=3$:

- $g(1, 3) = 3 = 3^1$
- $g(2, 3) = 3^{1+1} - 1 = 3$
- $g(3, 3) = 4^1 - 1 = 3$
- $g(4, 3) = 3^2 - 1 = 8$
- $g(5, 3) = 2^2 - 1 = 1$
- $g(6, 3) = 1 - 1 = 0$

\Rightarrow Per studiare le successioni introduciamo la famiglia degli Ordinali (Ord), generata da $\mathbb{N} \cup \{\omega\}$, $+$, \times , \exp .

Ord è BEN ordinato, cioè:

- 1) \exists ordine dato da $\forall k \in \mathbb{N}, \omega > k$
 $\forall m, n \in \mathbb{N} \Rightarrow m < n \Rightarrow m < Ord$
- 2) \forall famiglia in Ord \exists MINIMO

Se $m=4$:

| Passaggi | Successione in \mathbb{N} $g(m, n)$ | Successione in Ord $g^{\omega}(m, n)$ |
|----------|--|--|
| 1 | $4 = 2^2$ | ω |
| 2 | $26 = 2 \cdot 3^3 + 2 \cdot 3 + 2$ | $3\omega + 2\omega + 2$ |
| ... | ... | ... |
| 3 | $83 = 2 \cdot 4^4 + 5$ | $2\omega^2 + \omega + 5$ |
| ... | ... | ... |
| 4 | $253 = 2 \cdot 11^2 + 11$ | $2 \cdot \omega^2 + \omega$ |
| ... | ... | ... |
| 5 | $1151 = 2 \cdot 23^2 + 23 + 23$ | $\omega^2 + \omega + 23$ |
| ... | ... | ... |
| 6 | $3707 = 47 \cdot 28(47) + 11$ | $\omega^2(\omega-1) + \omega + 11$ |

Proprietà di Succ. ord. e Ord:

- 1) $g^{\omega}(m, n) > g(m, n)$ $\forall g^{\omega}(m, n) > g(m, n)$ in Ord
 $\forall g^{\omega}(m, n) \in \mathbb{N} = g(m, n)$
- 2) $g^{\omega}(m, n) > g^{\omega}(m+1, n) \rightarrow$ pre iterazioni
 - Dopo # passaggi $\rightarrow \omega^2 - 1$
 - Dopo # passaggi $\rightarrow 1 \rightarrow \omega + k$

\Rightarrow **DECRESCENTE**

$\Rightarrow g^{\omega}(k, n) \rightarrow 0$

IN CONCLUSIONE $\left\{ \begin{array}{l} g^{\omega}(n) \rightarrow 0 \\ g^{\omega}(n) > g(m, n) \\ g^{\omega}(n) > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow g(k, n) \rightarrow 0$

Realizzato da: Adriano De Tani
Andrea Luongo

I poster degli stage Hippocampe sono:

- “semplificati”
- fatti a mano

Domande?

[matteoacclavio.com/
ProgettoHippocampe.html](http://matteoacclavio.com/ProgettoHippocampe.html)





INTERVALLO



Articolo o Poster?

Differenza tra Poster e Articolo

Poster Scientifico

- Serve a spiegare un tema trattato
- Le spiegazioni sono sintetiche
- Contiene tutte le informazioni ed esempi necessari per una spiegazione orale

Articolo Scientifico

- Serve a spiegare un tema trattato
- Le spiegazioni sono dettagliate
- Contiene tutte le informazioni ed esempi necessari per uno studio individuale



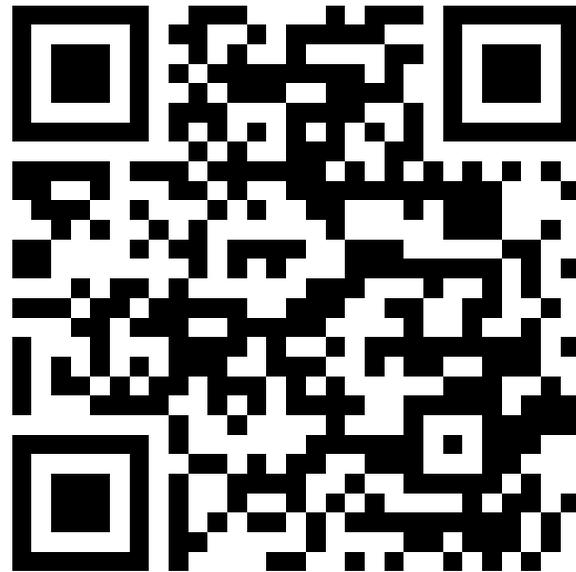
Articolo Scientifico

Cosa deve contenere un articolo

- Titolo
- Autori
- Sommario
- Introduzione al problema trattato
- Strumenti utilizzati per risolvere il problema
- Come gli strumenti sono utilizzati per risolvere il problema
- Qualche esempio o grafico significativo
- Bibliografia

Un esempio

Il Teorema di Pitagora



Titolo

Il Teorema di Pitagora

Acciavio Matteo

Dipartimento di Matematica e Fisica, Università Roma Tre

Sommario

Il teorema di Pitagora è un teorema della geometria (euclidea) piana che stabilisce una relazione tra la lunghezza dell'ipotenusa e la lunghezza dei cateti di un triangolo rettangolo.

In questo breve articolo daremo una dimostrazione del teorema e vedremo come questo risultato è correlato con il calcolo della distanza di due punti del piano.

1 Introduzione

Il teorema di Pitagora è un teorema di geometria che stabilisce una relazione di proporzionalità tra la lunghezza dell'ipotenusa e le lunghezze dei due cateti di un triangolo rettangolo. Possiamo enunciarlo nel modo seguente:

In ogni triangolo rettangolo, l'area del quadrato costruito sull'ipotenusa è uguale alla somma delle aree dei quadrati costruiti sui cateti.

Sebbene la dimostrazione del teorema sia attribuita al matematico e filosofo

Autori (e affiliazioni)

Il Teorema di Pitagora

Acclavio Matteo

Dipartimento di Matematica e Fisica, Università Roma Tre

Sommario

Il teorema di Pitagora è un teorema della geometria (euclidea) piana che stabilisce una relazione tra la lunghezza dell'ipotenusa e la lunghezza dei cateti di un triangolo rettangolo.

In questo breve articolo daremo una dimostrazione del teorema e vedremo come questo risultato è correlato con il calcolo della distanza di due punti del piano.

1 Introduzione

Il teorema di Pitagora è un teorema di geometria che stabilisce una relazione di proporzionalità tra la lunghezza dell'ipotenusa e le lunghezze dei due cateti di un triangolo rettangolo. Possiamo enunciarlo nel modo seguente:

In ogni triangolo rettangolo, l'area del quadrato costruito sull'ipotenusa è uguale alla somma delle aree dei quadrati costruiti sui cateti.

Sebbene la dimostrazione del teorema sia attribuita al matematico e filosofo

Sommario

Il Teorema di Pitagora

Acclavio Matteo

Dipartimento di Matematica e Fisica, Università Roma Tre

Sommario

Il teorema di Pitagora è un teorema della geometria (euclidea) piana che stabilisce una relazione tra la lunghezza dell'ipotenusa e la lunghezza dei cateti di un triangolo rettangolo.

In questo breve articolo daremo una dimostrazione del teorema e vedremo come questo risultato è correlato con il calcolo della distanza di due punti del piano.

1 Introduzione

Il teorema di Pitagora è un teorema di geometria che stabilisce una relazione di proporzionalità tra la lunghezza dell'ipotenusa e le lunghezze dei due cateti di un triangolo rettangolo. Possiamo enunciarlo nel modo seguente:

In ogni triangolo rettangolo, l'area del quadrato costruito sull'ipotenusa è uguale alla somma delle aree dei quadrati costruiti sui cateti.

Sebbene la dimostrazione del teorema sia attribuita al matematico e filosofo

Introduzione al problema trattato

Sommario

Il teorema di Pitagora è un teorema della geometria (euclidea) piana che stabilisce una relazione tra la lunghezza dell'ipotenusa e la lunghezza dei cateti di un triangolo rettangolo.

In questo breve articolo daremo una dimostrazione del teorema e vedremo come questo risultato è correlato con il calcolo della distanza di due punti del piano.

1 Introduzione

Il teorema di Pitagora è un teorema di geometria che stabilisce una relazione di proporzionalità tra la lunghezza dell'ipotenusa e le lunghezze dei due cateti di un triangolo rettangolo. Possiamo enunciarlo nel modo seguente:

In ogni triangolo rettangolo, l'area del quadrato costruito sull'ipotenusa è uguale alla somma delle aree dei quadrati costruiti sui cateti.

Sebbene la dimostrazione del teorema sia attribuita al matematico e filosofo Pitagora, si hanno testimonianze che il suo enunciato fosse noto ai Babilonesi e agli Egizi. Inoltre, si hanno testimonianze di dimostrazioni indipendenti del teorema sviluppate in India¹ e in Cina².

In questo breve articolo esponiamo la dimostrazione del teorema conosciuta come *dimostrazione di Pomi*. Successivamente, faremo vedere come questo risultato viene utilizzato per il calcolo della distanza di due punti del piano di cui sono date le coordinate.

Nella Sezione 2 diamo le definizioni di base e le notazioni necessarie per la formalizzazione del teorema che viene dimostrata nella Sezione 3.

2 Contesto

Il teorema di Pitagora è un teorema di *geometria euclidea piana*. Per geometria euclidea piana intendiamo la geometria del piano che soddisfa gli assiomi dati nel libro di Euclide "Elementi" [4, 2].

¹Dimostrazione presente nei trattati dai titoli *Yuktibhasa*[7] e *Sulbasutra*[5]

²Dimostrazione presente all'interno del libro *Zhoubi Suanjing*[8]

Strumenti per trattare il problema

2 Contesto

Il teorema di Pitagora è un teorema di *geometria euclidea piana*. Per geometria euclidea piana intendiamo la geometria del piano che soddisfa gli assiomi dati nel libro di Euclide “Elementi” [4, 2].

Definizione 2.1 (Assiomi della Geometria Euclidea). Nella geometria euclidea sono considerati validi i seguenti assiomi:

1. Tra due punti qualsiasi è possibile tracciare una ed una sola retta;
2. Si può prolungare un segmento oltre i due punti indefinitamente;
3. Dato un punto e una lunghezza, è possibile descrivere un cerchio;
4. Tutti gli angoli retti sono congruenti tra loro;
5. Se una retta che taglia altre due rette determina dallo stesso lato angoli interni minori di due angoli retti, prolungando le due rette, esse si incontreranno dalla parte dove i due angoli sono minori di due retti.

Definizione 2.2 (Triangolo Rettangolo). Un *poligono* è una figura geometrica piana delimitata da una linea spezzata chiusa.

Un *triangolo* è un poligono a tre lati. Si dice *rettangolo* se un suo angolo è un angolo retto. L'*ipotenusa* è il lato del triangolo opposto all'angolo retto mentre chiameremo *cateto* un lato del triangolo adiacente all'angolo retto.

Come usare gli strumenti

Teorema 3.1. Dato un triangolo rettangolo con i due cateti di lunghezza a e b e ipotenusa di lunghezza c , allora

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Dimostrazione. Consideriamo il triangolo rettangolo \mathcal{T} con cateti a e b e ipotenusa c .

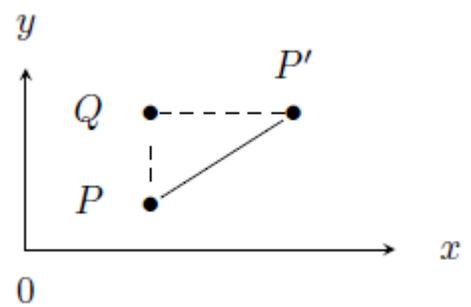
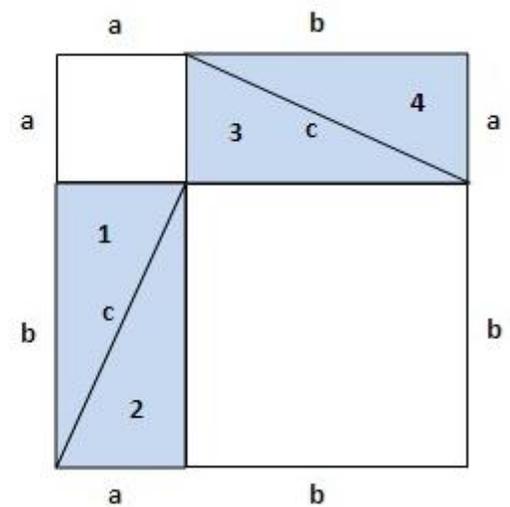
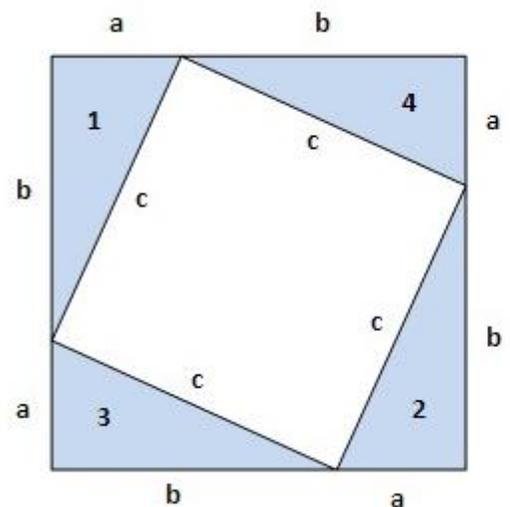
Consideriamo quattro copie di \mathcal{T} e le disponiamo all'interno di un quadrato \mathcal{Q} di lato $a + b$ nei due seguenti modi:

- si fa coincidere l'angolo retto di ogni copia di \mathcal{T} con uno degli angoli (retti) del quadrato;
- uniamo le quattro copie di \mathcal{T} in due rettangoli con lati a e b ottenuti unendo due copie di \mathcal{T} lungo le ipotenuse. Disponiamo i due rettangoli in modo che uno dei loro angoli coincida con un angolo del quadrato e in modo che i due rettangoli siano tangenti in un vertice.

L'area dei due quadrati di lato $a + b$ è la stessa siccome loro lati sono congruenti. Inoltre l'area del primo quadrato è data dal quadrato di lato c interno più la somma di quattro aree del triangolo \mathcal{T} , cioè $A(\mathcal{Q}) = c^2 + 4 \cdot A(\mathcal{T})$. Nello stesso modo, l'area del secondo quadrato è data dalla somma dei quadrati di lato a e di lato b più la somma di quattro aree del triangolo \mathcal{T} , cioè $A(\mathcal{Q}) = a^2 + b^2 + 4 \cdot A(\mathcal{T})$.

Siccome $A(\mathcal{Q}) = c^2 + 4 \cdot A(\mathcal{T})$ e $A(\mathcal{Q}) = a^2 + b^2 + 4 \cdot A(\mathcal{T})$, ne segue che $c^2 + 4 \cdot A(\mathcal{T}) = a^2 + b^2 + 4 \cdot A(\mathcal{T})$ e quindi che $c^2 = a^2 + b^2$. \square

Esempi e figure QB



Bibliografia

Riferimenti bibliografici

- [1] Haim Brezis. *Analisi funzionale: teoria e applicazioni*, volume 9. Liguori Editore Srl, 1986.
- [2] Oliver Byrne. *The first six books of the Elements of Euclid: in which coloured diagrams and symbols are used instead of letters for the greater ease of learners*. William Pickering, 1847.
- [3] Viacheslav V Nikulin and Igor R Shafarevich. *Geometries and groups*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [4] Wikipedia. Elementi (Euclide) — Wikipedia, the free encyclopedia. https://it.wikipedia.org/wiki/Elementi_%28Euclide%29, 2019.
- [5] Wikipedia. Shulba Sutras — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Shulba_Sutras, 2019.
- [6] Wikipedia. Sistema di riferimento cartesiano — Wikipedia, the free encyclopedia. https://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_riferimento_cartesiano, 2019.
- [7] Wikipedia. Yuktibhāsā — Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Yuktibhs>, 2019.
- [8] Wikipedia. Zhoubi Suanjing — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Zhoubi_Suanjing, 2019.

Qualche idea

<https://arxiv.org>





Poster Scientifico

Cosa deve contenere un poster

- Titolo
- Autori
- Spiegazione del problema trattato
- Strumenti utilizzati per risolvere il problema
- Come gli strumenti sono utilizzati per risolvere il problema
- Qualche esempio o grafico significativo

Cosa NON
deve
contenere un
poster

- Spiegazioni dettagliate
- Commenti e spiegazioni non indispensabili

Attenzione:

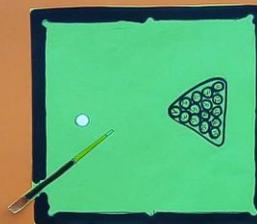
il poster deve essere in formato digitale

Titolo

Biliardo Intern²

esistono traiettorie periodiche?
se si, quante?

TRAIETTORIA PERIODICA
TRAIETTORIA CHIUSA CHE RIPARTE DALLO
STESSO PUNTO CON LA MEDESIMA
DIREZIONE E VEASO



Tecnica

• ANGOLO D'INCIDENZA = ANGOLO DI RIFRAZIONE
Ogni intersezione tra il "SEGMENTO TRAIETTORIA"
e un LATO degli specchi del biliardo
corrisponde a un RIMBALZO all'interno
del biliardo originario

PRESA UNA TRAIETTORIA INTERNA AL BILIARDO,
SE LA TRASLIAMO, LA TRAIETTORIA TRASLATA
SARÁ A SUA VOLTA PERIODICA SOLO SE
NON PASSA PER LO SPIGOLO DEL
BILIARDO IDEALE

| A | T.P | θ |
|---|-----|----------|
| 2 | 2 | 90/0 |
| 4 | 2 | 45/45 |
| 6 | 4 | 26/64 |
| 8 | 6 | 18/42 |

SEQUENZA
 $T(2)=2$
 $T(n) = n-2, n \in 2M$
 $n > 2$
NUMERARE I RIMBALZI $\Rightarrow \theta$ D'INDIVISCE.

uno specchio si e uno
no rappresenta la
situazione d'origine.

$P_{TOT} = P_x + P_y$

$\theta = \tan^{-1} \frac{P_y}{P_x}$

esistono traiettorie
periodiche solo per
rimbalzi pari.

Scrittura: Silvia Sola, Nicola Carraro, Gianni Patti.

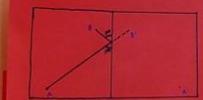
Autori (e affiliazioni)

Biliardo Intern²

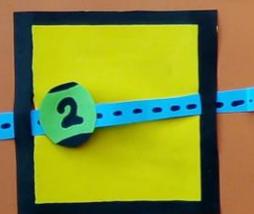
esistono traiettorie periodiche?
se si, quante?

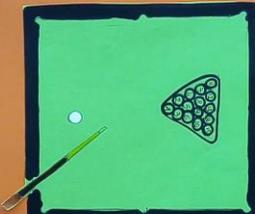
TRAIETTORIA PERIODICA
TRAIETTORIA CHIUSA CHE RIPARTE DALLLO
STESSO PUNTO CON LA MEDESIMA
DIREZIONE E VEASO

Tecnica
degli SPECCHI



• ANGOLO D'INCIDENZA=ANGOLO DI RIFRAZIONE
Ogni intersezione tra il "SEGMENTO TRAIETTORIA"
e un LATO degli specchi del biliardo
corrisponde a un RIMBALZO all'interno
del biliardo originario



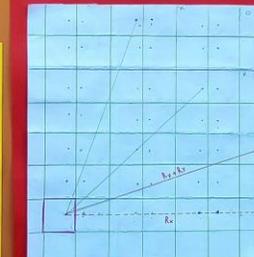


PRESA UNA TRAIETTORIA INTERNA AL BILIARDO,
SE LA TRASLIAMO, LA TRAIETTORIA TRASLATA
SARÁ A SUA VOLTA PERIODICA SOLO SE
NON PASSA PER LO SPIGOLO DEL
BILIARDO IDEALE

| A | T.P | Θ |
|---|-----|----------|
| 2 | 2 | 90/0 |
| 4 | 2 | 45/45 |
| 6 | 4 | 26/64 |
| 8 | 6 | 18/42 |

SEQUENZA
 $T(2)=2$
 $T(n) = n-2, n \in 2M$
 $n > 2$

NUMERARE I RIMBALZI $\Rightarrow \Theta$ DIMINUISCE.



uno specchio si e uno
no rappresenta la
situazione d'origine.

$P_{TOT} = P_x + P_y$

$\Theta = \tan^{-1} \frac{P_y}{P_x}$

esistono traiettorie
periodiche solo per
rimbalzi pari.

Scrittura: Silvia Sola, Nicola Carraro, Gabriel Patti.

Spiegazione del problema trattato

Biliardo Intern²

esistono traiettorie periodiche?
se si, quante?

TRAIETTORIA PERIODICA
TRAIETTORIA CHIUSA CHE RIPARTE DALLO STESSO PUNTO CON LA MEDESIMA DIREZIONE E VEASO

Tecnica degli SPECCHI

• ANGOLO D'INCIDENZA = ANGOLO DI RIFRAZIONE
Ogni intersezione tra il "SEGMENTO TRAIETTORIA" e un LATO degli specchi del biliardo corrisponde a un RIMBALZO all'interno del biliardo originario

2

PRESA UNA TRAIETTORIA INTERNA AL BILIARDO, SE LA TRASLIAMO, LA TRAIETTORIA TRASLATA SARÀ A SUA VOLTA PERIODICA SOLO SE NON PASSA PER LO SPIGOLO DEL BILIARDO IDEALE

| A | T.P | θ |
|---|-----|----------|
| 2 | 2 | 90/0 |
| 4 | 2 | 45/45 |
| 6 | 4 | 26/64 |
| 8 | 6 | 18/42 |

SEQUENZA
 $T(2) = 2$
 $T(n) = n-2, n \geq 2M$
 $n > 2$

NUMERARE i RIMBALZI $\Rightarrow \theta$ DIMINUISCE.

uno specchio si e uno no rappresenta la situazione d'origine.

$P_{TOT} = P_x + P_y$

$\theta = \tan^{-1} \frac{P_y}{P_x}$

esistono traiettorie periodiche solo per rimbalzi pari.

Strumenti
usati per
risolvere il
problema

Biliardo Interno

esistono traiettorie periodiche?
se sì, quante?

TRAIETTORIA PERIODICA
TRAIETTORIA CHIUSA CHE RIPARTE DALLO
STESSO PUNTO CON LA MEDESIMA
DIREZIONE E VEASO

Tecnica degli SPECCHI

• ANGOLO D'INCIDENZA=ANGOLO DI RIFRAZIONE
Ogni intersezione tra il "SEGMENTO TRAIETTORIA"
e un LATO degli specchi del biliardo
corrisponde a un RIMBALZO all'interno
del biliardo originario

uno specchio sì e uno
no rappresenta la
situazione d'origine.

$P_{TOT} = P_x + P_y$

$\Theta = \tan^{-1} \frac{P_y}{P_x}$

esistono traiettorie
periodiche solo per
rimbalzi pari.

PRESA UNA TRAIETTORIA INTERNA AL BILIARDO,
SE LA TRASLIAMO, LA TRAIETTORIA TRASLATA
SARÀ A SUA VOLTA PERIODICA SOLO SE
NON PASSA PER LO SPANGO DEL
BILIARDO IDEALE

| A | T.P | Θ |
|---|-----|----------|
| 2 | 2 | 90/0 |
| 4 | 2 | 45/45 |
| 6 | 4 | 26/64 |
| 8 | 6 | 18/42 |

SEQUENZA
 $T(2)=2$
 $T(n) = n-2, n \in 2M$
 $n > 2$

NUMERARE I RIMBALZI $\Rightarrow \Theta$ DIMINUISCE.

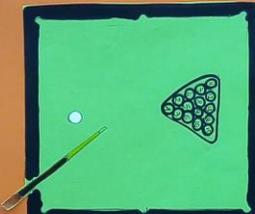
Qualche
esempio o
figura

Biliardo Intern²

esistono traiettorie periodiche?
se si, quante?

TRAIETTORIA PERIODICA
TRAIETTORIA CHIUSA CHE RIPARTE DALLO
STESSO PUNTO CON LA MEDESIMA
DIREZIONE E VEASO

**TECNICA
DEGLI SPECCHI**



**TECNICA
DEGLI SPECCHI**

Ogni intersezione tra il "SEGMENTO TRAIETTORIA"
e un LATO degli specchi del biliardo
corrisponde a un PIMBALZO all'interno
del biliardo originario

**TECNICA
DEGLI SPECCHI**

Ogni specchio si e uno
ne rappresenta la
situazione d'origine

$P_{int} = P_x + P_y$

$\theta = \tan^{-1} \frac{P_y}{P_x}$

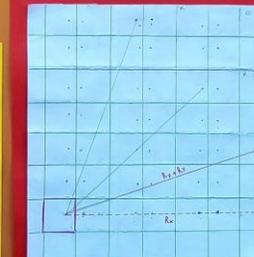
esistono traiettorie
periodiche solo per
rimbalzi pari.

**PRESA UNA TRAIETTORIA INTERNA AL BILIARDO,
SE LA TRASLIAMO, LA TRAIETTORIA TRASLATA
SARÁ A SUA VOLTA PERIODICA SOLO SE
NON PASSA PER LO SPIGOLO DEL
BILIARDO IDEALE**

| A | T.P | θ |
|---|-----|----------|
| 2 | 2 | 90/0 |
| 4 | 2 | 45/45 |
| 6 | 4 | 26/64 |
| 8 | 6 | 18/42 |

SEQUENZA
 $T(2)=2$
 $T(n) = n-2, n \in 2M$
 $n > 2$

NUMERARE I PIMBALZI $\Rightarrow \theta$ DIMINUISCE



Sergio Ciliberto, Silvia Sola, Nicola Carraro, Gabriel Patto

Qualche idea

<https://www.eposters.net/>



Saggio Filosofico?