

Biliárd ötkor

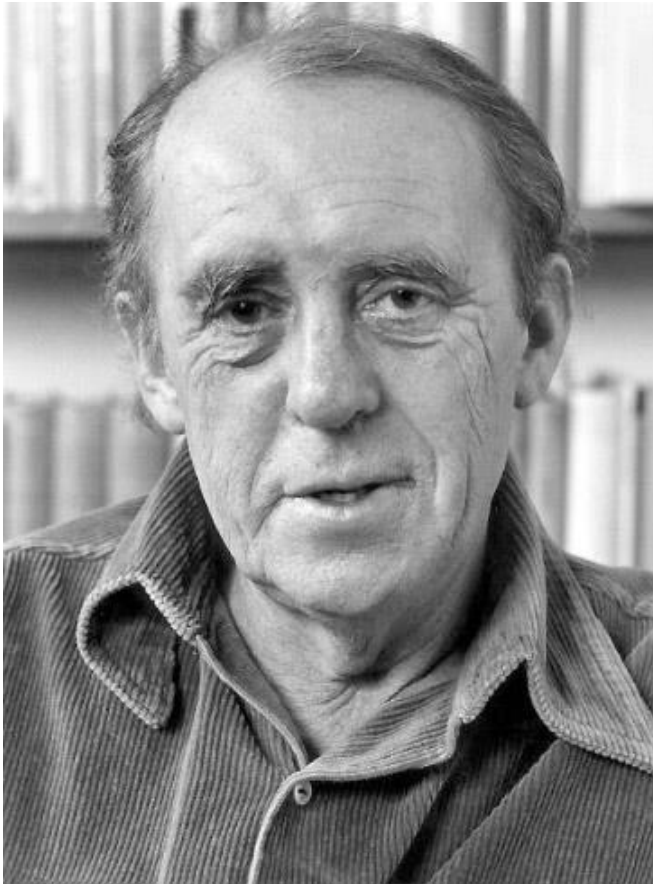
Játék és fizika 60 percben

Sasvári László

ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék

Az atomoktól a csillagokig
2014. február 27

Adalék az előadás címéhez



Heinrich Böll

(1917 - 1985)

Irodalmi Nobel-díj (1972)

→ Biliárd fél tízkor (regény, 1958)

...

Dr. Murke összegyűjtött hallgatásai (1958)

...

Egy bohóc nézetei (1963)

...

Katharina Blum elveszett tisztessége (1974)

...

A biliárd játék

karambol (carom, carambole)

(1 fehér, 1 sárga, 1 piros golyó)

cél: a golyók meghatározott rend szerinti ütköztetése)

sznúker (snooker)

(1 fehér, 15 piros, 6 színes golyó)

cél: a golyók lyukakba (zsebekbe)

juttatása meghatározott sorrendben)

pool biliárd

és továbbiak ...

(több mint 100 változat)

Mi kell a játékhoz?

dákó

8-14 mm



bőr
pánt



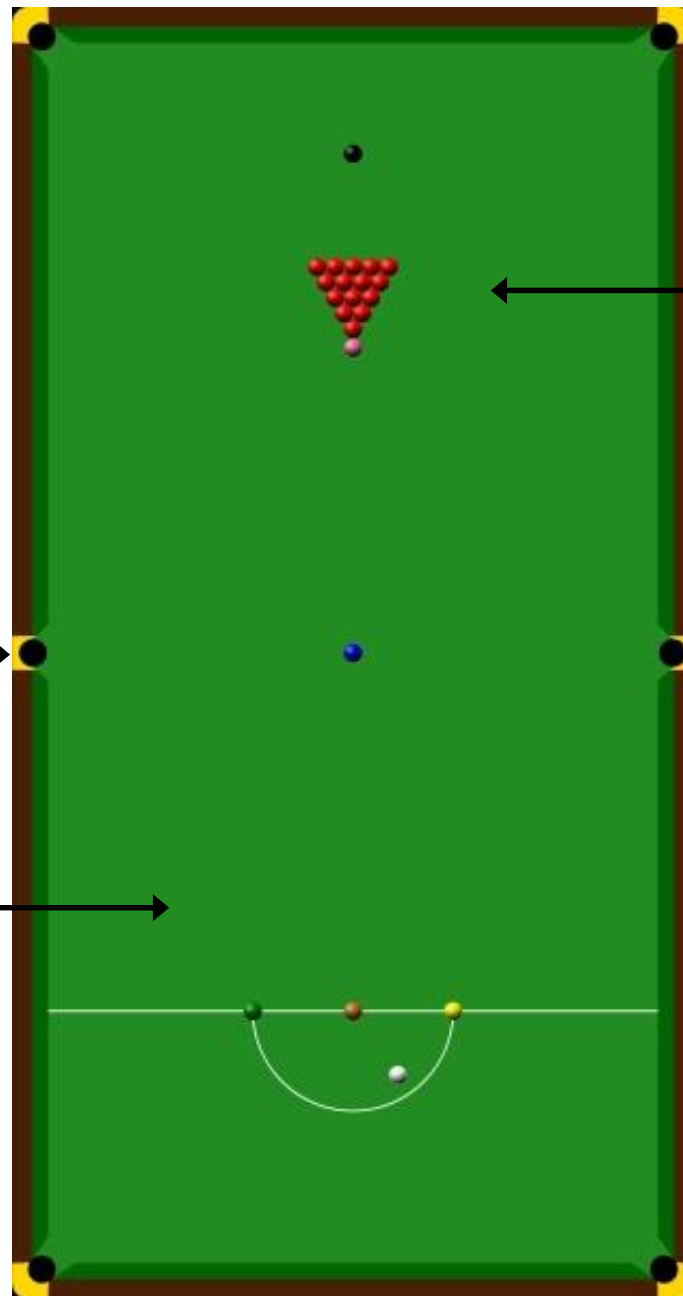
nyél

(kőris- vagy jávorfa)

játékasztal

zseb →

kőpala asztallap
gyapjú posztó
borítással →



sznúker játékasztal

← golyók

kezdetben:

fa

18-19. sz.:

elefántcsont

20. sz.:

műanyag

átmérő: 52-65 mm



A játék múltja

„Port and King” játék



Wikimedia Commons

metszet 1674-ből

A játék múltja

XIV. Lajos biliárdozik



Wikimedia Commons

metszet 1694-ből

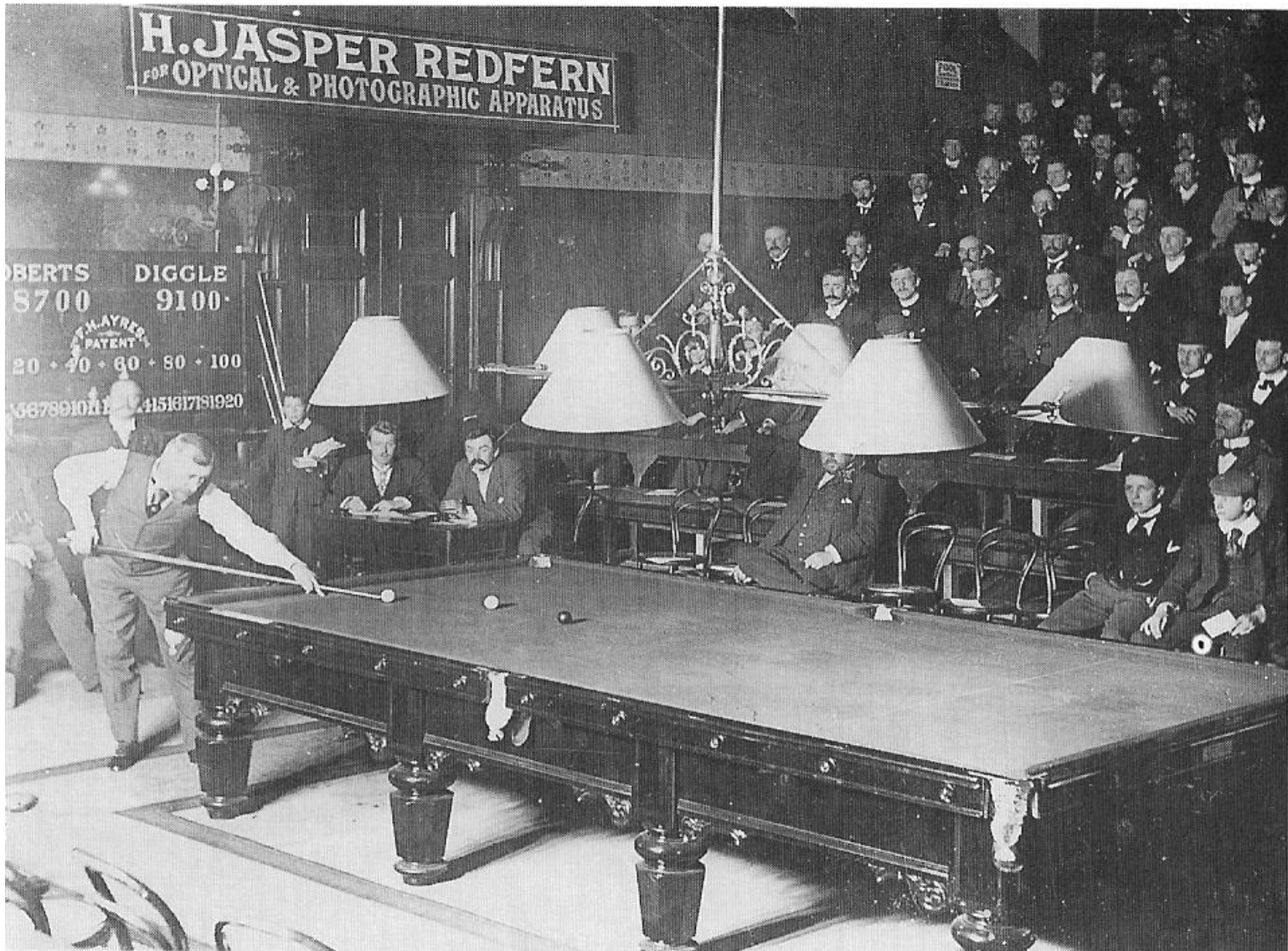
A játék múltja

Biliárdszalon, New York, 19. sz. vége



A játék múltja

Karambol verseny, 19. század vége



A jelen

Trump

O'Sullivan



Ronnie O'Sullivan (világbajnok: 2001, 2004, 2008, 2012, 2013),

Judd Trump,

a serleg és a pénz ...

A modern játéktechnika kialakulása



François Mingaud

(1771 – 1847)

Francia tüzértiszt, biliárd játékos

A dákó tökéletesítése (bőrözés)

A lökési technika fejlesztése

Noble Jeu de Billiard (könyv, 1827)

Just Published, Price £1. 3s.

SECOND EDITION,

WITH CORRECTIONS AND NUMEROUS ADDITIONS,

OF THE

NOBLE GAME OF BILLIARDS;

WHEREIN ARE EXHIBITED

EXTRAORDINARY AND SURPRISING STROKES, WHICH HAVE
EXCITED THE ADMIRATION OF MOST OF THE

Sovereigns of Europe.

Translated from the French of the celebrated

M. MINGAUD,

FORMERLY CAPITAINE D'INFANTERIE IN THE SERVICE OF FRANCE.

Dedicated, by Permission, to

THE MOST NOBLE THE MARQUIS OF CLEVELAND.

This Work is elegantly got up, and comprises 43 well executed Copper-plates; with Directions for performing, with precision, nearly 70 of the most masterly Strokes, of all the celebrated Proficients of the present day. It is, in this respect, a great *desideratum*, to all the Admirers of this elegant Diversion;—no Work having appeared, in the English Language, which can be compared with it, for the Beauty and Precision of its Rules and Illustrations; and none which comprise the great Improvements and Discoveries, made in the Game, within the last Twenty years.

LONDON:

TRANSLATED AND PUBLISHED BY JOHN THURSTON,
BILLIARD TABLE MANUFACTURER, 14, CATHERINE-STREET, STRAND;
AND TO BE HAD OF ALL BOOKSELLERS.

1831.

AN EXTENSIVE ASSORTMENT OF BILLIARD TABLES ALWAYS ON SALE.

A biliárd játék fizikája



Gaspard Gustave de Coriolis

(1792 – 1843)

Francia mérnök, matematikus, fizikus

Az École Polytechnique mechanika és analízis tanára

(1816 – 1838)

Az Akadémia tagja (1836)

Könyvei:

Sur les équation de mouvement relatif des systèm de corps (1835)

(Testek relatív mozgásának egyenletei, Coriolis-erő)

Théorie mathématique des effets du jeu de billard (1835)

(A biliárd játék jelenségeinek matematikai elmélete)

Traité de la mécanique des corps solides (1844)

(Merev testek mechanikája)

A biliárd játékról szóló könyv címlapja és az előszó első oldala

THÉORIE MATHÉMATIQUE

DES EFFETS

DU JEU DE BILLARD,

PAR G. CORIOLIS.



PARIS,

CARILIAN-GOEURY, LIBRAIRE-ÉDITEUR
DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, N° 41.

1835.

PRÉFACE.

Le jeu de billard, tel qu'il est devenu aujourd'hui, par l'usage des queues propres à donner aux billes d'assez forts mouvemens de rotation, offre divers problèmes de dynamique que l'on trouvera résolus dans cet ouvrage. Je pense que les personnes qui ont des connaissances de mécanique rationnelle, comme les élèves de l'École Polytechnique, verront avec intérêt l'explication de tous les effets singuliers qu'on observe dans le mouvement des billes.

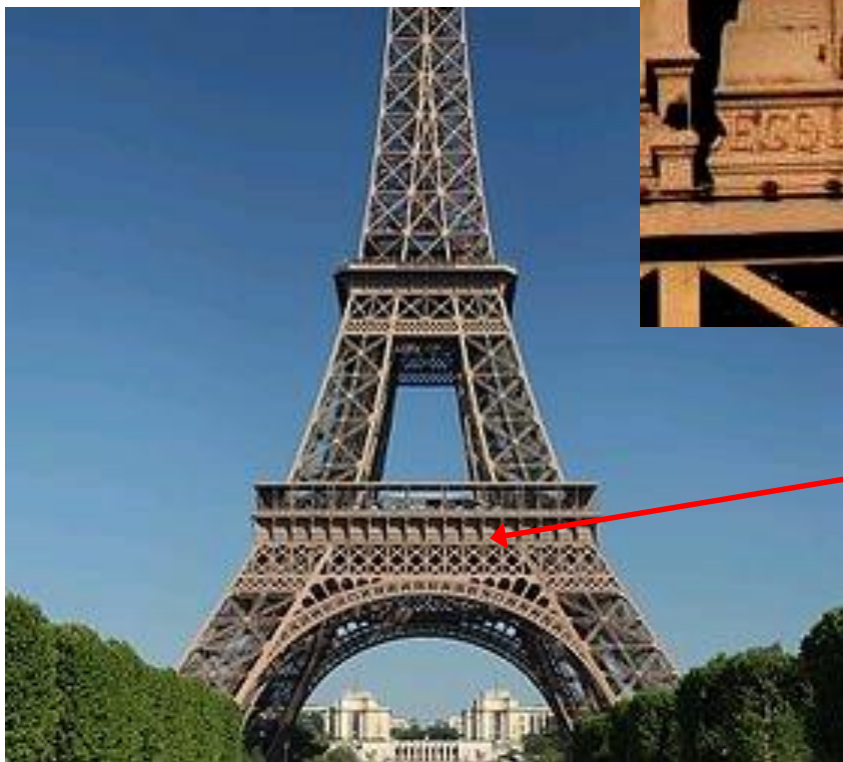
C'est après avoir vu produire ces effets par le célèbre joueur Mingaud, que j'ai essayé, il y a déjà long-temps, de les soumettre au calcul. J'avais trouvé alors ce qui fait l'objet du premier et du huitième chapitre de cet ouvrage. Depuis j'ai complété ce qui se rapporte plus spécialement au choc des billes, en ayant égard au frottement.

Je dois à l'obligeance de M. Mingaud d'avoir pu m'assurer en le voyant jouer, que les formules et les constructions qui s'en déduisent donnent des résultats conformes à l'expérience.

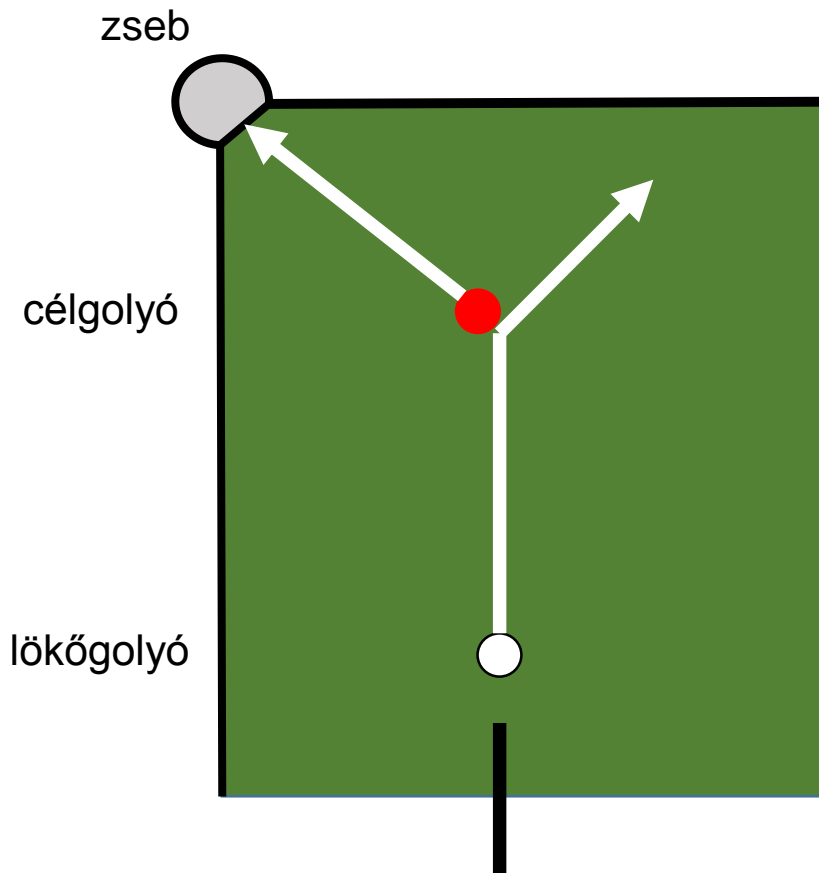
M. de Tholozé, gouverneur de l'École Polytechnique, a bien voulu m'indiquer divers coups compliqués dont

köszönetnyilvánítás Mingaud kapitánynak

Coriolis az Eiffel-tornyon megörökített 72 tudós és mérnök között

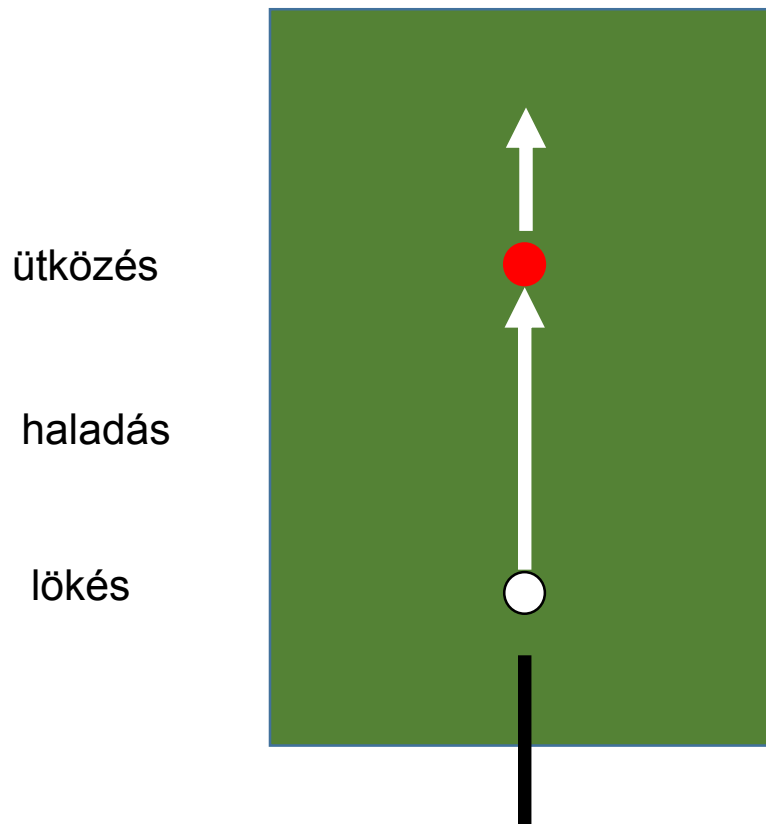


A játék alapfeladata

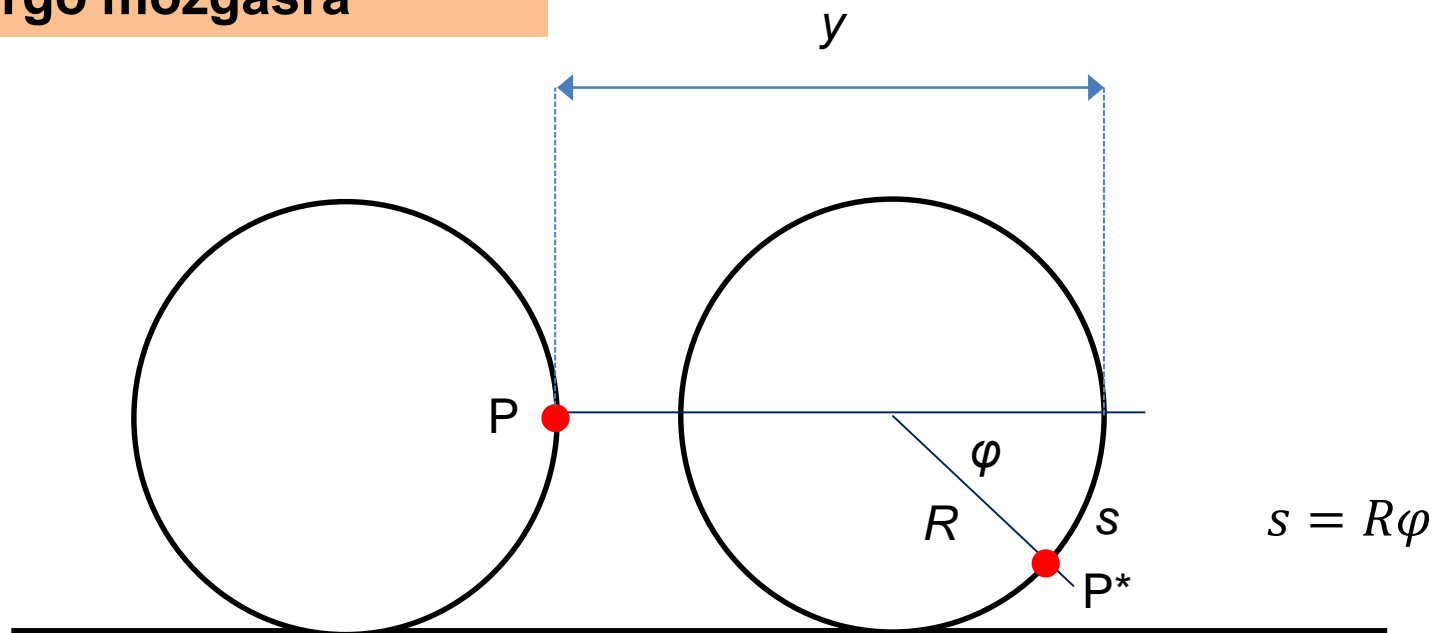


A legegyszerűbb feladat

Centrális lökés és ütközés



A gömb mozgásának felbontása haladó és forgó mozgásra



Sebesség: $v = \frac{\Delta y}{\Delta t}$

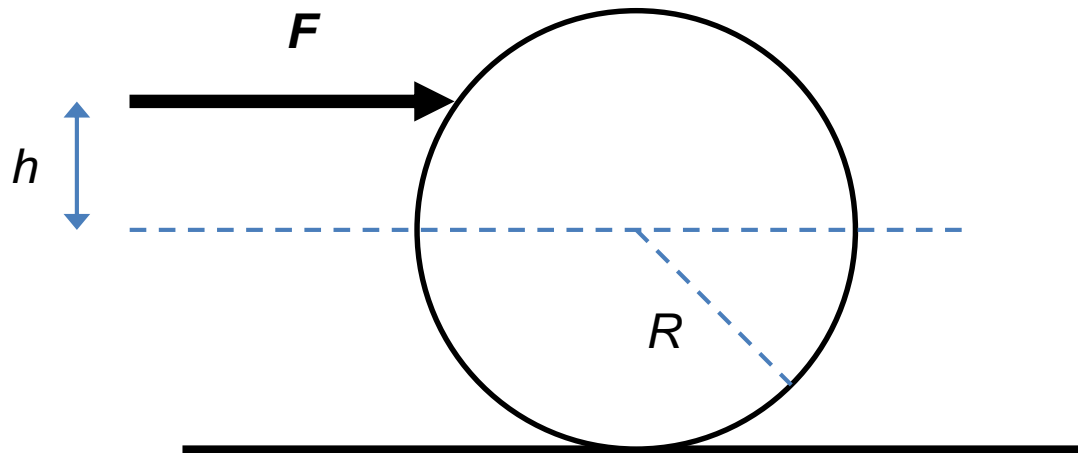
Szögsebesség: $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$

Kerületi sebesség: $v_{ker} = R\omega$

Gyorsulás: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

Szöggyorsulás: $\beta = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$

A dinamikai egyenlet



A középpont
haladó mozgása

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Forgó mozgás a
középpont körül

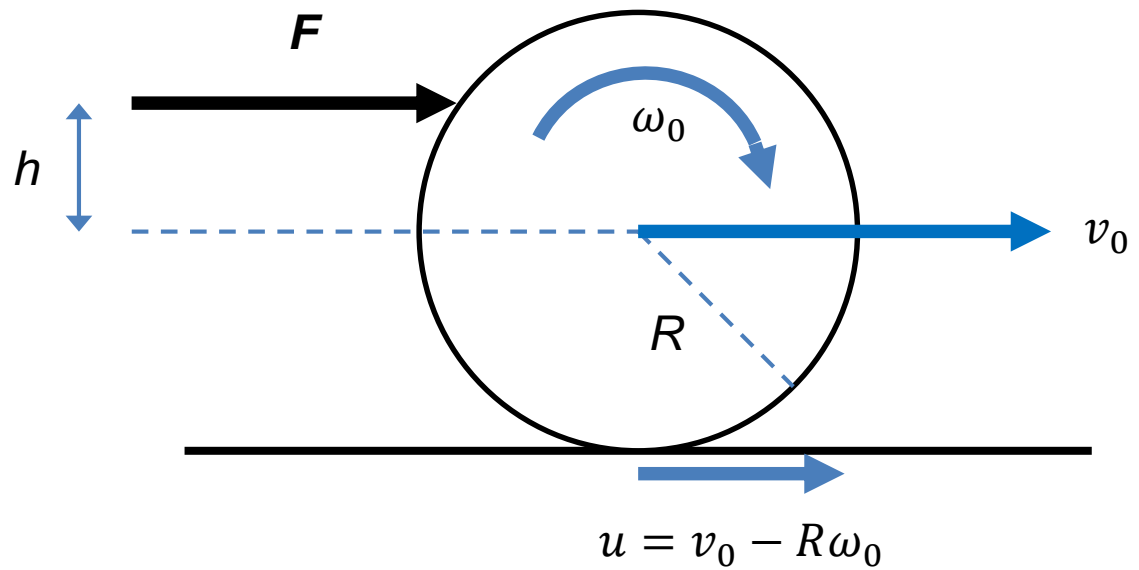
$$Fh = \theta \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

gömb: $\theta = \frac{2}{5} mR^2$

↑
forgatónyomaték

↑
tehetetlenségi nyomaték

A lökés



A lökés utáni sebesség és szögsebesség meghatározása

$$F\Delta t = mv_0$$

$$Fh\Delta t = \frac{2}{5}mR^2\omega_0$$

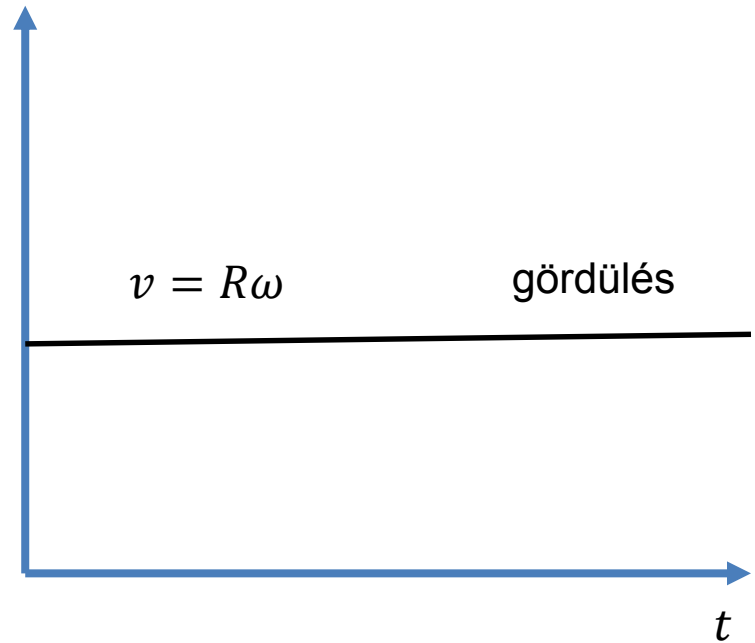
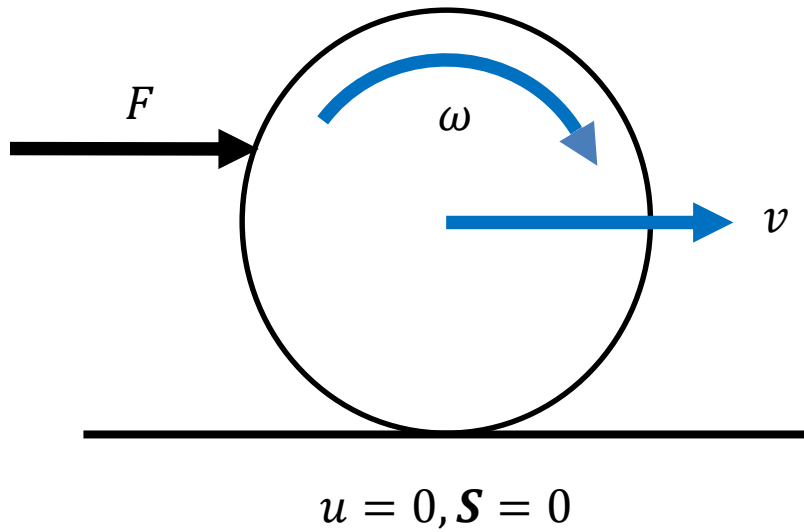
Kerületi sebesség az érintkezési pontban

$$u = v_0 \left(1 - \frac{5h}{2R}\right)$$

$$u = 0, \quad \text{ha } h = \frac{2}{5}R$$

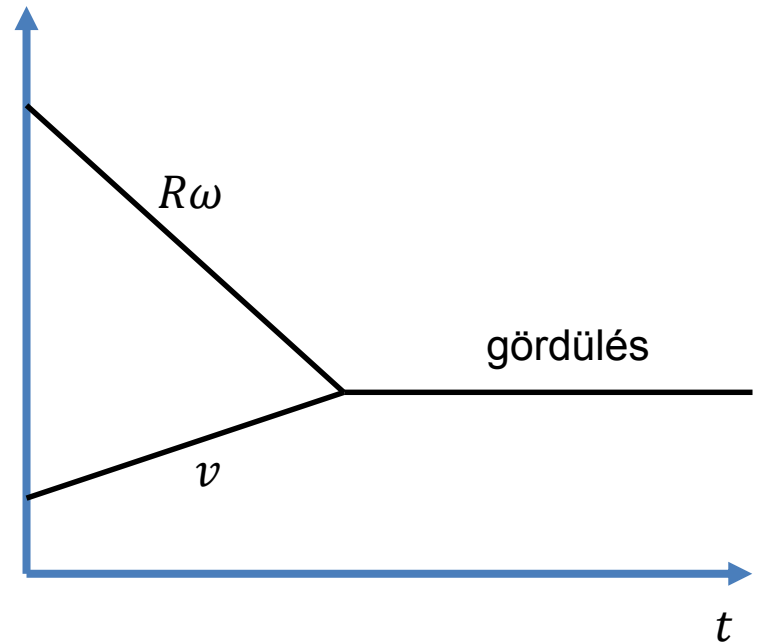
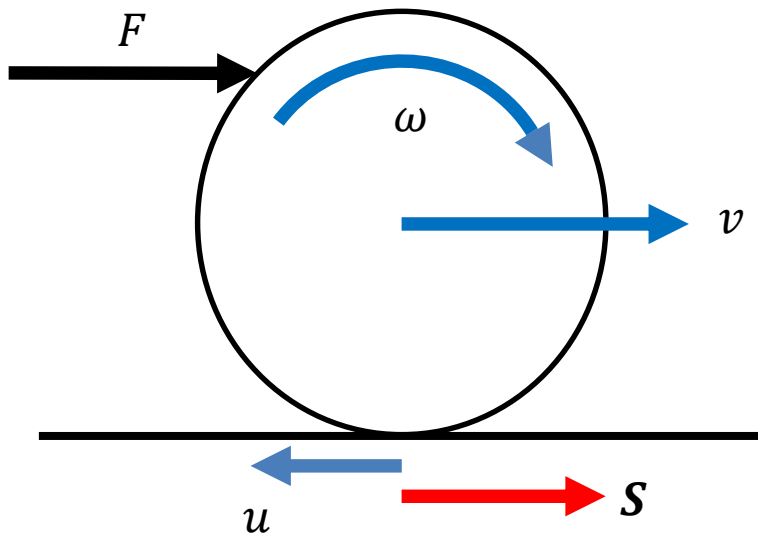
A golyó haladásának elemzése (1)

$$h = \frac{2}{5}R$$

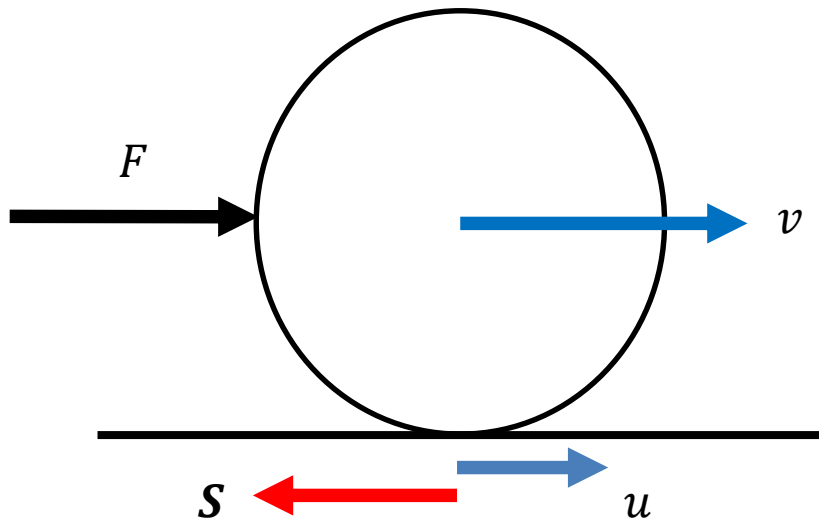


A golyó haladásának elemzése (2)

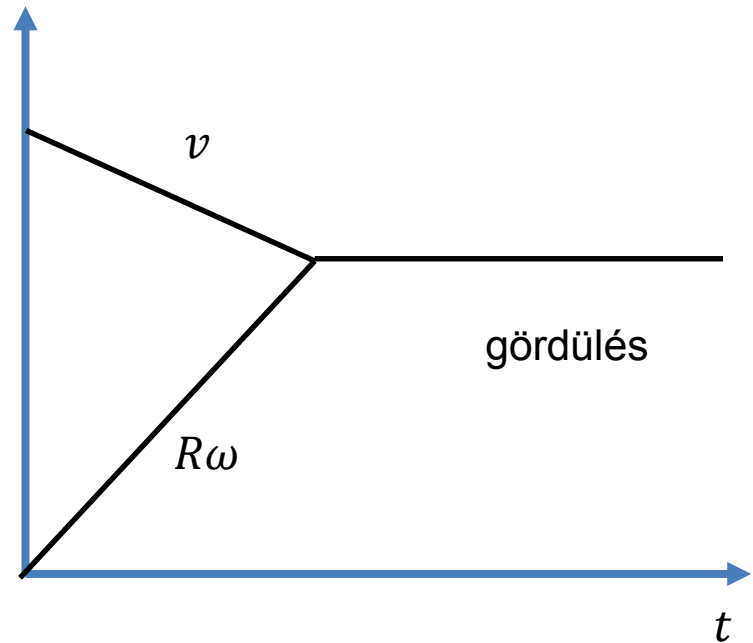
$$h > \frac{2}{5}R$$



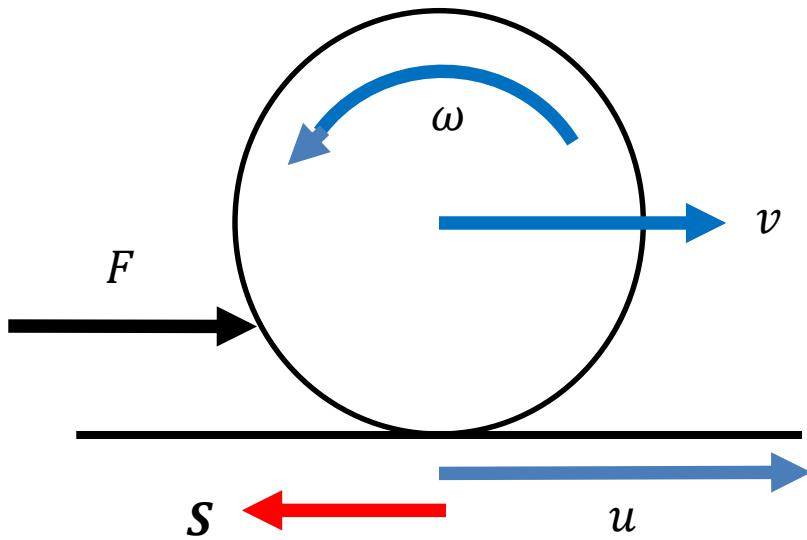
A golyó haladásának elemzése (3)



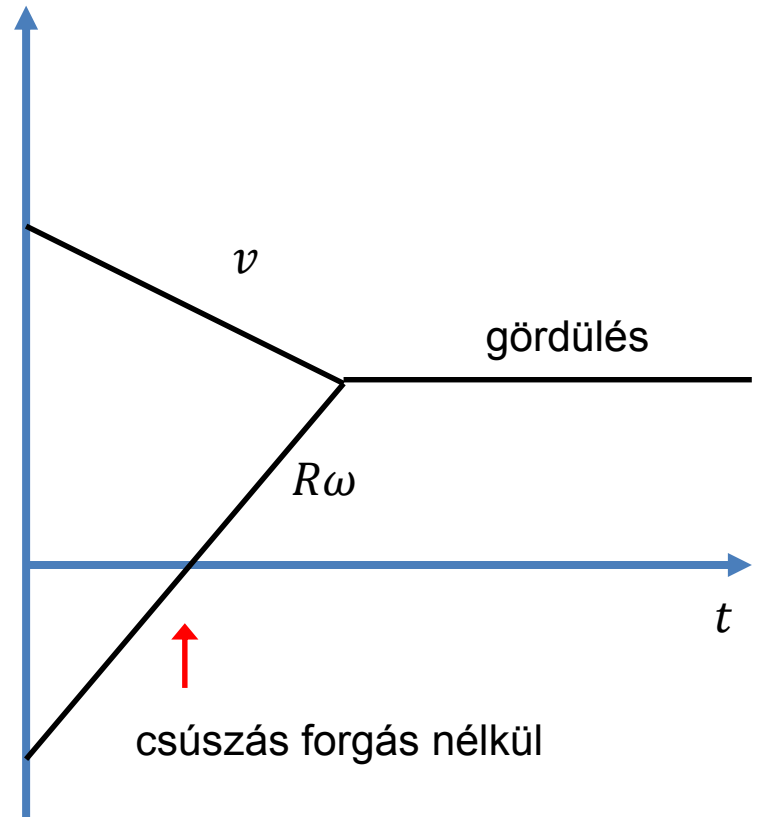
$h = 0$



A golyó haladásának elemzése (4)

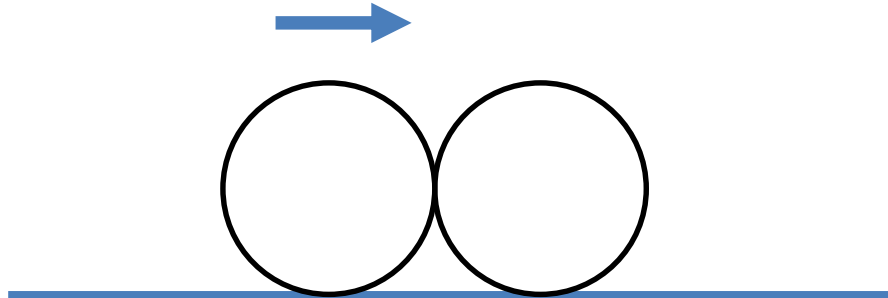


$$h < 0$$

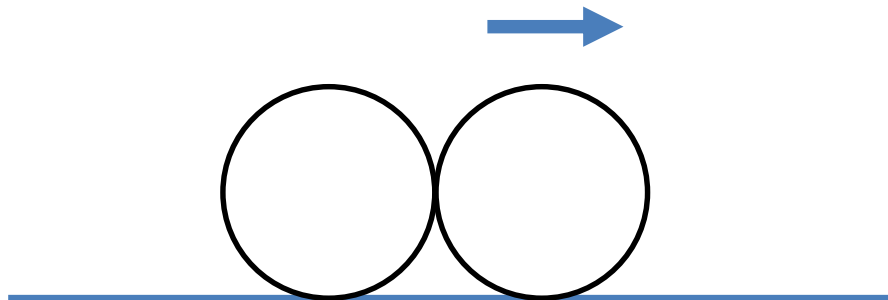


Az ütközés elemzése (1)

ütközés
előtt



ütközés
után

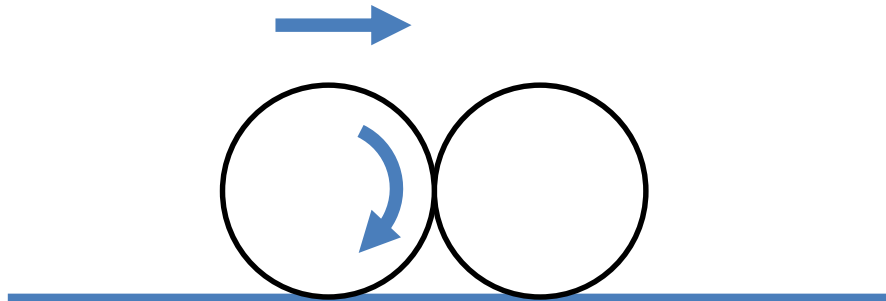


A lökőgolyó nem forog,
csak csúszik.
Sebességcsere, a
lökőgolyó állva marad.

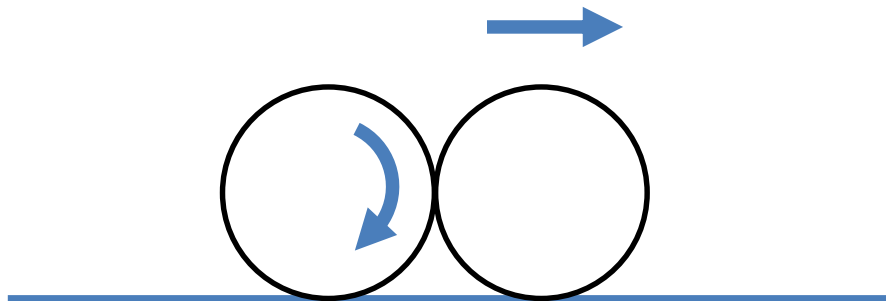
(stop shot)

Az ütközés elemzése (2)

ütközés
előtt



ütközés
után

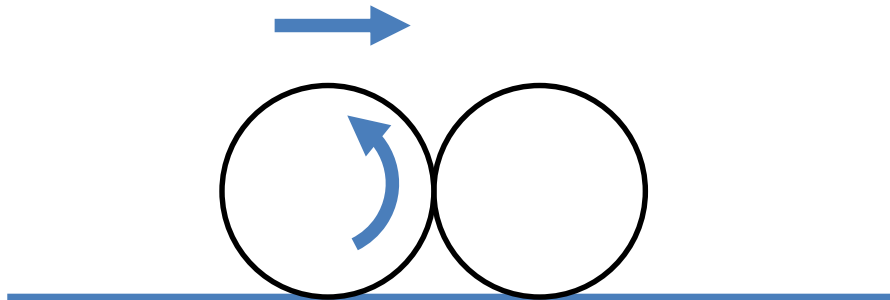


Sebességcsere után
a lökőgolyó követi a
célgolyót.

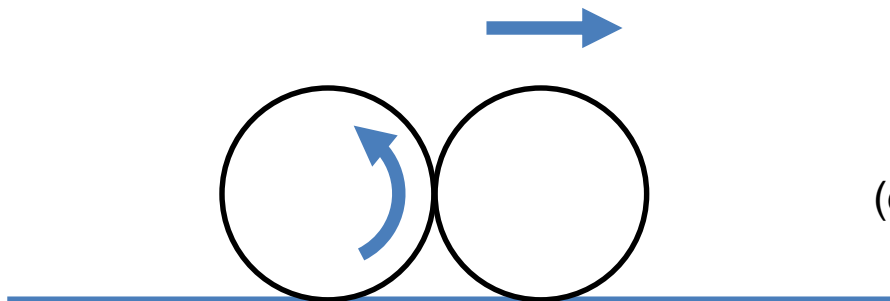
(follow shot, Nachzieher)

Az ütközés elemzése (3)

ütközés
előtt



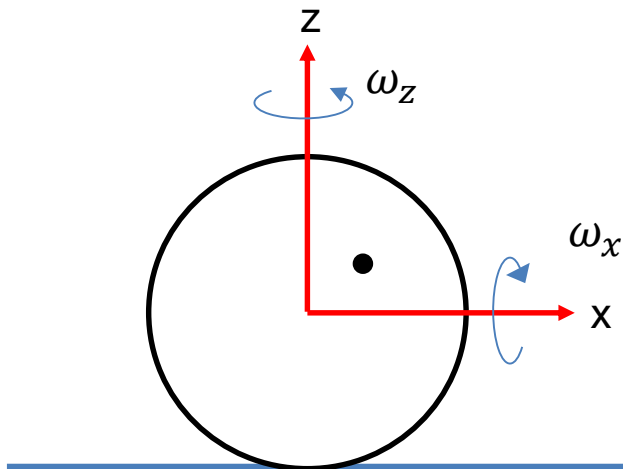
ütközés
után



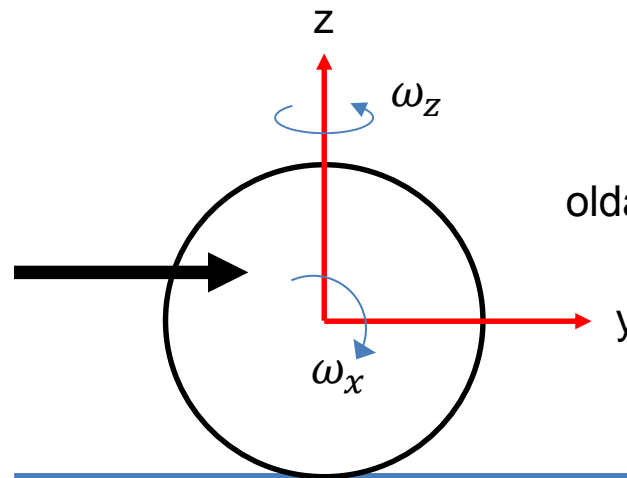
Sebeségcsere után
a lökőgolyó
visszafelé mozog.

(draw shot, Rückzieher (rückciher))

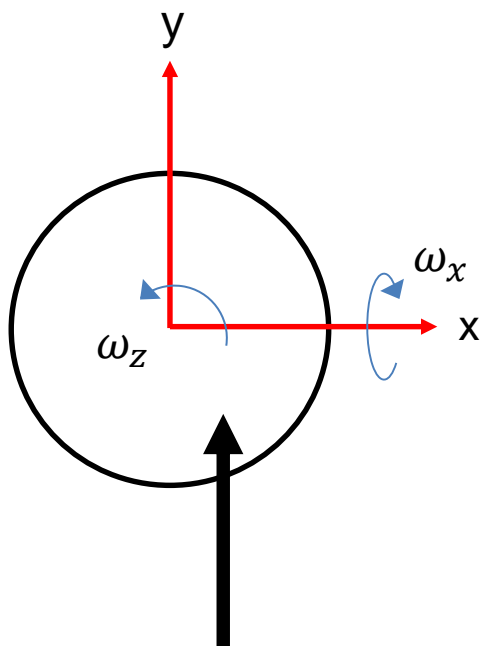
hátnézet



oldalnézet



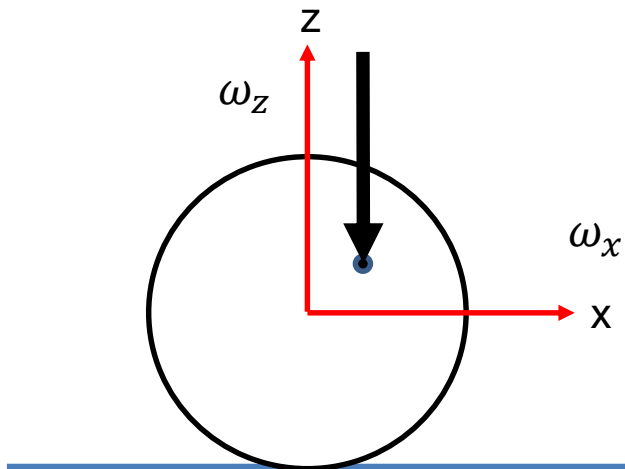
felülnézet



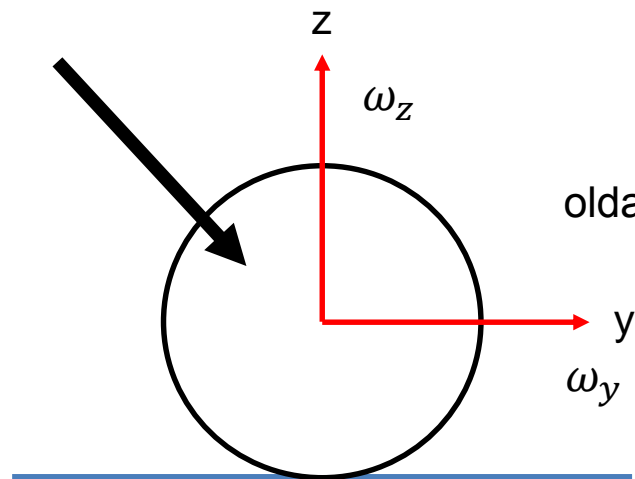
Oldalra húzott lökés:
forgás függőleges
tengely körül is

(side spin, English)

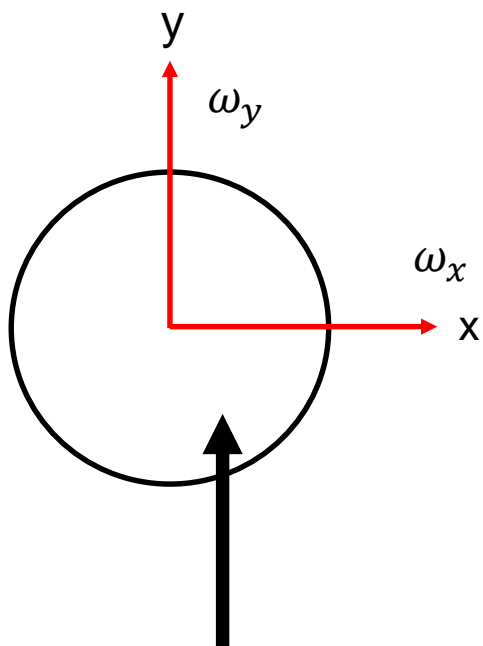
hátnézet



oldalnézet



felülnézet



Oldalra húzott lökés felülről:
forgás függőleges és mindkét
vízszintes tengely körül

(massé shot)

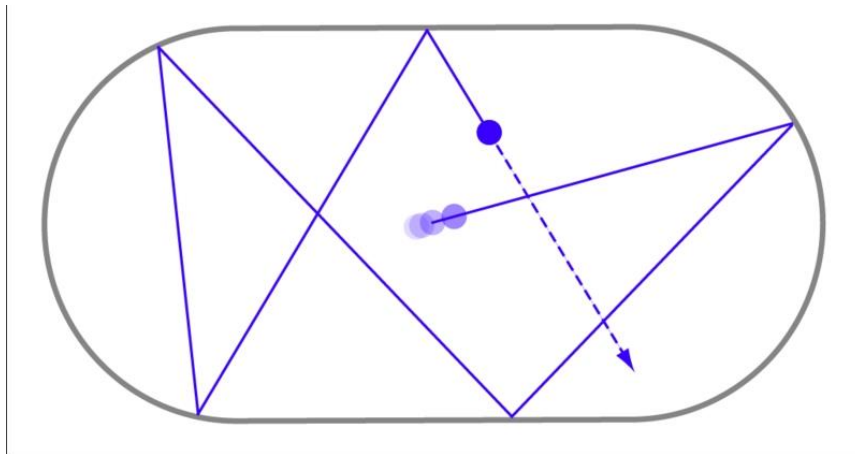
Az oldalra húzott lökés következményei:

- A lökőgolyó függőleges tengely körül is forog.
- A lökőgolyó haladó mozgásának iránya a lökés irányától enyhén eltér.
- Befolyásolja az ütközés utáni haladás módját.

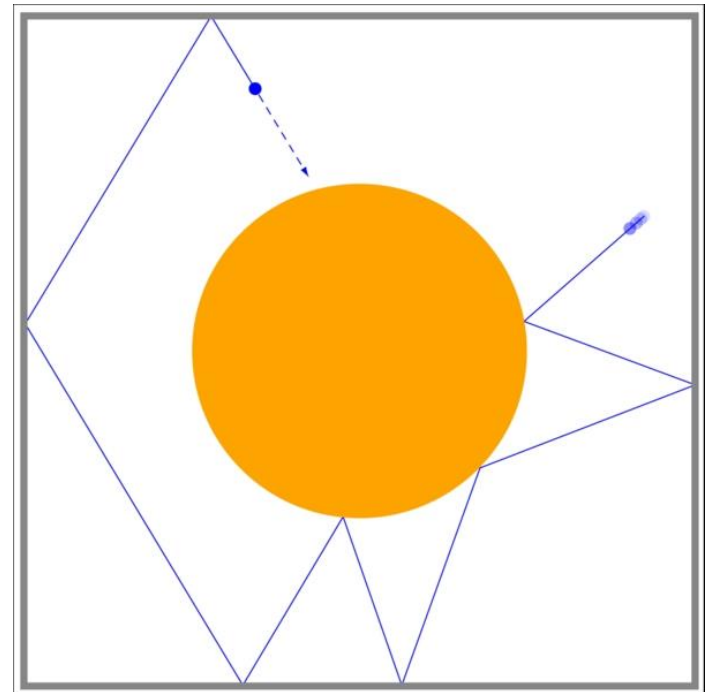
Oldalra húzott lökés felülről:

- A lökőgolyó a függőleges és mindkét vízszintes tengely körül forog.
- A lökőgolyó asztallal érintkező pontjának sebessége és a súrlódási erő a lökés irányával szöget zár be.
- A súrlódási erő iránya a csúszás idején állandó. Az állandó nagyságú és irányú erő hatására a haladó mozgás parabola pályán történik.
- A csúszás megszűnése után a golyó egyenes vonalban gördül.

Dinamikai biliárdok: elméleti fizika, nem játék



Bunyimovics-biliárd



Szinaj-biliárd

Modellek a statisztikus fizika alapozására, a klasszikus és a kvantummechanika kapcsolatának vizsgálatára

Ajánlott irodalom:

<http://www.biliardcentrum.hu/index.html>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Snooker>

http://en.wikipedia.org/wiki/Cue_sports

<http://billiards.colostate.edu/>

http://billiards.colostate.edu/physics/Alciatore_pool_physics_article.pdf

http://www.billiards.colostate.edu/physics/Alciatore_SCIAM_article_posted_version.pdf

A. Sommerfeld: Vorlesungen über Theoretische Physik : Mechanik

IV. Der starre Körper, Anhang: Die Mechanik des Billardspiels

(Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1949)