przewodnik encyklopedyczny

# wstęp do fizyki zabawek



Stanisław Bednarek











przewodnik encyklopedyczny

Stanisław Bednarek

# wstęp do fizyki zabawek

Edycja komputerowa i projekt okładki
ZOFIA FIJARCZYK

Fotografie
STANISŁAW BEDNAREK
Na podstawie zbioru zabawek Zakładu Dydaktyki Fizyki
Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I, Wydawca E. i K. Banasiakowie
Druk i oprawa zakład poligraficzny wydawcy
Łódź 2007

Współczesna fizyka sięga nie tylko do coraz dalszych obszarów mikro- i makroświata, zajmując się badaniem właściwości materii w stanach ekstremalnych, np. plazmy kwarkowo-gluonowej, kondensatu Bose-go-Einsteina czy gwiazd neutronowych. Współczesna fizyka wkracza również do tych dziedzin nauki, które dotychczas wydawały się od niej bardzo odległe, jak choćby psychologia czy ekonomia. Dla przykładu, wykorzystanie niektórych metod stosowanych w fizyce doprowadziło do powstania intensywnie rozwijanej w ostatnich latach i obiecującej dziedziny naukowej zwanej ekonofizyką. Również działanie zabawek jest przedmiotem zainteresowania fizyków. W ciągu wielu wieków rozwoju naszej cywilizacji ludzie wymyślili tysiące zabawek i wciąż budują nowe, tak że nie sposób ich wszystkich wymienić. Wszystkie te zabawki działają jednak zgodnie z prawami fizyki, ponieważ jej prawa mają charakter obiektywny i uniwersalny. Działanie wielu powszechnie znanych zabawek z punktu widzenia fizyki jest dość oczywiste. Istnieje jednak pewna grupa zabawek, w których zjawiska i prawa fizyki oraz właściwości ciał zostały wykorzystane w sposób bardzo pomysłowy i interesujący. Zabawki te umownie nazywane są zabawkami fizycznymi.

Na temat zabawek fizycznych pojawiają się liczne artykuły w prestiżowych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, np. „Scientific American", „The Physics Teacher" czy „Physics Education". W samym tylko ,,The Physics Teacher" każdego roku ukazuje się kilkanaście publikacji na ten temat [1]. Dokładne wyjaśnienie działania i podanie ilościowego opisu zachowania się niektórych z tych zabawek, jak choćby kamienia celtyckiego lub elastycznej kuli wodnej, sprawia poważne trudności i wciąż jeszcze stanowi wyzwanie dla fizyków. Okazuje się również, że zabawki fizyczne mogą w wielu przypadkach z powodzeniem pełnić rolę środków dydaktycznych oraz bardzo dobrze nadają się do popularyzacji fizyki [2-5]. Istnienie działu fizyki, zajmującego się zabawkami jest faktem uznanym w międzynarodowej klasyfikacji prac naukowych z fizyki i astronomii PACS (Physics and Astronomy Classification Scheme) – dział ten oznaczony został symbolem 01.50.Wg.

Zwiększone zainteresowanie zabawkami fizycznymi w Polsce datuje się od kilku lat, kiedy to zaczęto je prezentować publicznie, nie tylko na festiwalach, jarmarkach i piknikach ale, także na wystawach towarzyszących ogólnopolskim spotkaniom naukowym, np. takim jak Zjazd Fizyków Polskich [3]. Przy wspomnianych okazjach pokazywano zwykle od kilkunastu do 30–40 zabawek. Istnieją również strony internetowe poświęcone podobnej liczbie zabawek fizycznych [6, 7]. W rzeczywistości tego typu zabawek jest o wiele więcej. Niestety, są one mało znane nie tylko nauczycielom i uczniom ale również fizykom. Biorąc pod uwagę ograniczoną znajomość zabawek fizycznych oraz szerokie możliwości ich wykorzystania, w Zakładzie Dydaktyki Fizyki Katedry Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Łódzkiego przed czterema laty rozpoczęto gromadzenie tych zabawek. Podjęto także badania, zmierzające do określenia zakresu zastosowania zabawek fizycznych w nauczaniu i popularyzacji fizyki oraz ich znaczenia poznawczego w fizyce.

Jeden z rezultatów tych badań to niniejsza praca, stanowiąca przewodnik encyklopedyczny po zabawkach fizycznych. Jej celem jest przedstawienie według takiego samego schematu: budowy, zasad działania oraz zastosowań znanych obecnie zabawek fizycznych. Wszystkie opisy zabawek zostały zilustrowane albo rysunkami, przestawiającymi ich istotne elementy, albo w przypadkach gdy były dostępne – fotografiami. Ze względu na ograniczoną objętość tej publikacji musiano poprzestać na skrótowym i jakościowym opisie budowy oraz działania zabawek. Uwzględnienie opisu ilościowego spowodowałoby wielokrotne zwiększenie objętości pracy a dla niektórych zabawek zadowalający opis ilościowy nie został jeszcze sformułowany. Starano się natomiast przedstawić możliwie jak największą liczbę zabawek, włączając w to różne ich odmiany, np. w przypadku lamp plazmowych. Takie rozwiązanie uzasadnione jest potrzebą możliwie jak najdokładniejszego udokumentowania

obecnego stanu w dziedzinie różnych typów zabawek fizycznych oraz ułatwieniem wyboru potrzebnej zabawki spośród dostępnych aktualnie na rynku.

Celem wprowadzenia w ogólne możliwości i problemy związane z wykorzystaniem zabawek w nauczaniu i popularyzacji fizyki zawarto krótki rozdział na ten temat. Dla ułatwienia posługiwania się przewodnikiem opisy zabawek uporządkowano tematycznie według klasyfikacji doświadczeń pokazowych z fizyki DCS (Demonstration Classification Scheme), zlecanej przez Amerykańskie Stowarzyszenie Nauczycieli Fizyki AAPT (American Association of Physics Teachers) i Amerykańskie Towarzystwo Fizyczne APS (American Physical Society) [8]. Zwiększy to zapewne użyteczność tej pracy, ułatwi jej porównywanie z innymi publikacjami i umożliwi szybsze znalezienie zabawek niezbędnych do wykonania określonego doświadczenia. Na końcu przewodnika znajduje się literatura podzielona na dwie części. Pierwsza zawiera pozycje cytowane w tej pracy a druga obejmuje publikacje uzupełniające, przydatne podczas różnych doświadczeń z zabawkami fizycznymi.

Opracowanie tego przewodnika stało się możliwe dzięki dofinansowaniu badań własnych przyznanemu przez Prorektora d.s. nauki Uniwersytetu Łódzkiego Prof. dr hab. Henryka Piekarskiego oraz poparciu Dziekana Wydziału Fizyki i Chemii Uniwersytetu Łódzkiego Prof. dr hab. Bogusława Kryczki i Dyrektora Instytutu Fizyki tego Wydziału Prof. dr hab. Jakuba Rembielińskiego. Za tę pomoc składam wyrazy podziękowania.

# ROLA ZABAWEK W NAUCZNIU I POPULARYZACJI FIZYKI

## Zabawki fizyczne jako środki dydaktyczne

Przemiany gospodarcze, które od kilkunastu lat następują w Polsce, doprowadziły do znacznych trudności związanych z finansowaniem szkolnictwa oraz ograniczenia lub zaniechania produkcji wielu środków dydaktycznych w tym również przeznaczonych do nauczania fizyki. Produkowane w kraju środki dydaktyczne są drogie i nie zawsze dobrej jakości. Stąd też, szkoły nie często decydują się na ich zakup. Lepszej jakości, choć niestety bardzo drogie i przez to praktycznie niedostępne dla szkół, są oferowane w Polsce środki dydaktyczne produkcji zagranicznej [9]. Zarysowana sytuacja prowadzi do pogorszenia stanu wyposażenia szkolnych pracowni fizycznych i braku odpowiednich środków dydaktycznych do nauczania fizyki. Jest to również jedna z głównych przyczyn poszukiwania zastępczych środków dydaktycznych w postaci niektórych przedmiotów codziennego użytku lub zabawek fizycznych.

Zabawki fizyczne jako środki dydaktyczne mają istotne zalety ale mają też pewnego rodzaju wady a wykorzystanie tych zabawek powoduje czasami dodatkowe problemy. Niewątpliwą zaletą zabawek fizycznych jest ich atrakcyjność. Zabawa od wieków stanowi jedną z najprzyjemniejszych form aktywności człowieka. Dlatego też, zabawki fizyczne łatwo przyciągają uwagę i zachęcają do zainteresowania się nimi a przez to do poznawania fizyki. Towarzyszące temu pozytywne emocje sprzyjają kontynuowaniu rozpoczętych zainteresowań. Większość zabawek fizycznych jest łatwo a nawet bardzo łatwo dostępna stale lub okresowo. Można je kupić w sklepach z zabawkami, pamiątkami, tzw. śmiesznymi przedmiotami czyli gadżetami, na jarmarkach, bazarach a często nawet w kioskach.

Zdecydowana większość dostępnych na polskim rynku zabawek fizycznych pochodzi z krajów Dalekiego Wschodu, najczęściej z Chin, Tajwanu, Korei Singapuru czy Indonezji. Zabawki te zwykle są tanie – ich cena wynosi od kilku do kilkunastu złotych. Z tego też względu cieszą się one dużym popytem i trafiają do szerokich kręgów odbiorców. Niestety, niska cena tych zabawek oznacza również ich małą trwałość i dlatego też ulegają one szybkiemu zużyciu, np. w wyniku ścierania zbyt miękkich tworzyw sztucznych albo zmieniają swoje właściwości, np. odbarwiają się lub pękają pod wpływem światła słonecznego a elastyczne elementy tracą sprężystość. W przypadku wykorzystywania takich zabawek jako środków dydaktycznych ich ograniczona trwałość jest wadą i musi być brana pod uwagę, podobnie jak szybkie wykupywanie i okresowe braki na rynku. W celu uniknięcia wynikających stąd problemów konieczny jest zakup większej liczby egzemplarzy danej zabawki. Trzeba też dodać, że oprócz zabawek tanich, np. różnego rodzaju bąków w cenie kilku złotych, pojawiają się również zabawki bardzo interesujące ale drogie, np. kule plazmowe, których cena przekracza sto złotych. Istnieją również i takie zabawki fizyczne, np. nurek Kartezjusza czy tornado w butelce, które są niedostępne na polskim rynku ale łatwo można wykonać je samodzielnie.

Wiele zabawek fizycznych w prosty, atrakcyjny i interesujący sposób wykorzystuje określone prawo lub zjawisko fizyczne albo własność ciał, np. w kalejdoskopie jest to odbicie światła a w przypadku bąka precesja. Takie zabawki najlepiej nadają się do wykorzystania jako środki dydaktyczne w nauczaniu fizyki a sposób w jaki to zrobić nie budzi wątpliwości. Jest też liczna grupa zabawek fizycznych, w których działaniu występuje kilka zjawisk fizycznych, np. pijący ptaszek działa dzięki parowaniu cieczy, włoskowatości, skraplaniu oraz zachwianiom równowagi mechanicznej i jej odzyskiwaniu. Jeżeli jedno z tych zjawisk pełni decydującą rolę w działaniu danej zabawki, lub zjawiska te należą do zbliżonych tematycznie działów fizyki, to wykorzystanie danej zabawki jako środka dydaktycznego również nie powoduje większych trudności, np. wspomniany tutaj pijący ptaszek wykorzystywany jest jako model silnika termodynamicznego.

Coraz częściej spotyka się jednak zabawki fizyczne, w których wprowadzone zostały dodatkowe elementy, głównie elektroniczne, np. bąki z błyskającymi diodami emitującymi światło czy elektronicznymi pozytywkami. Producenci zabawek czynią to poszukując sposobów uatrakcyjnienia wyrobu i zwiększenia popytu. Zabawki takie mogą jednak sprawiać trudności podczas ich wykorzystania jako środków dydaktycznych. Jest to spowodowane rozproszeniem uwagi oglądających i koniecznością posiadania rozległej wiedzy z kilku działów fizyki,

potrzebnej do pełnego zrozumienia zasady ich działania. Takie zabawki nie nadają się raczej do wprowadzania nowych pojęć fizycznych i zapoznawania z nowymi zjawiskami, natomiast mogą być z powodzeniem używane podczas zajęć przeznaczonych na integrację oraz utrwalanie zdobytej wiedzy i umiejętności.

Faktem jest, że zabawki fizyczne są bardzo łatwymi w użyciu środkami dydaktycznymi. W odróżnieniu od większości konwencjonalnych pomocy naukowych nie wymagają montowania i sprawdzania układów, ponieważ występują w postaci gotowej do użycia. Ma to istotne znaczenie dla obciążonego rozlicznymi obowiązkami nauczyciela. Większość zabawek fizycznych pomijając, np. wspomnianą kulę plazmową, może być bez obaw o spowodowanie niebezpieczeństwa samodzielnie używana przez uczniów. Niektóre zabawki fizyczne, np. wahadło Newtona, nadają się zarówno do wykonywania efektownych pokazów jak i do przeprowadzania prostych ćwiczeń laboratoryjnych.

Na wzrastające zainteresowanie wykorzystaniem zabawek fizycznych jako środków dydaktycznych wskazują coraz liczniejsze publikacje w czasopismach poświęconych nauczaniu fizyki, takich jak „Fizyka w Szkole" czy „Foton" [2, 4]. Pojawiają się też prace licencjackie i magisterskie na temat zabawek fizycznych [10]. Zabawki fizyczne jako środki dydaktyczne mogą z powodzeniem znaleźć zastosowanie nie tylko w początkowych etapach nauczania fizyki w gimnazjum i liceum a nawet w wyższych uczelniach. Znane są bowiem takie zabawki fizyczne, jak np. wahadła chaotyczne, wykorzystujące zjawisko chaosu deterministycznego, które w pełni mogą być wykorzystane dopiero podczas zajęć z mechaniki teoretycznej prowadzonych na wyższych uczelniach.

## Zabawki fizyczne w popularyzacji fizyki

Od kilku lat tradycją stało się organizowanie w Polsce różnego rodzaju imprez popularnonaukowych pod nazwą festiwali, jarmarków czy pikników. Zakrojone na szeroką skalę takie imprezy odbywają się w dużych miastach, jak np. Warszawa, Kraków, Łódź, Poznań czy Wrocław. Mniejsze imprezy tego typu mają miejsce w licznych szkołach czy domach kultury. Stałym elementem programu wspomnianych spotkań są pokazy z fizyki, realizowane przy użyciu zabawek fizycznych. Pokazy takie odbyły się już kilkakrotnie jako imprezy towarzyszące Zjazdom Fizyków Polskich. Pomysłodawcą tego sposobu popularyzacji jest prof. Vittorio Zanetti z Uniwersytetu w Trydencie. Dzięki kontaktom z prof. Grzegorzem Karwaszem z Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku pomysł ten został przeniesiony do Polski [3].

Organizatorzy pokazów popularnonaukowych mają pełną swobodę doboru tematów i dlatego też mogą prezentować zabawki fizyczne o najbardziej widowiskowym działaniu. Celem tych spotkań jest przyciągnięcie dużej liczby widzów i zaprezentowanie im atrakcyjnych, kształcących a często również zadziwiających i na pozór paradoksalnych efektów po to, żeby wzbudzić zainteresowanie fizyką, pokazać jej piękno i pozostawić trwałe wspomnienia. Jest duże prawdopodobieństwo, że cel ten rzeczywiście osiągają. Pokazy takie cieszą się dużą frekwencją, liczoną w tysiącach osób. Biorą w nich udział nie tylko uczniowie i nauczyciele ale też osoby starsze a nawet wybitni specjaliści zawodowo zajmujący się fizyką.

Oprócz opisanych pokazów, które z założenia są imprezami krótkotrwałymi i odbywają się w ciągu kilku dni, podejmowane są również próby wykorzystania zabawek fizycznych w stałych ekspozycjach popularyzujących fizykę. Na wystawach tych, zwanych z angielska eksploratoriami, zwiedzający mogą samodzielnie przeprowadzać niektóre doświadczenia używając do tego celu odpowiednio dobranych zabawek fizycznych. Dla ułatwienia i zwiększenia wartości kształcącej zabawki te zaopatrzone zostały w opisy i instrukcje. Tego typu eksploratorium udostępniające ponad sześćdziesiąt zabawek fizycznych zostało zorganizowane w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Łódzkiego [11].

Warto też dodać, że istnieje jak dotychczas jedyna w Polsce, wypożyczalnia zabawek fizycznych prowadzona przez Pomorską Akademię Pedagogiczną, udostępniająca bezpłatnie zabawki szkołom z północno-zachodniej części kraju. Niektórzy autorzy – prof. Krzysztof Ernst i prof. Jan Gaj, wykorzystują zabawki fizyczne do popularyzacji w artykułach publikowanych w „Wiedzy i Życiu", w których szczegółowo omawiają budowę i ich działanie zapoznając przy tym z prawami fizyki [12, 13]. Ukazała się również książka popularnonaukowa autorstwa prof. Krzysztofa Ernsta, dotycząca fizyki zabaw gier i zabawek. Kilkanaście rozdziałów tej publikacji poświęconych jest nie tylko opisowi budowy wyjaśnieniu działania ale także historii kilkunastu wybranych

rodzajów zabawek fizycznych, np. kalejdoskopów, bumerangów, łódek napędzanych świeczką [14, 15].

Dążenie producentów zabawek do zwiększenia dochodów powoduje, że na rynku ukazują się coraz to nowe zabawki. Ułatwienia w obrocie towarów sprawiają, że zabawki te szybko trafiają również do Polski. W celu zwiększenia ich atrakcyjności i popytu wykorzystywane są w tych zabawkach zjawiska fizyczne i właściwości materiałów dotychczas mało znane osobom z spoza kręgu specjalistów, przykładem mogą być tu wahadło chaotyczne, folia magnetooptyczna czy skacząca plastelina, która stanowi świetny przykład materiału lepkosprężystego będącego przedmiotem badań reologii. Jest to niewątpliwie pozytywny kierunek, pozwalający w atrakcyjny i interesujący sposób na zapoznawanie szerokich grup społecznych z najnowszymi osiągnięciami współczesnej fizyki. Wobec pojawiającej się dużej liczby nowych zabawek fizycznych i ich odmian pożyteczne byłoby również utworzenie łatwo dostępnej, np. w internecie, bazy informacji o tych zabawkach. Ułatwiłoby to szybką ocenę ich przydatności w nauczaniu i popularyzacji fizyki oraz tanie zapoznanie się z nimi wszystkim zainteresowanym fizyką. Niniejsza praca stanowi próbę realizacji tego zamierzenia.

## MECHANIKA


### Pomiary
1 Waga sprężynowa ... 19

### Ruch jednowymiarowy
2 Spadające sznury z kulkami ... 19
3 Wieszak jeżdżący po żyłce ... 20

### Ruch dwuwymiarowy
4 Najkrótsza droga ... 20
5 Rozetograf ... 21
6 Rzutka z ostrzem ... 21
7 Rzutka z rzepami ... 22
8 Szybowce ... 22

### Trzecia zasada dynamiki
9 Wirująca butelka z wodą ... 23
10 Rakieta wodna ... 23
11 Łódka napędzana świeczką ... 24

### Statyka bryły sztywnej
12 Dwaj kowale ... 24
13 Przyjazny lew ... 25
14 Rozkładająca się kula ... 25
15 Spadające klocki ... 26
16 Schodzący krasnoludek ... 26
17 Schodzący jeż ... 27
18 Schodzący słoń ... 27
19 Schodzące kaczki ... 28
20 Schodząca kapsułka ... 28
21 Schodząca lalka ... 29
22 Akrobata ... 29
23 Gimnastyk ... 30
24 Baletnica ... 30
25 Bardzo zrównoważony miś ... 31
26 Papuga z ptaszkiem na ogonie ... 31
27 Nieprzewracalny kubek ... 32
28 Uparty walec ... 32
29 Wańka-wstańka ... 33
30 Mewa nad latarnią ... 33
31 Podwójny stożek toczący się pod górę ... 34
32 Kula tocząca się pod górę ... 34
33 Karmiące się ptaszki ... 35
34 Ptak machający skrzydłami ... 35

### Zastosowanie zasad dynamiki
35 Błyskająca kula ... 36
36 Błyskająca piłka ... 36
37 Wesoła i smutna kulka ... 37
38 Samochód na każdą przeszkodę ... 37
39 Koło z przesuwnymi koralikami ... 38
40 Śrubowa równia pochyła ... 38
41 Diabelska pętla ... 39
42 Pierścień z rowkiem ... 39
43 Iskrzące koło ... 40
44 Schodzący dzięcioł ... 40
45 Wip-Tip ... 41
46 Ornitopter ... 41
47 Piesek kiwający głową ... 42
48 Alpinista ... 42
49 Wspinający się miś ... 43
50 Uciekające kulki ... 43
51 Samolot na uwięzi ... 44
52 Ptak na uwięzi ... 44
53 Mikserek do kakao ... 45
54 Podskakująca rybka ... 45
55 Helikopter napędzany balonem ... 46
56 Wagon napędzany balonem ... 46
57 Latający balon ... 47
58 Nie tocząca się kula ... 47
59 Wiatraczek z prostymi śmigłami ... 48
60 Wiatraczek z zawiniętymi śmigłami ... 48
61 Kule satelitarne ... 49
62 Sprężynka slinky ... 49
63 Sprężynka slinky na schodkach ... 50
64 Sprężynka slinky figurowa ... 50
65 Okulary ze sprężynkami ... 51
66 Tenis na uwięzi ... 51

### Grawitacja
67 Lejek grawitacyjny ... 52

### Praca i energia
68 Samochód z napędem bezwładnościowo-sprężynowym ... 52
69 Powracający walec ... 53
70 Koło Maxwella ... 53
71 Magnetyczne koło Maxwella ... 54

### Pęd
72 Kulka gumowa ... 54
73 Piłeczka pingpongowa ... 55
74 Astronomiczny strzelec ... 55
75 Wahadło Newtona ... 56
76 Tiki tiki (klik-klak) klasyczne ... 56
77 Tiki tiki (klik-klak) ze sztywnym zawieszeniem 57
78 Tiki tiki (klik-klak) świecące ... 57
79 Łyżworolki ... 58

### Dynamika bryły sztywnej
80 Przekorna szpulka ... 58
81 Wirujący guzik ... 59
82 Wirujące koło ... 59

83 Wirujący dysk ... 60
84 Krążąca kulka ... 60
85 Jo-jo klasyczne ... 61
86 Jo-jo świecące ... 61
87 Jo-jo ze sprzęgłem ... 62
88 Diabolo ... 62
89 Latające śmigiełka ... 63
90 Uparte pudełko ... 63
91 Kołysząca się kula ... 64
92 Wirująca kula ... 64
93 Bąk klasyczny ... 65
94 Bąk napędzany sznurkiem ... 65
95 Bąk napędzany śrubą ... 66
96 Bąk napędzany paskiem zębatym ... 66
97 Bąk napędzany dmuchaniem ... 67
98 Nadmuchiwany samotny orbiter ... 67
99 Bąk piszący ... 68
100 Bąk wężowy ... 68
101 Bąk w zatoce ... 69
102 Bąk z barwnymi kołami zębatymi ... 69
103 Bąk świecący ... 70
104 Bąk świecący napędzany paskiem ... 70
105 Bąk grający ... 71
106 Bąk sprężynowy ... 71
107 Bąk lewitujący ... 72
108 Bąk lewitujący z napędem ... 72
109 Bąk odwracający się ... 73
110 Bąk asymetryczny ... 73
111 Bąk z wodą ... 74
112 Bąk żyroskopowy klasyczny ... 74
113 Bąk żyroskopowy świecący ... 75
114 Bąk elastyczny ... 75
115 Latające pierścienie ... 76
116 Powracające figury ... 76
117 Tornado w butelce ... 77
118 Przelatująca kolejka kulkowa ... 77
119 Kamień celtycki ... 78

Właściwości ciał

120 Przylegające klocki ... 78
121 Kij indiański ... 79
122 Podskakujący krążek ... 79
123 Lalka do zgniatania ... 80
124 Kulka z zawiesiną ... 80
125 Serce z pamięcią kształtu ... 81
126 Mówiące elastyczne serce ... 81
127 Kulka żelowa ... 82
128 Schodząca ośmiornica żelowa ... 82
129 Powracający ptaszek żelowy ... 83
130 Lepkosprężyniak ... 83
131 Szpachlówka ... 84
132 Skacząca plastelina ... 84

## MECHANIKA PŁYNÓW

Napięcie powierzchniowe

133 Kliny cieczowe ... 87
134 Naczynie do puszczania baniek ... 87
135 Długopis do puszczania baniek ... 88
136 Naczynie do puszczania trwałych baniek ... 88
137 Ośnieżona choinka ... 89

Statyka płynów

138 Skaczący kotek ... 89
139 Chodzący skorpion ... 90
140 Latawiec ... 90
141 Latawiec helikopterowy ... 91
142 Balony do modelowania ... 91
143 Przelewanka w breloczku ... 92
144 Przelewanka w bibelocie ... 92
145 Przelewanka spiralna ... 93
146 Przelewanka w pojemniku toroidalnym ... 93
147 Przelewanka z turbinką ... 94
148 Młyn wodny ... 94
149 Młyn napędzany piaskiem ... 95
150 Klepsydra ... 95
151 Klepsydra pływająca ... 96
152 Klepsydra żelowa ... 96
153 Magiczna butelka ... 97
154 Magiczny kieliszek ... 97
155 Nurek Kartezjusza ... 98
156 Nurek Kartezjusza wirujący ... 98
157 Nurek Kartezjusza mieszkowy ... 99
158 Nurek Kartezjusza z zapałki ... 99
159 Podwójny nurek Kartezjusza ... 100
160 Kula olejowa ... 100
161 Balonik ... 101
162 Balon na gorące powietrze ... 101
163 Podskakująca żabka ... 102
164 Piłka z przyssawkami ... 102
165 Strzała z przyssawką ... 103
166 Wieszak z przyssawką i dźwignią ... 103
167 Robot z przyssawkami ... 104

Dynamika płynów

168 Śmigło w kształcie nasienia klonu ... 104
169 Poduszkowiec ... 105
170 Bumerang ... 105
171 Bumerang pokojowy ... 106
172 Żabka z kulą żelową ... 106
173 Bransoletka z cieczą ... 107
174 Linijka z cieczą ... 107
175 Kula śnieżna ... 108
176 Jajko dyngusowe ... 108
177 Pistolet dyngusowy ... 109
178 Przezroczysty krążek z wodą ... 109
179 Przezroczysty dysk z żelem ... 110

180 Barometr Goethego ... 110
181 Wiosłująca rybka ... 111
182 Fontanna Herona ... 111
183 Butla Mariotte'a ... 112
184 Gra wodna ... 112
185 Gra wodna – hipopotam ... 113
186 Akwarium w rurze ... 113
187 Piaskowe krajobrazy ... 114
188 Lewitująca kulka ... 114

DRGANIA I FALE

Drgania

189 Koń na biegunach ... 117
190 Kołysząca się butelka ... 117
191 Koń napędzany wahadłem ... 118
192 Tracz ... 118
193 Ptak na sprężynie ... 119
194 Tańczący byczek ... 119
195 Wahadło elastyczne ... 120
196 Wahadło elastyczne z czujnikiem ruchu ... 120
197 Harmonograf ... 121
198 Waga torsyjna ... 121
199 Myszka na huśtawce ... 122
200 Wahadło chaotyczne z kulki ... 122
201 Wahadło chaotyczne z pręta ... 123
202 Wahadło Toda ... 123
203 Wahadło chaotyczne człekokształtne ... 124
204 Wahadło chaotyczne z napędem mechanicznym ... 124
205 Wahadło chaotyczne z napędem elektromagnetycznym ... 125
206 Wahadełka magnetyczne sprzężone ... 125
207 Wahadło Wilberfoce'a ... 126

Ruch falowy

208 Falownica ... 126
209 Tańczące figurki ... 127

Akustyka

210 Śpiewający młotek ... 127
211 Młotek bożonarodzeniowy ... 128
212 Śpiewająca rura ... 128
213 Trąbka fanfarowa ... 129
214 Gwizdek ... 129
215 Śpiewająca rura ... 130
216 Balon z piszczałką ... 130
217 Mówiąca sfera ... 131
218 Trąbka rowerowa ... 131
219 Grzmiące pudełko ... 132
220 Piszczący ślimak ... 132
221 Rozwijalna piszczałka z kulką ... 133
222 Grzechotka z podwójnymi kulkami ... 133
223 Mikrofon pogłosowy ... 134
224 Telefon mechaniczny ... 134

Instrumenty

225 Trąbka z piszczałką ... 135
226 Flet prosty ... 135
227 Harmonijka ustna ... 136
228 Fujarka z ptaszkiem ... 136
229 Dzwonki powietrzne ... 137
230 Dzwonki powietrzne drewniane ... 137
231 Dzwonki szeregowe ... 138
232 Cymbałki ... 138
233 Terkotka ... 139
234 Pozytywka ... 139

TERMODYNAMIKA

Właściwości cieplne ciał

235 Spirala konwekcyjna ... 143
236 Wiatraczek konwekcyjny ... 143
237 Świder konwekcyjny ... 144
238 Długopis w kształcie strusia ... 144
239 Lampa z wirującym abażurem ... 145
240 Obrotowa szopka bożonarodzeniowa ... 145
241 Śpiewająca świeczka ... 146
242 Błyskająca lampa ... 146
243 Termometr Galileusza ... 147
244 Termometr ciekłokrystaliczny lekarski ... 147
245 Termometr do napojów ... 148
246 Kubek ze zmiennym obrazkiem ... 148

Ciepło i pierwsza zasada termodynamiki

247 Rozgrzewacz ... 149

Zmiany stanów skupienia

248 Lampa konwekcyjna ... 149
249 Bojler ręczny ... 150
250 Termometr namiętności ... 150

Teoria molekularno-kinetyczna

251 Wirująca czasza ... 151

Prawa gazowe

252 Termometr gazowy ... 151
253 Armatka pneumatyczna ... 152
254 Totolotek ... 152
255 Wieża z Hanoi ... 153

Entropia i druga zasada termodynamiki

256 Pijący ptaszek ... 153
257 Huśtawka świetlna ... 154
258 Silnik Stirlinga ... 154
259 Turbina Herona ... 155
260 Radiometr Crookesa ... 155

ELEKTRYCZNOŚĆ I MAGNETYZM

Elektrostatyka

261 Sympatyczna folia ... 159
262 Mistyczna aureola ... 159
263 Tańczące figurki elektryczne ... 160

Pole elektryczne i potencjał

264 Błyskawica na talerzu ... 160

265 Drabina Jakubowa ... 161
Siła elektrodynamiczna i prąd
266 Najprostszy silnik elektryczny ... 161
Obwody prądu stałego
267 Bateria ręczna ... 162
268 Świecący breloczek do kluczy ... 162
269 Świecący naszyjnik ... 163
270 Lampka włączana naciskiem klosza ... 163
Materiały magnetyczne
271 Znikopis magnetyczny ... 164
272 Folia magnetooptyczna ... 164
273 Magnetyczny notesik ... 165
274 Kulki magnetyczne ... 165
275 Magnetyczne kule do gry ... 166
276 Kulka prowadzona magnesem ... 166
277 Magnetyczne puzzle ... 167
278 Mieszadełko magnetyczne ... 167
279 Wyścigi wokół puszki ... 168
280 Magnetyczny jeż ... 168
Pola magnetyczne i siły
281 Kompas ... 169
282 Magnetoskop ... 169
283 Rzutka z magnesem ... 170
284 Ruchomi tancerze ... 170
285 Lewitujący hindus ... 171
286 Lewitujące magnesy pierścieniowe ... 171
287 Lewitujące magnesy krążkowe ... 172
288 Magnes lewitujący między diamagnetykami 172
289 Lewitujący długopis ... 173
290 Lewitujący walec magnetyczny ... 173
291 Wirnik magnetyczny ... 174
Indukcja elektromagnetyczna
292 Transformator Tesli ... 174
Półprzewodniki i lampy
293 Czapka z wiatraczkiem ... 175
Obwody prądu zmiennego
294 Świecące serce ... 175
295 Błyskające serce ... 176
296 Błyskający wisiorek ... 176
Promieniowanie elektromagnetyczne
297 Błyskający sticker ... 177
OPTYKA
Optyka geometryczna
298 Wskaźnik laserowy ... 181
299 Wskaźnik laserowy z wymiennymi przesłonami ... 181
300 Magiczna skarbonka ... 182
301 Kalejdoskop klasyczny ... 182
302 Kalejdoskop dynamiczny ... 183
303 Kalejdoskop polaryzacyjny ... 183
304 Kalejdoskop z soczewką ... 184
305 Kalejdoskop z dwiema soczewkami ... 184
306 Zwierciadło z tunelem ... 185
307 Świecący długopis ... 185
308 Lampa z obracanym kryształem ... 186
309 Magiczna latarka ... 186
310 Lampka światłowodowa nie zmieniająca barw ... 187
311 Lampa światłowodowa zmieniająca barwy . 187
312 Czapka ze światłowodami ... 188
313 Peryskop nieodwracający ... 188
314 Peryskop odwracający ... 189
315 Okulary peryskopowe ... 189
316 Piramidka szklana ... 190
317 Ścięty walec zodiaku ... 190
318 Kula szklana ... 191
319 Kulki szklane ... 191
320 Okulary krótkowidza ... 192
321 Płaskie zwierciadło powiększające ... 192
322 Lunetka z potrójnym pryzmatem ... 193
323 Lunetka wielosoczewkowa ... 193
324 Lupa ... 194
325 Soczewka z butelki z wodą ... 194
326 Soczewka z przezroczystego pręta ... 195
327 Soczewka z kropli wody ... 195
328 Soczewka Fresnela ... 196
329 Talerz iluzjonistyczny ... 196
330 Cienie częściowo ruchome ... 197
331 Znikopis optyczny ... 197
Dyfrakcja
332 Okulary chromatyczne ... 198
333 Dysk chromatyczny ... 198
Barwy
334 Kolorowe cienie ... 199
335 Bąk z krążkiem Newtona ... 199
Oko
336 Obrazy morie ... 200
337 Okulary holograficzne ... 200
338 Zmienne obrazki ... 201
339 Widokówki trójwymiarowe ... 201
340 Anamorfoza obrazów ... 202
341 Krzywe zwierciadła ... 202
342 Ptaszek w klatce ... 203
343 Trwałość widzenia ... 203
344 Skręcanie siatki kropek ... 204
345 Wirująca spirala ... 204
346 Dysk Benham'a ... 205
347 Stroboskop ... 205
348 Stroboskop książeczkowy ... 206
349 Widzenie peryferyjne ... 206
350 Anaglify ... 207
351 Stereoskop ... 207

352 Stereogramy punktowe typu SIRDS ..... 208
353 Efekt Schwarchilda ..... 208
354 Efekt trójwymiarowy z filtrami polaryzacyjnymi ..... 209
355 Efekt trójwymiarowy z filtrami ciekłokrystalicznymi ..... 209
356 Złudzenia optyczne ..... 210
357 Otwór w dłoni ..... 210

## FIZYKA WSPÓŁCZESNA

### Fizyka atomowa

358 Neonówka z napisem ..... 213
359 Kula plazmowa ..... 213
360 Lampa plazmowa w kształcie grzyba ..... 214
361 Lampa plazmowa w kształcie walca ..... 214
362 Tarcza plazmowa ..... 215
363 Plazmowe serce ..... 215
364 Pocierana świetlówka ..... 216
365 Świecące figurki ..... 216
366 Tester do banknotów w breloczku ..... 217

## ASTRONOMIA

### Astronomia gwiazdowa

367 Nieboskłon w parasolce ..... 221
368 Niebo na piłce ..... 221
369 Zegar słoneczny ..... 222

# mechanika

# WAGA sprężynowa 1

## pomiary

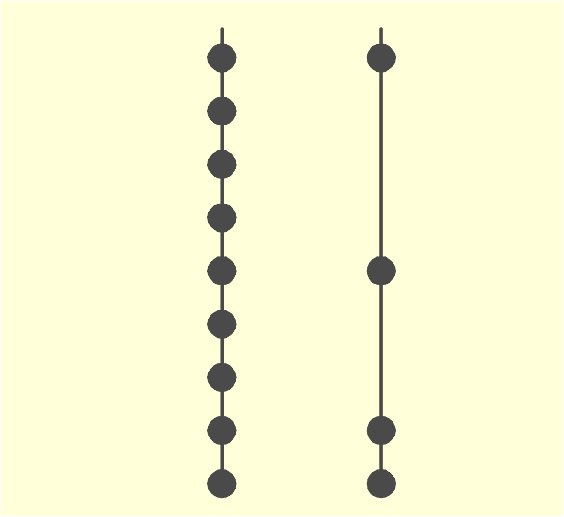


Sprężyna zaopatrzona w haczyki i wskaźnik jednostronnie zamocowana w plastikowej obudowie ze skalą. Po przyłożeniu siły do dolnego haczyka ulega wydłużeniu a wskaźnik pokazuje wartość siły.

Pomiar sił, prawo Hooke`a.

# SPADAJĄCE SZNURY z kulkami 2

## ruch jednowymiarowy

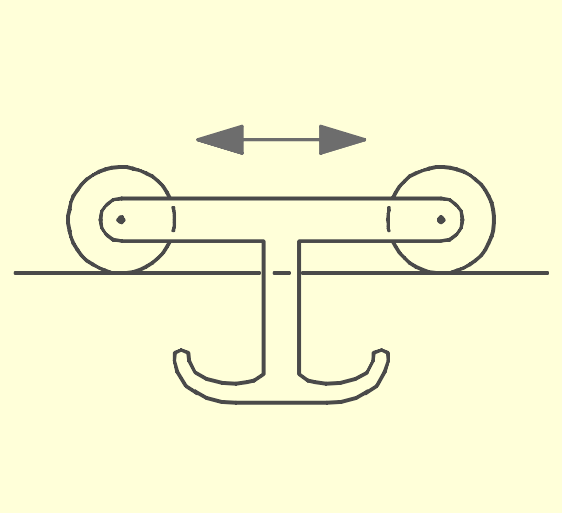


Do pierwszego sznura kulki przywiązane są w równych odległościach a do drugiego w odległościach pozostających do siebie w stosunku kolejnych liczb nieparzystych. Kulki z pierwszego sznura spadając na metalową płytę wydają coraz szybsze uderzenia a z drugiego uderzają w równych odstępach czasu.

Spadek swobodny, ruch jednostajnie przyspieszony.

# 3 WIESZAK jeżdżący po żyłce

ruch jednowymiarowy

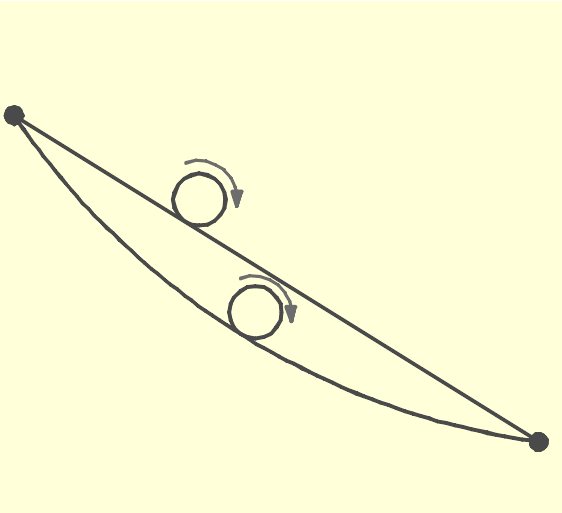


Podwójny haczyk przymocowany do listwy z dwiema rolkami zaopatrzonymi w rowek i mogącymi toczyć się po naciągniętej żyłce przechodzącej pod nimi przez listwę. Po przyłożeniu siły do haczyków porusza się po żyłce.

Ruch prostoliniowy, przyspieszenie.

# 4 NAJKRÓTSZA droga

ruch dwuwymiarowy

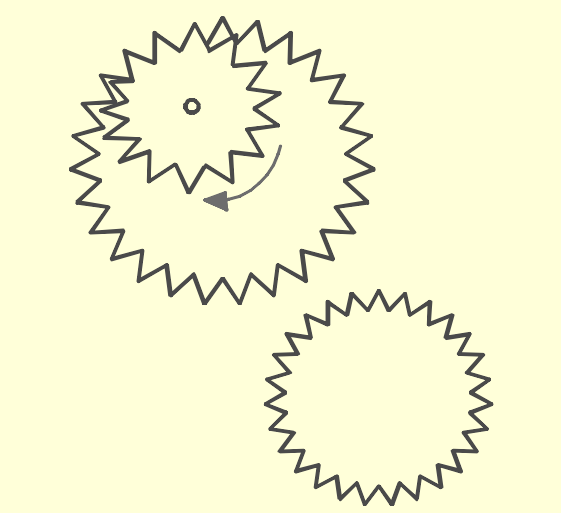


Dwie kulki staczają się między tymi samymi punktami po równiach pochyłych – prostoliniowej i w kształcie odwróconej cykloidy. Kulka poruszająca się po cykloidzie szybciej dociera do celu mimo dłuższej drogi.

Ruch, tor ruchu, prędkość, tarcie.

# ROZETOGRAF 5

ruch dwuwymiarowy



Płytka z ząbkowanymi otworami o różnych średnicach i mogącymi toczyć się wewnątrz nich kółkami zębatymi z otworkami na grafit ołówka. Włożenie ołówka i toczenie kółka pozwala kreślić krzywe na kartce podłożonej pod płytkę.

Ruch, tor ruchu.

# RZUTKA z ostrzem 6

ruch dwuwymiarowy

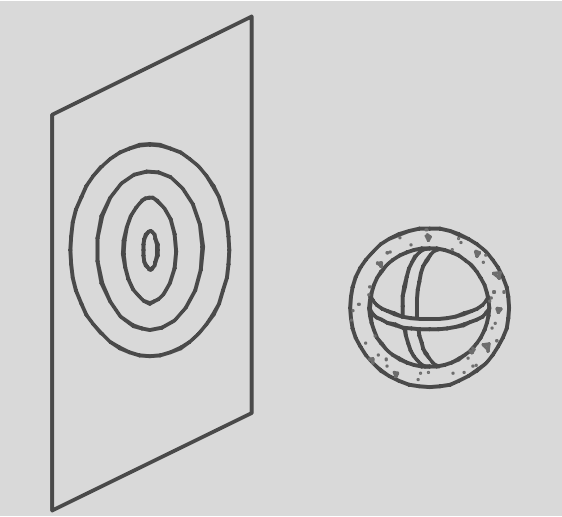


Listewka zakończona z przodu igłą i obciążnikiem a z tyłu statecznikami, rzucana do miękkiej tarczy z polami numerowymi.

Rzut ukośny, prawdopodobieństwo.

# 7 RZUTKA z rzepami

ruch dwuwymiarowy



Piłeczka opasana taśmą rzepową wzdłuż trzech prostopadłych do siebie okręgów, rzucana do tarczy z polami numerowymi pokrytej miękką tkaniną.

Rzut ukośny, właściwości ciał, prawdopodobieństwo.

# 8 SZYBOWCE

ruch dwuwymiarowy

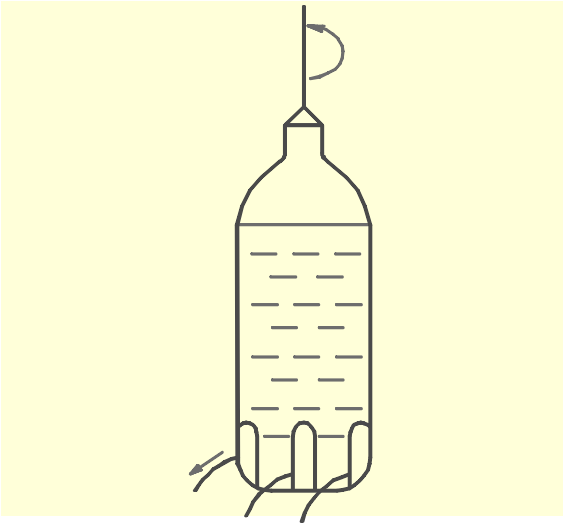


Modele szybowców z obciążonym dziobem składane z płaskich kształtek styropianowych, po rzuceniu poruszają się lotem ślizgowym.

Rzut ukośny, opór powietrza.

# WIRUJĄCA BUTEKLA z wodą 9

trzecia zasada dynamiki

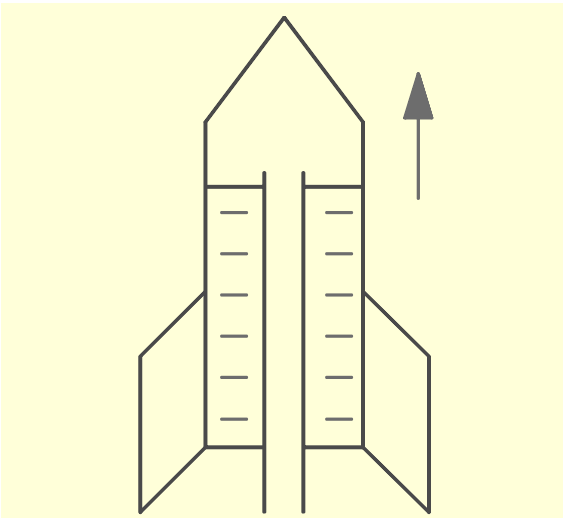


Butelka zawieszona na pionowej nici i wprawiana w ruch obrotowy wodą wypływającą z niej stycznie do powierzchni przez otwory w pobliżu dna.

Zjawisko odrzutu.

# RAKIETA wodna 10

trzecia zasada dynamiki

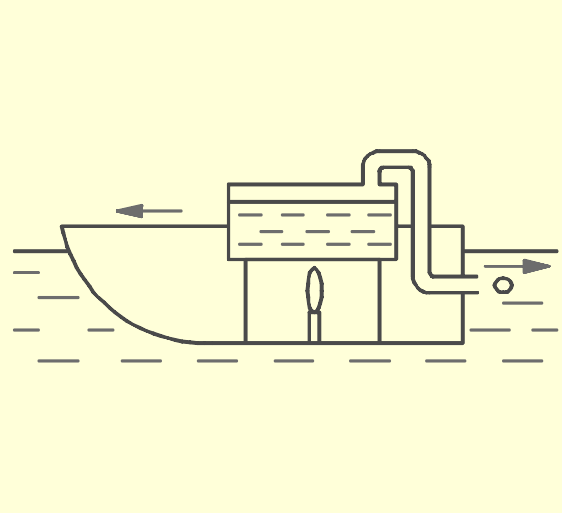


Model rakiety ustawiony pionowo lub ukośnie zawiera wodę. Wystrzeliwany jest powietrzem wtłaczanym do niego przez rurkę.

Zjawisko odrzutu, rzut ukośny lub pionowy.

# 11 ŁÓDKA napędzana świeczką

trzecia zasada dynamiki

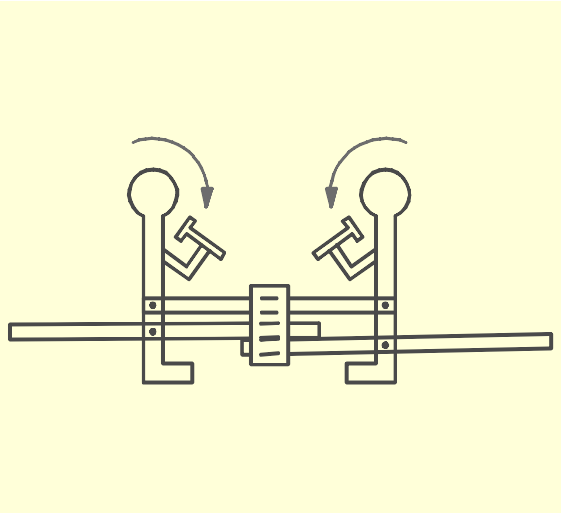


Model łódki ze zbiorniczkiem na wodę podgrzewaną świeczką. Wytwarzana para wypływa poziomo rurką pod powierzchnię wody i napędza łódkę.

Zjawisko odrzutu, przemiany energii.

# 12 DWAJ kowale

statyka bryły sztywnej

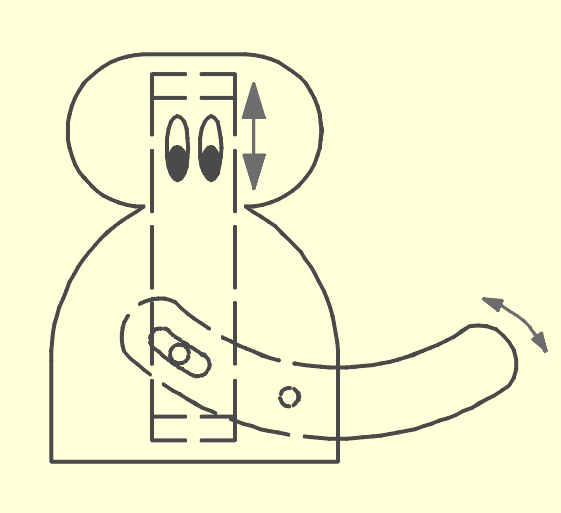


Figurki kowali połączone osiami z układem dźwigni, napędzane przez pociąganie dźwigni w przeciwnych kierunkach wykonują ruch wahadłowy.

Dźwignie.

# PRZYJAZNY LEW 13

statyka bryły sztywnej

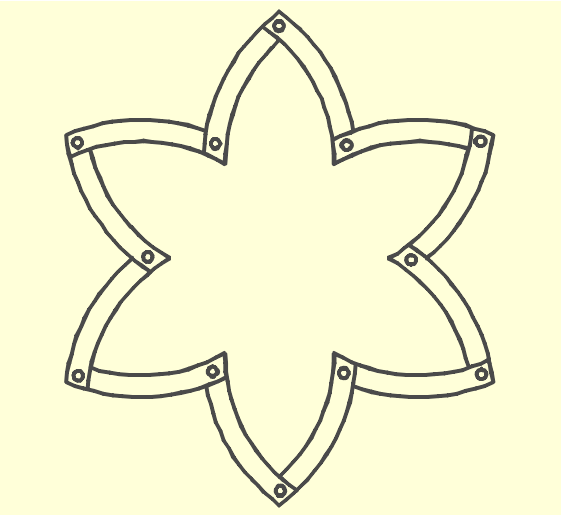


Ogon lwa połączony dźwignią z oczami przesuwanymi pionowo w korpusie. Mruga podczas poruszania ogonem.

Dźwignia.

# ROZKŁADAJĄCA się kula 14

statyka bryły sztywnej

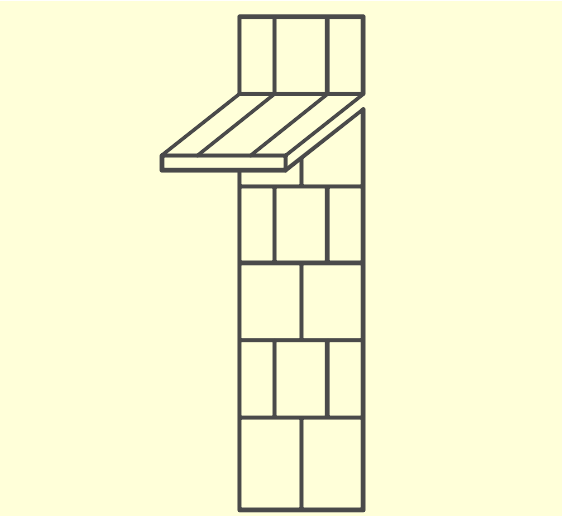


Zbudowana z połączonych zawiasowo dźwigni. Po podrzuceniu do góry spada będąc w stanie nieważkości i rozkłada się do pełnej kuli.

Nieważkość, dźwignie.

# 15 SPADAJĄCE klocki

statyka bryły sztywnej



Połączone naprzemiennie taśmami, przechodzącymi po przeciwnych stronach klocków tworzących łańcuch składany w harmonijkę. Sprawiają wrażenie, że opadają dwa klocki wzdłuż łańcucha.

Dźwignie, tarcie.

# 16 SCHODZĄCY krasnoludek

statyka bryły sztywnej

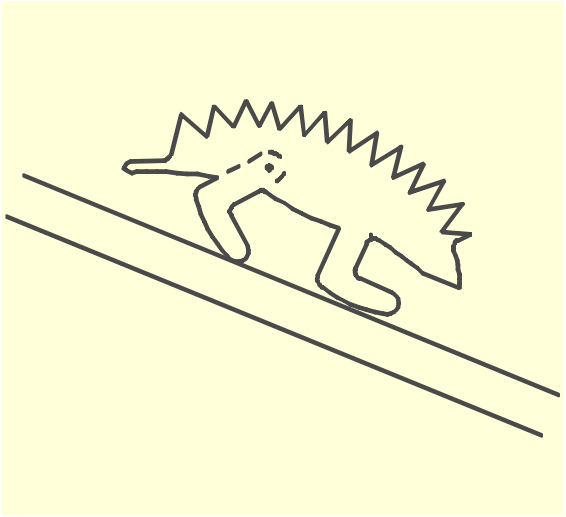


Ustawiona na równi pochyłej figurka krasnoludka z jedną nogą połączoną sztywno z korpusem a drugą wahliwą. Schodzi po równi pochylając się w przód i w tył.

Przemiany energii mechanicznej, równowaga.

# SCHODZĄCY jeż 17

statyka bryły sztywnej

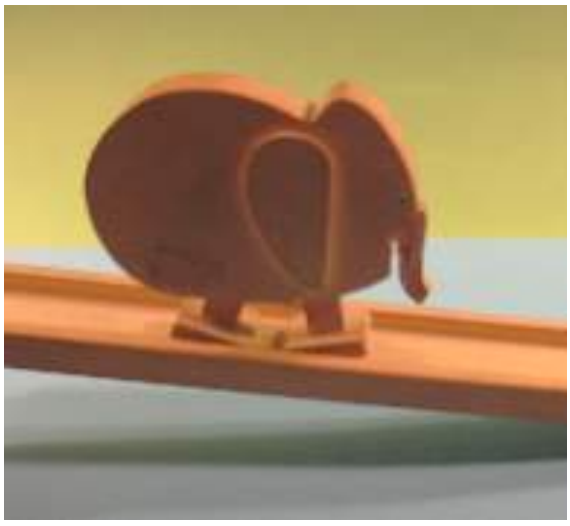


Ustawiona na równi pochyłej figurka jeża z przednią nogą połączoną sztywno z korpusem a tylną wahliwą. Schodzi po równi pochylając się w przód i w tył.

Przemiany energii mechanicznej, równowaga.

# SCHODZĄCY słoń 18

statyka bryły sztywnej



Figurka słonia o budowie i działaniu podobnym jak schodzący jeż, zob. pkt. 17.

Przemiany energii mechanicznej, równowaga.

# 19 SCHODZĄCE kaczki

statyka bryły sztywnej



Dwie figurki kaczek o budowie i działaniu podobnym jak schodzący jeż, zob. pkt. 17. Podczas schodzenia dziób jednej dotyka ogona drugiej.

Przemiany energii mechanicznej, równowaga.

# 20 SCHODZĄCA kapsułka

statyka bryły sztywnej

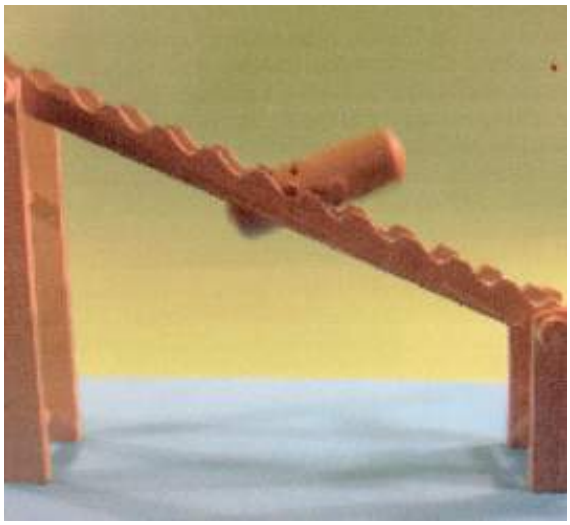


Postawiona na równi pochyłej plastikowa kapsułka od kinder niespodzianki w kształcie cylindra o półkulistych zakończeniach, z ciężką kulką przetaczającą się wewnątrz. Schodzi po równi pochyłej ustawiając się do niej na przemian równolegle, ukośnie i prostopadle.

Przemiany energii mechanicznej, równowaga.

# SCHODZĄCA lalka 21

statyka bryły sztywnej



Umieszczona na równi pochyłej złożonej z dwóch listew z nacięciami figurka lalki w kształcie walca z poprzecznym poziomym prętem wpadającym w nacięcia podczas schodzenia.

Przemiany energii mechanicznej, równowaga.

# AKROBATA 22

statyka bryły sztywnej

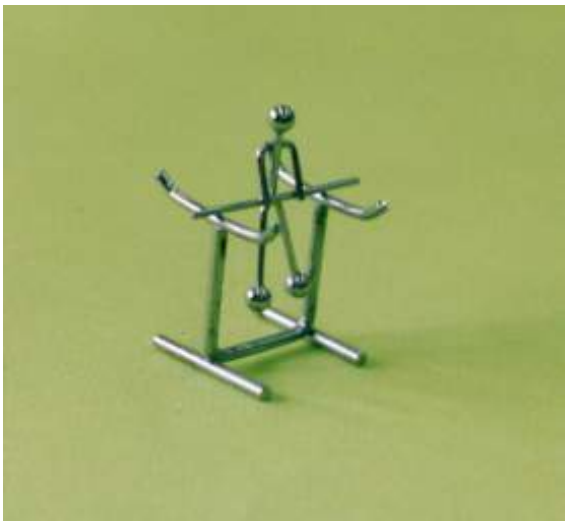


Druciana figurka akrobaty z kulistymi ciężarkami na końcach wygiętej w dół tyczki ustawiona na podstawce na ostrzach będących zakończeniami nóg. Wychylona wraca do pozycji pionowej.

Środek masy, równowaga trwała, wahadło fizyczne.

# 23 GIMNASTYK

statyka bryły sztywnej



Druciana figurka gimnastyka z kulistymi ciężarkami będącymi zakończeniem nóg podparta na rękach na poziomym drążku. Wychylona wraca do pozycji pionowej.

Środek masy, równowaga trwała, wahadło fizyczne.

# 24 BALETNICA

statyka bryły sztywnej

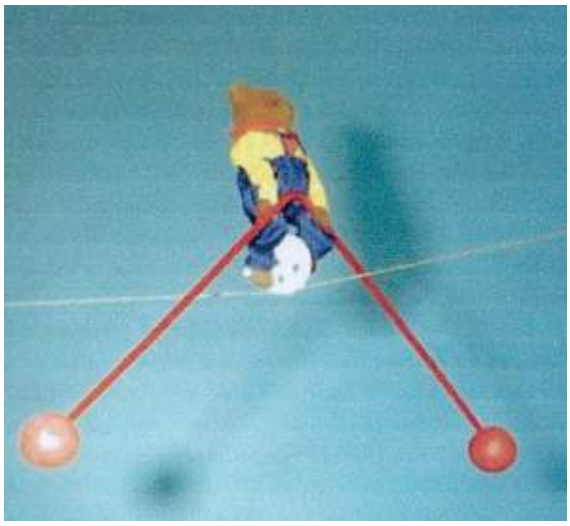


Druciana figurka baletnicy przymocowana do zgiętego w dół pod kątem prostym pręta z kulistym przeciwciężarem ustawiona na podstawce na ostrzach będących zakończeniami nóg. Wychylona wraca do pozycji pionowej.

Środek masy, równowaga trwała, wahadło fizyczne.

# MIŚ bardzo zrównoważony 25

statyka bryły sztywnej

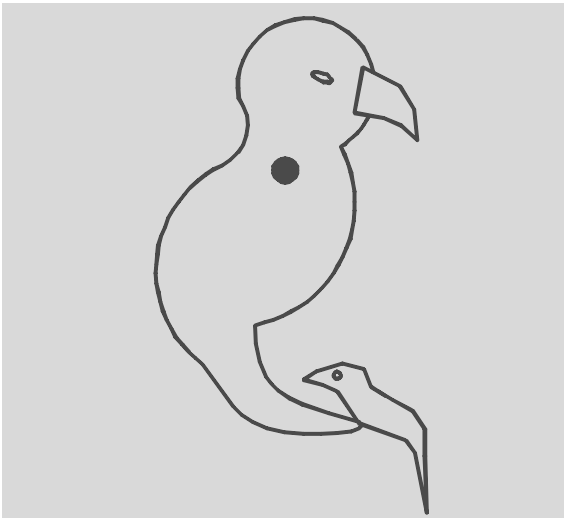


Figurka misia z dwoma ciężarkami na końcach odstających w dół na prętów przymocowana do kółka toczącego się po poziomej lince. Popchnięta jedzie zachowując równowagę.

Środek masy, równowaga trwała, wahadło fizyczne.

# PAPUGA z ptaszkiem na ogonie 26

statyka bryły sztywnej



Płaska figurka papugi w kształcie litery C oparta na poziomej osi z figurką ptaszka opartego na dolnej części zawiniętego ogona. Po wychyleniu wracają do pozycji pionowej.

Środek masy, równowaga trwała, wahadło fizyczne.

# 27 NIEPRZEWRACALNY kubek

statyka bryły sztywnej

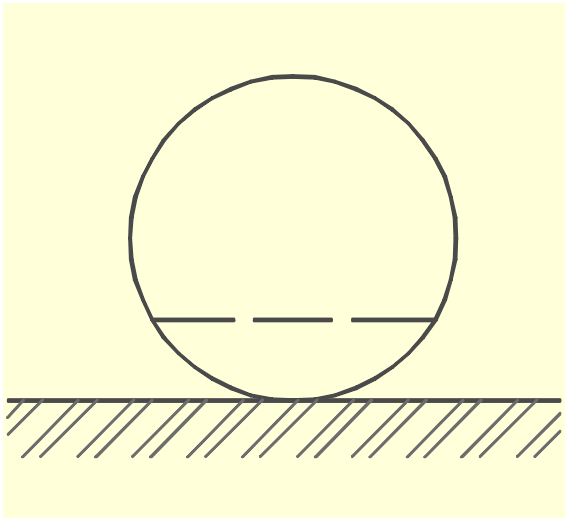


Kubek dla małych dzieci o półkulistej dolnej części z obciążnikiem zamykany pokrywką z otworkami. Po przechyleniu wraca do pozycji pionowej nie dając się przewrócić uniemożliwia wylanie zawartości.

Wpływ położenia środka masy na równowagę, równowaga trwała, wahadło fizyczne.

# 28 UPARTY walec

statyka bryły sztywnej



Pudełko w kształcie walca lub dysku z obciążnikiem wewnątrz przymocowanym do bocznej powierzchni. Po obróceniu wraca do pozycji początkowej.

Środek masy, równowaga trwała, drgania.

# WAŃKA-WSTAŃKA 29

statyka bryły sztywnej



Figurka lalki o półkuliście zakończonej dolnej części z umieszczonym w niej obciążnikiem. Po wychyleniu wraca do pozycji początkowej.

Środek masy, równowaga trwała, drgania.

# MEWA nad latarnią 30

statyka bryły sztywnej

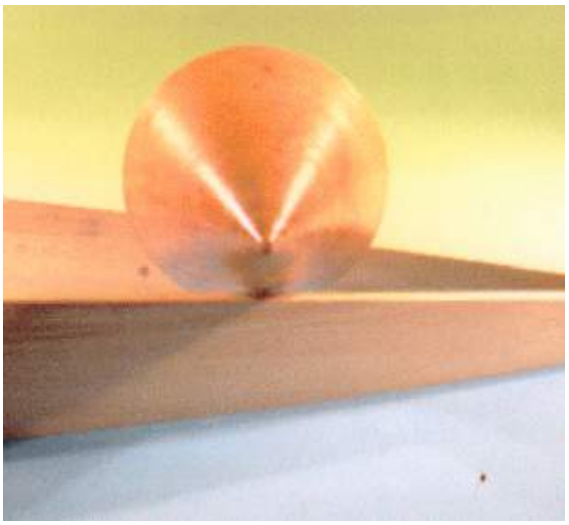


Figurka mewy z obciążonymi na końcach szeroko rozłożonymi skrzydłami dziobem opiera się na wsporniku w kształcie latarni morskiej. Wychylona wraca do położenia równowagi a popchnięta wykonuje obrót.

Środek masy, równowaga trwała, drgania, stopnie swobody.

# 31 STOŻEK podwójny toczący się pod górę

statyka bryły sztywnej

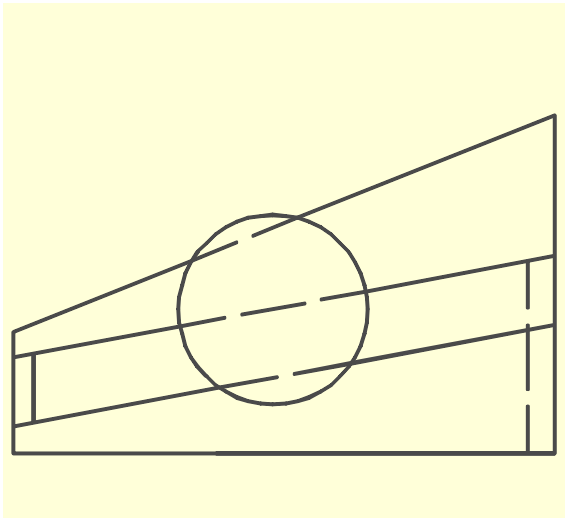


Dwa stożki połączone postawami i równia pochyła złożona z dwóch listew o zwiększającym się rozstawie. Po położeniu stożków na tej równi widać pozorne wtaczanie ich pod górę. Naprawdę środek masy stożków się obniża.

Środek masy, równowaga trwała.

# 32 KULA tocząca się pod górę

statyka bryły sztywnej

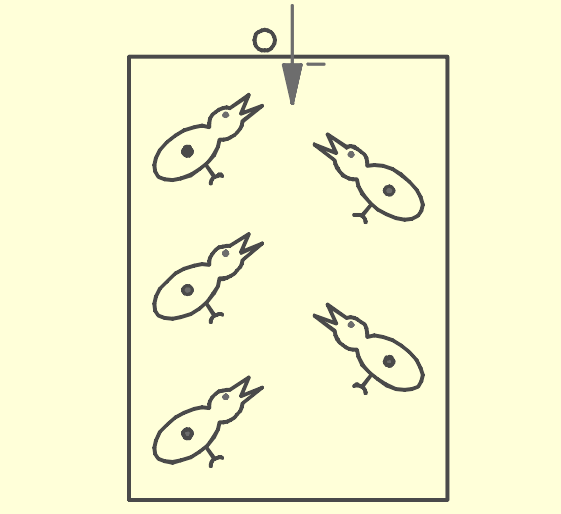


Kula lub piłka i równia pochyła złożona z dwóch listew o zwiększającym się rozstawie. Po położeniu kuli na tej równi widać pozorne wtaczanie się jej pod górę. Naprawdę środek masy kuli się obniża.

Środek masy, równowaga trwała.

# KARMIĄCE się ptaszki 33

statyka bryły sztywnej



Kilka figurek ptaszków z otwartymi dziobkami umieszczonych na osiach na pionowej desce i niewielka kulka. Wrzucenie kulki do dziobka najwyżej umieszczonego ptaszka powoduje utratę jego równowagi, obrót i wypadnięcie kulki, która trafia do dziobka kolejnego niżej umieszczonego ptaszka itd.

Równowaga trwała i chwiejna, rzut ukośny.

# PTAK machający skrzydłami 34

statyka bryły sztywnej



Figurka ptaka złożona z płaskich z segmentów z zawiasowo połączonymi skrzydłami podwieszona w stanie równowagi obojętnej na podwójnych sznurkach przechodzących przez skrzydła. Po pociągnięciu za zwisający od dołu sznurek z klockiem wykonuje drgania tłumione.

Równowaga obojętna, dźwignia, drgania tłumione.

# 35 BŁYSKAJĄCA kula

zastosowanie zasad dynamiki



Przezroczysta sztywna kula zawieszona na sznurku zawiera obwód elektryczny złożony z baterii, elektromechanicznego bezwładnościowego czujnika ruchu w postaci kulki zwierającej styki i diody elektroluminescencyjnej. Błyska przy gwałtownym poruszeniu.

Ruch niejednostajny, obwód elektryczny.

# 36 BŁYSKAJĄCA piłka

zastosowanie zasad dynamiki

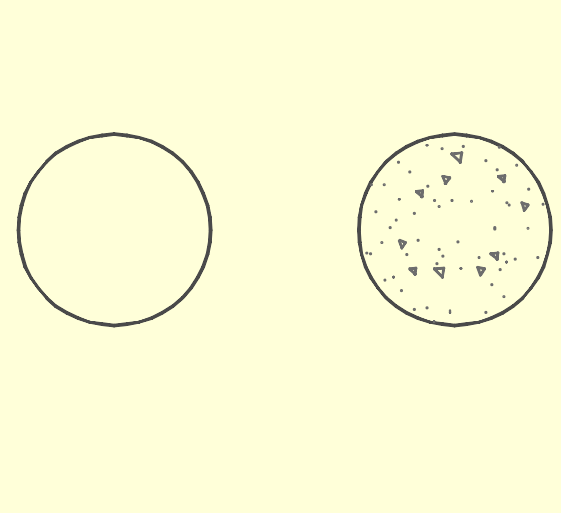


Przezroczysta sprężysta kula zawiera obwód elektryczny złożony z baterii, elektromechanicznego bezwładnościowego czujnika ruchu w postaci sprężynki z obciążnikiem zwierającym styki i diody elektroluminescencyjnej. Błyska przy odbijaniu się.

Zderzenia, ruch niejednostajny, obwód elektryczny.

# WESOŁA i smutna kulka 37

zastosowanie zasad dynamiki



Dwie kulki o równych średnicach wykonane z materiałów o różnej sprężystości. Smutna kulka jest mniej sprężysta, traci więcej energii podczas zderzenia i odbija się na mniejszą wysokość.

Przemiany energii, zasada zachowania energii.

# SAMOCHÓD na każdą przeszkodę 38

zastosowanie zasad dynamiki

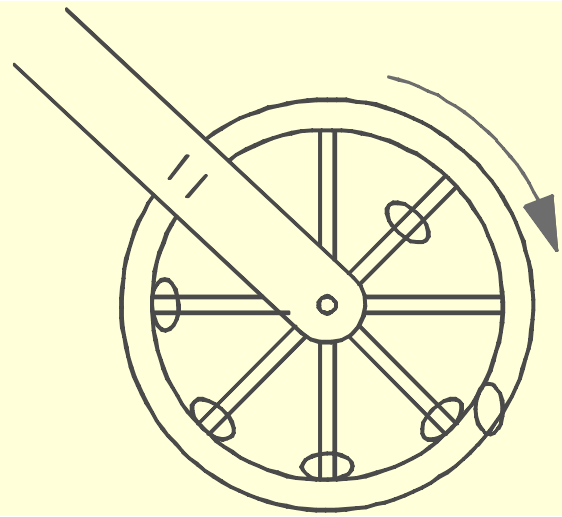


Model samochodu z nisko położonym środkiem masy i oponami zaopatrzonymi w łopatki napędzany na cztery koła silnikiem elektrycznym zasilanym z umieszczonych w nim baterii. Po dojechaniu do przeszkody wykonuje przewrót i wraca.

Środek masy, równowaga.

# 39 KOŁO z przesuwanymi koralikami

zastosowanie zasad dynamiki

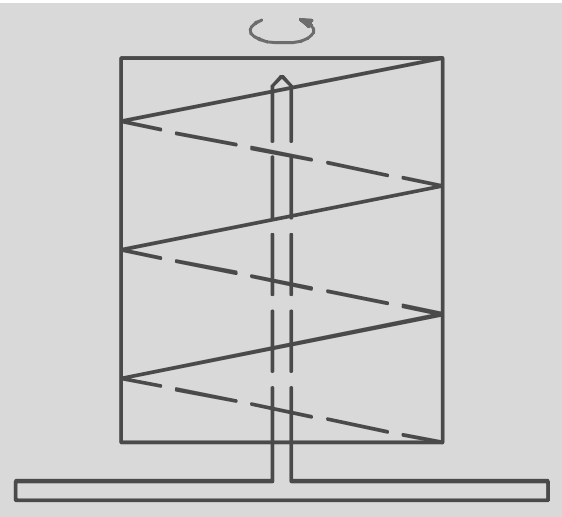


Koło przymocowane do osi z prętem do jego prowadzenia i koralikami mogącymi przesuwać się po szprychach podczas toczenia się koła gdy szprycha osiągnie odpowiednie nachylenie.

Równia pochyła, tarcie, ruch obrotowy.

# 40 ŚRUBOWA równia pochyła

zastosowanie zasad dynamiki

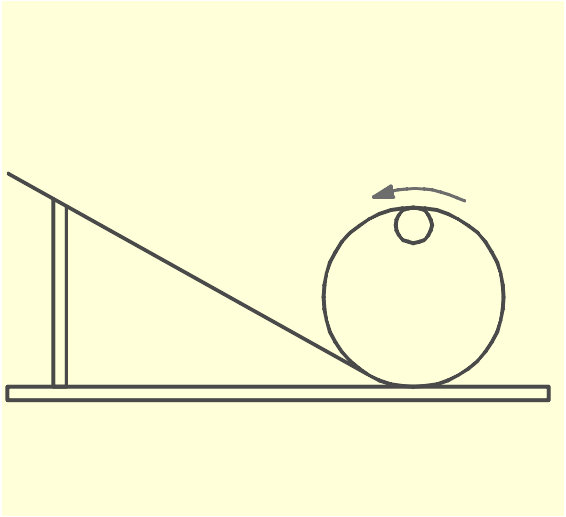


Śrubowy rowek wykonany na bocznej powierzchni cylindra umieszczonego na pionowej osi. Po włożeniu kulki w rowek cylinder obraca się przeciwnie do kierunku staczania się kulki.

Akcja i reakcja, zasada zachowania momentu pędu.

# DIABELSKA pętla 41

zastosowanie zasad dynamiki

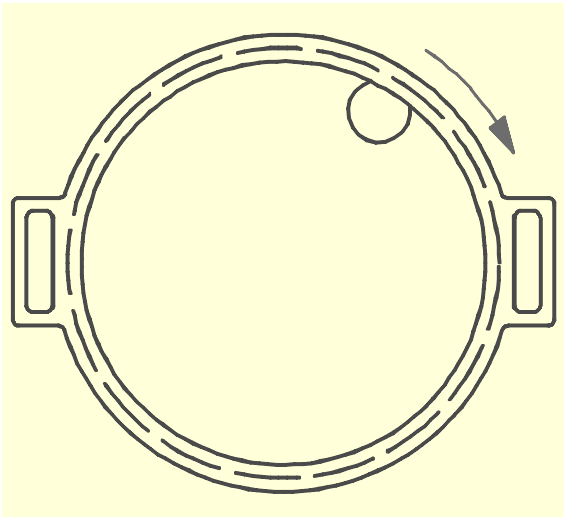


Kulka staczająca się z odpowiednio dużej wysokości z równi pochyłej przechodzącej w pętlę w kształcie okręgu nie odpada w najwyższym punkcie pętli.

Siła odśrodkowa, zasada zachowania energii mechanicznej.

# PIERŚCIEŃ z rowkiem 42

zastosowanie zasad dynamiki



Zaopatrzony w dwa uchwyty do trzymania rękami pierścień o wewnętrznej powierzchni zaopatrzonej w rowek i mała kulka. Po umieszczeniu kulki w rowku i szybkim poruszaniu po okręgu trzymanym za uchwyty pierścieniem kulka nie wypada z pierścienia ale się toczy w rowku zakreślając okrąg.

Siła odśrodkowa.

# 43 ISKRZĄCE koło

zastosowanie zasad dynamiki



Napędzana ruchami posuwisto-zwrotnymi zębatki tarcza z dwiema dźwigniami zaopatrzonymi w kamienie do zapalniczek i dociskanymi do nieruchomego pierścieni. Podczas obrotu tarczy wytwarza iskry widoczne w jej czerwonym i niebieskim okienku.

Tarcie, siła odśrodkowa, filtry optyczne.

# 44 SCHODZĄCY dzięcioł

zastosowanie zasad dynamiki

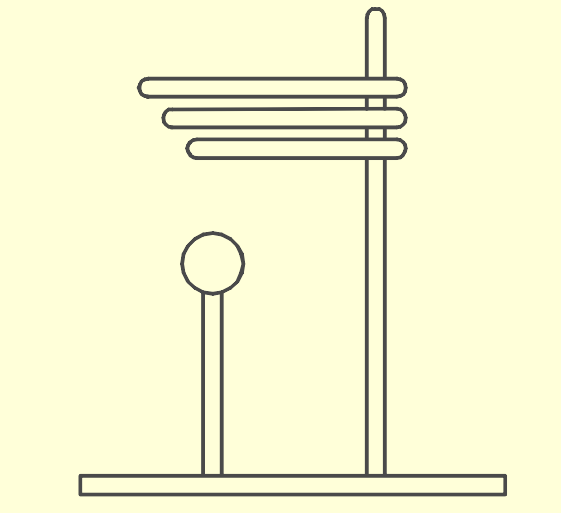


Figurka dzięcioła połączona sprężynką z pierścieniem nałożonym na pionowy pręt o średnicy nieco mniejszej niż otwór w pierścieniu. Po odchyleniu wykonuje ruchy drgające schodząc po pręcie i stukając.

Przemiany energii, tarcie, drgania.

# WIP-TIP 45

## zastosowanie zasad dynamiki



Trzy różnokolorowe pierścienie z otworami nałożone na pionową gumę przymocowaną do podstawki zaopatrzonej pionowy pręt z kulką. Po rozciągnięciu gumy jej średnica maleje i pierścienie opadając powinny trafić na pręt.

Właściwości sprężyste, spadanie ciał.

# ORNITOPTER 46

## zastosowanie zasad dynamiki



Model ptaszka ze skrzydłami zawiasowo połączonymi układem dźwigni z korpusem zawierającym gumę skręcaną korbką i kółko połączone z dźwigniami. Po skręceniu gumy i puszczeniu ptaszka ulega ona rozkręceniu wprawiając skrzydła w drgania powodujące lot ptaszka.

Dźwignie, przemiany energii.

# 47 PIESEK kiwający głową

zastosowanie zasad dynamiki



Głowa połączona z szyją obciążoną śrubą są zawieszone na haczyku umieszczonym wewnątrz pustego korpusu pieska i wykonują drgania podczas wstrząsów tułowia lub po poruszeniu głowy.

Wahadło fizyczne, bezwładność.

# 48 ALPINISTA

zastosowanie zasad dynamiki



Figurka alpinisty z nogami i rękami zawiasowo połączonymi z korpusem i spiętymi gumką oraz sznurkiem przechodzącym przez dłonie, stopy i korpus. Pociąganie za dolny lub górny koniec sznurka powoduje wspinanie się lub schodzenie alpinisty.

Dźwignie, tarcie.

# WSPINAJĄCY się miś 49

zastosowanie zasad dynamiki

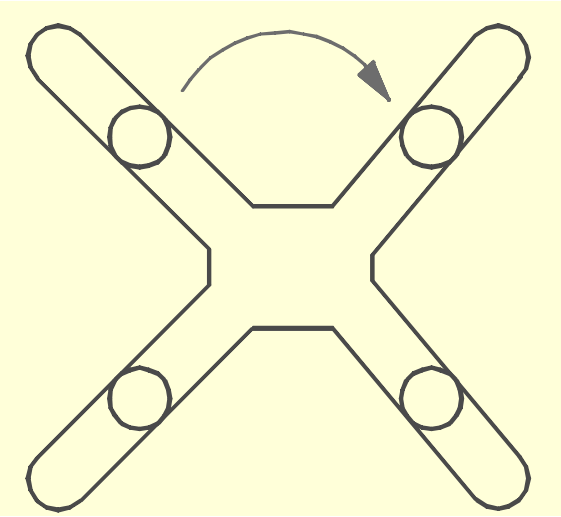


Figurka misia z wyprostowanymi przednimi i tylnymi łapkami o zaokrąglonych końcach z rowkami do przeprowadzenia sznurków. Pociąganie za dolne końce sznurków powoduje wspinanie się misia a pociąganie za górne końce jego schodzenie.

Dźwignie, tarcie.

# UCIEKAJĄCE kulki 50

zastosowanie zasad dynamiki

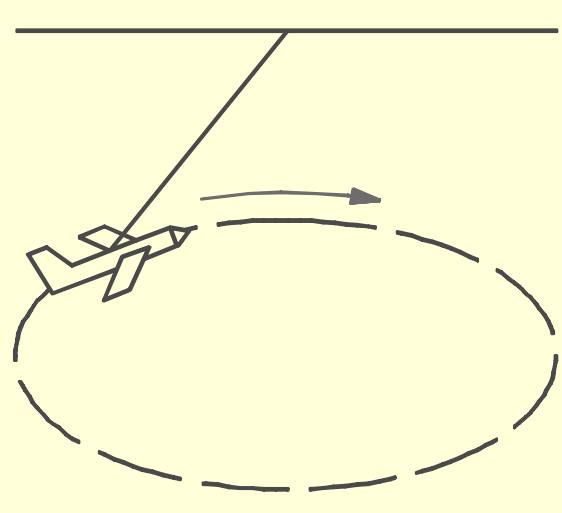


Cztery kulki umieszczone w kwadratowym pudełku z przezroczystą pokrywką oraz wypukłym dnem zaopatrzonym w cztery rowki przechodzące wzdłuż przekątnych pudełka i wznoszące się ku narożnikom. Po wprawieniu pudełka w ruch obrotowy przez pokręcenie palcami kulki przetaczają się wzdłuż rowków do narożników.

Siła odśrodkowa.

# 51 SAMOLOT na uwięzi

zastosowanie zasad dynamiki



Model samolotu podwieszany na żyłce do sufitu i napędzany silnikiem elektrycznym zasilanym z baterii umieszczonych w samolocie lata po okręgu powodując odchylenie żyłki od pionu.

Siła odśrodkowa.

# 52 PTAK na uwięzi

zastosowanie zasad dynamiki



Figurka ptaka z zawiasowo przymocowanymi do korpusu skrzydłami napędzanymi silnikiem elektrycznym z baterii umieszczonych w korpusie ptaka. Po podwieszona na żyłce do sufitu lata po okręgu machając skrzydłami i powodując odchylenie żyłki od pionu.

Siła odśrodkowa, dźwignie.

# MIKSEREK do kakao 53

zastosowanie zasad dynamiki



Silniczek elektryczny w obudowie z wyłącznikiem i bateriami, na oś silniczka wciskana jest w otwór plastikowego pręcika, którego drugi koniec przecięty został wzdłuż osi. Przecięte końce pręcika rozchylają się podczas wirowania.

Siła odśrodkowa, przyrząd napędowy.

# PODSKAKUJĄCA rybka 54

zastosowanie zasad dynamiki

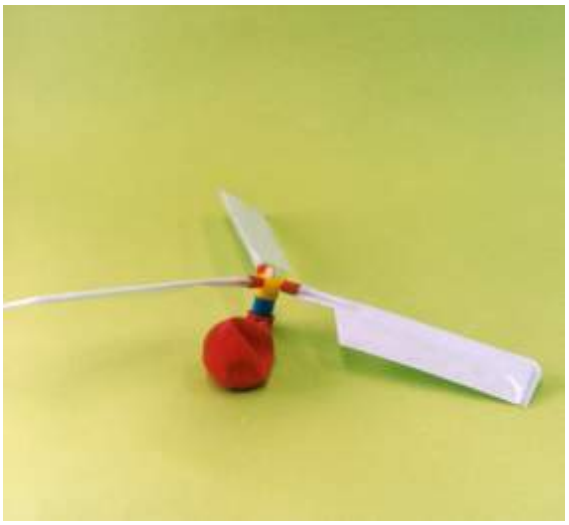


Figurka rybki zawiera nakręcany kluczykiem mechanizm sprężynowy, którego koło wyjściowe połączone jest z zawiasowo przymocowanymi do korpusu rybki płetwami. Po nakręceniu rybka odbija się płetwami od podłoża.

Przemiany energii, akcja i reakcja.

# 55 HELIKOPTER napędzany balonem

zastosowanie zasad dynamiki



Trójłopatkowe śmigło z rurkami wzdłuż krawędzi ukośnie ustawionych łopat i otworami wylotowymi na ich końcach oraz piastą zaopatrzoną w piszczałkę i łączoną z balonem. Po nadmuchaniu balonu wypływające z łopat powietrze wprawia w śmigło w obrót i unosi helikopter wydający przy tym dźwięk.

Akcja i reakcja, właściwości gazów, wytwarzanie dźwięków.

# 56 WAGON napędzany balonem

zastosowanie zasad dynamiki

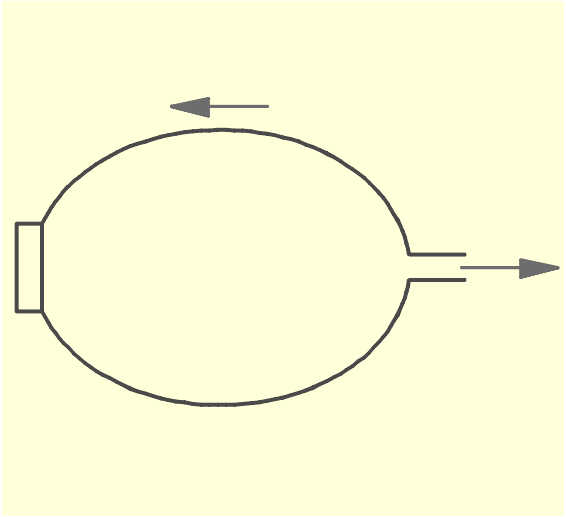


Zaopatrzona w cztery kółka platforma z przymocowanym do niej balonem. Po nadmuchaniu balonu porusza się napędzana siłą odrzutu wypływającego z niego powietrza.

Akcja i reakcja, właściwości gazów.

# LATAJĄCY balon 57

zastosowanie zasad dynamiki

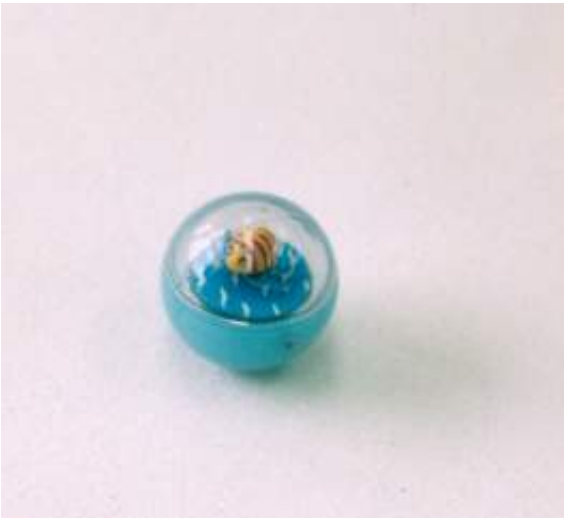


Nadmuchany i obciążony z przodu balon lata po linii prostej napędzany siłą odrzutu wypływającego z niego powietrza.

Akcja i reakcja, właściwości gazów.

# NIE TOCZĄCA się kula 58

zastosowanie zasad dynamiki



Przezroczysta sfera zawierająca półkulę z przymocowaną do niej figurką owada pływającą w cieczy wypełniającej sferę. Po popchnięciu sfera toczy się a półkula pozostaje nieruchoma.

Bezwładność, ruch złożony pływanie ciał.

# 59 WIATRACZEK z prostymi śmigłami

zastosowanie zasad dynamiki

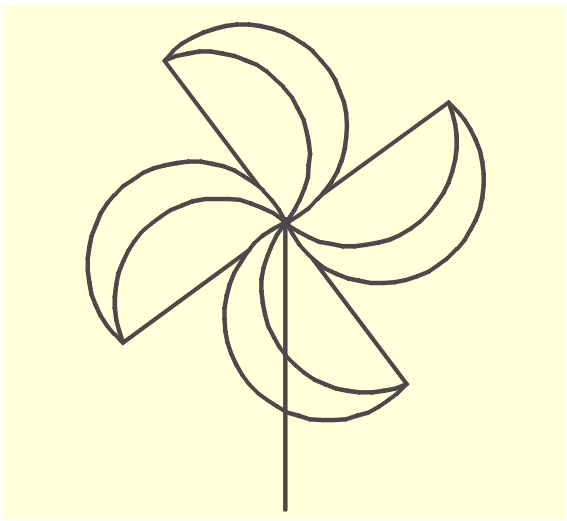


Osadzone na osi koło zaopatrzone na obwodzie w proste łopatki odchylone o pewien kąt od płaszczyzny koła, obraca się podczas ruchu względem powietrza.

Przemiany energii.

# 60 WIATRACZEK z zawiniętymi śmigłami

zastosowanie zasad dynamiki

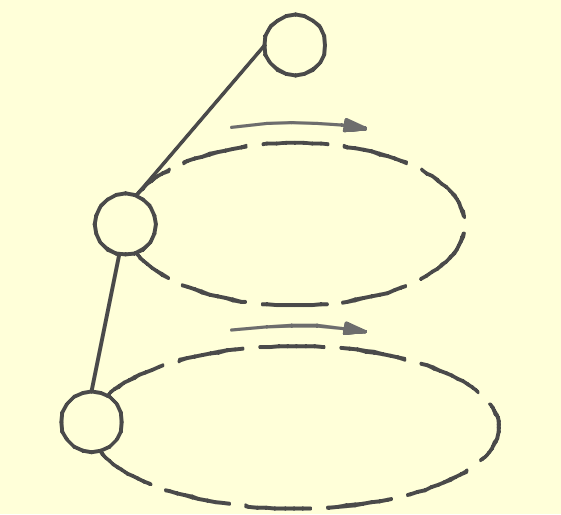


Osadzony na osi wirnik z czterema łopatkami, wykonany z kwadratowego arkusza tworzywa sztucznego nacię-tego wzdłuż przekątnych przez zawinięcie i nałożenie narożników na oś. Obraca się podczas ruchu względem powietrza.

Przemiany energii.

# KULE satelitarne 61

zastosowanie zasad dynamiki



Trzy kulki o różnych masach przywiązane do końców nici oraz jej środkowej części. Po wprawieniu w ruch wirowy ręką trzymającą kulę lub nitkę poruszają się po okręgach o różnych promieniach.

Ruch po okręgu, siła odśrodkowa.

# SPRĘŻYNKA SLINKY 62

zastosowanie zasad dynamiki

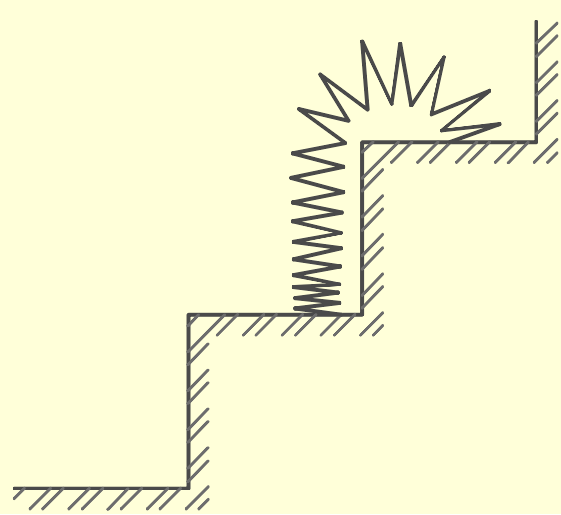


Stalowa lub plastikowa sprężynka rozciągana, złożona z kilkudziesięciu zwojów o silnie spłaszczonym przekroju poprzecznym. Po zawieszeniu lub przyłożeniu siły bardzo łatwo się odkształca i wprawia w różnego rodzaju drgania.

Naprężenia, przemiany energii, drgania, fale.

# 63 SPRĘŻYNKA slinky na schodkach

zastosowanie zasad dynamiki

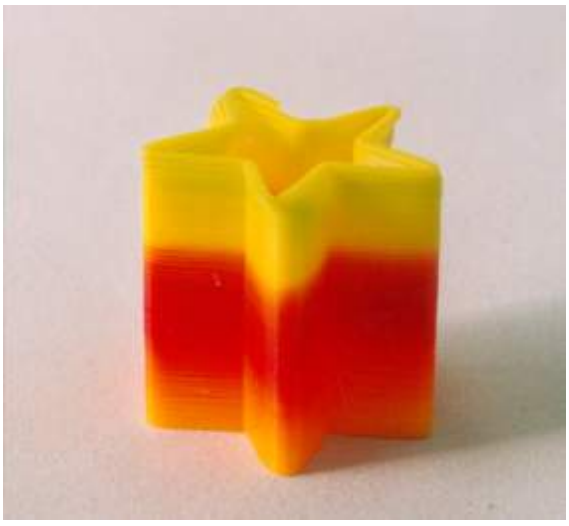


Sprężynka slinky ustawiona na najwyższym z kilku schodków o odpowiedniej szerokości. Po pociągnięciu za górny koniec i skierowaniu jego w stronę niższego schodka dalej schodzi sama na kolejne schodki.

Przemiany energii, siła odśrodkowa.

# 64 SPRĘŻYNKA slinky figurowa

zastosowanie zasad dynamiki

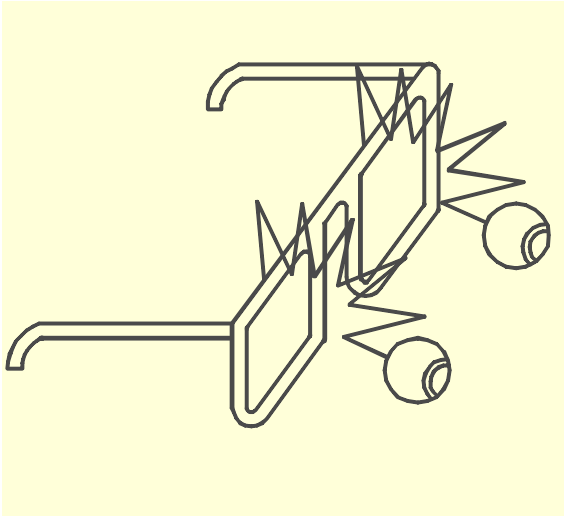


Sprężynka slinky, zob. pkt. 62, której zwoje mają kształt kwadratów, gwiazd, serc itp. Po zawieszeniu za górny koniec i rozciągnięciu dobrze widoczne są również drgania skrętne.

Przemiany energii mechanicznej, siła odśrodkowa, drgania skrętne, fale.

# OKULARY ze sprężynkami 65

zastosowanie zasad dynamiki

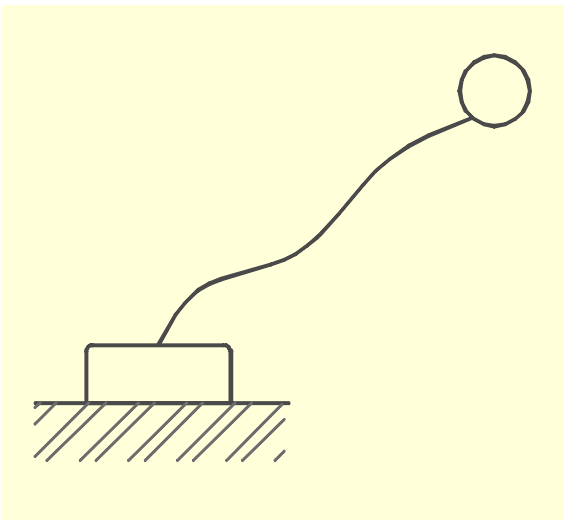


Oprawka okularowa zamiast soczewek ma dwie sprężynki łączące ją z kulistymi przesłonami w kształcie gałek ocznych, które mogą wykonywać drgania.

Sprężystość, drgania.

# TENIS na uwięzi 66

zastosowanie zasad dynamiki

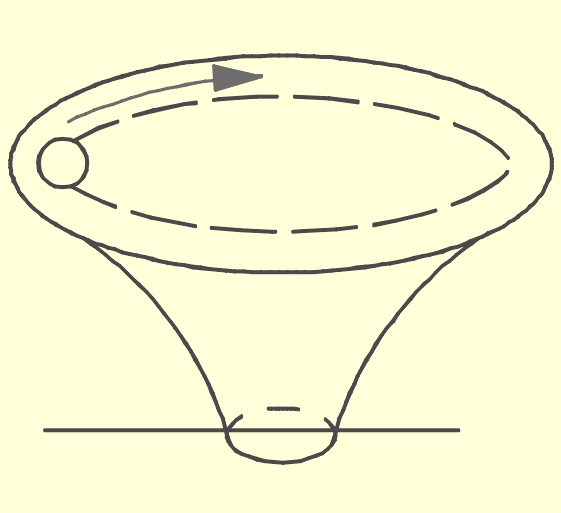


Piłka tenisowa połączona kilkumetrowej długości elastyczną linką z podstawą w kształcie dysku ustawianą na poziomej powierzchni. Po odbiciu rakietą piłka rozciąga linkę, która następnie kurcząc się powoduje powrót piłki.

Sprężystość, przemiany energii, rzut ukośny.

# 67 LEJEK grawitacyjny

grawitacja



Zamknięty od dołu lejek o powierzchni hiperboloidy. Kulka wprawiona po nim w ruch toczy się dążąc do najniższej części, co pozwala modelować orbity planet lub satelitów.

Siła odśrodkowa, ruch w polu grawitacyjnym.

# 68 SAMOCHÓD z napędem

praca i energia



Samochód z napędem bezwładnościowo-sprężynowym. Model samochodu wyposażony w mechanizm sprężynowy i koło zamachowe. Przesunięcie samochodu po podłożu do tyłu powoduje skręcenie sprężyny. Po puszczeniu sprężyna rozkręca się napędzając koło zamachowe i samochód jedzie do przodu.

Przemiany energii.

# POWRACAJĄCY walec 69

praca i energia

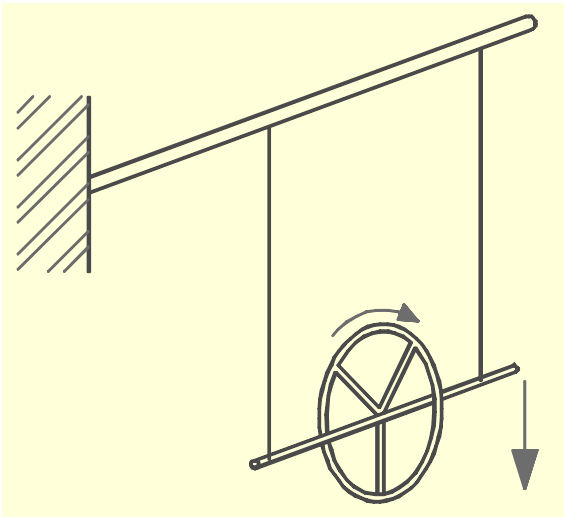


Wewnątrz walca jest ciężarek przymocowany w miejscu skrzyżowania do gumy przechodzącej dwukrotnie wzdłuż walca. Jego popchnięcie po poziomej powierzchni powoduje skręcanie gumy, która następnie rozkręca się powodując obrót walca w przeciwną stronę i powrót.

Bezwładność, przemiany energii.

# KOŁO Maxwella 70

praca i energia

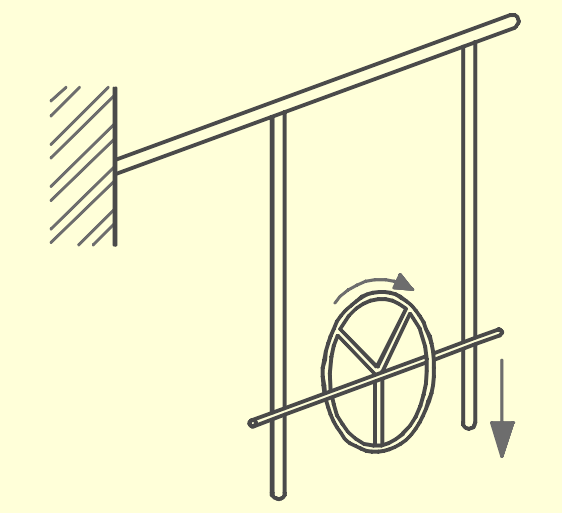


Osadzone na osi koło o dużym momencie bezwładności i zawieszone na niciach nawiniętych na oś. Po puszczeniu wielokrotnie porusza się w górę i w dół.

Przemiany energii, ruch złożony.

# 71 MAGNETYCZNE koło Maxwella

praca i energia



Koło o dużym momencie bezwładności osadzone na osi o namagnesowanych końcach przylegającej do pionowych stalowych prowadnic o zaokrąglonych końcach. Po puszczeniu z górnej części prowadnic wielokrotnie porusza się w górę i w dół.

Przemiany energii, ruch złożony, oddziaływanie magnetyczne.

# 72 Kulka gumowa

pęd

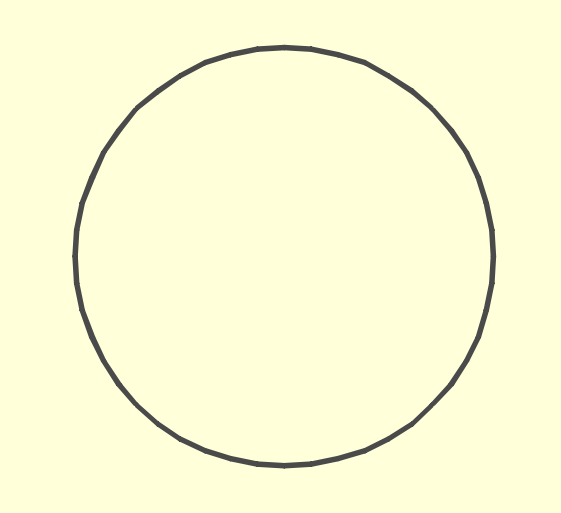


Wykonana z bardzo sprężystego kauczuku.

Zderzenia sprężyste, zachowanie energii i pędu.

# PIŁECZKA pingpongowa 73

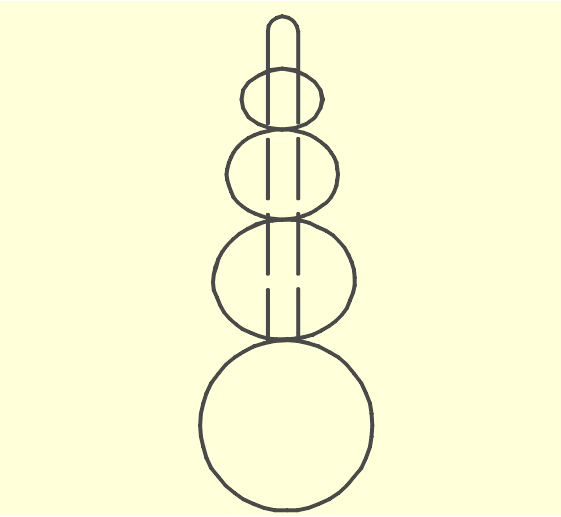
pęd



Lekka cienkościenna sfera ze sprężystego tworzywa sztucznego.
Zderzenia sprężyste, zachowanie energii i pędu.

# ASTRONOMICZNY strzelec 74

pęd



Cztery kulki o malejących średnicach z otworami nałożone na pręt, przy czym kulka o największej średnicy jest połączona z prętem trwale. Po puszczeniu układu pionowo w dół i zderzeniu z twardym podłożem kulki o mniejszych średnicach podskakują na większą wysokość niż ta, z której spadły.

Zderzenia sprężyste, zachowanie energii i pędu.

# 75 WAHADŁO Newtona

pęd

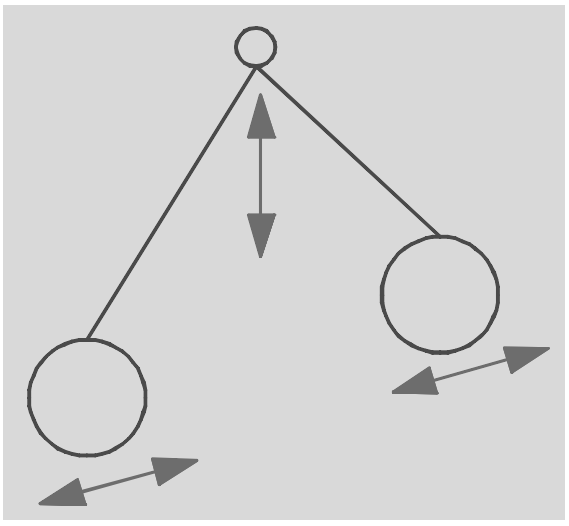


Pięć stykających się ze sobą sprężystych kulek zawieszonych na niciach tworzących kształt litery V. Po odchyleniu pierwszej z kulek i puszczeniu zderza się ona z pozostałymi kulkami powodując odbicie tylko ostatniej kulki. Odchylenie dwóch pierwszych kulek powoduje odbicie tylko dwóch ostatnich itd.

Zderzenia sprężyste, zachowanie energii i pędu.

# 76 TIKI tiki (klasyczne)

pęd

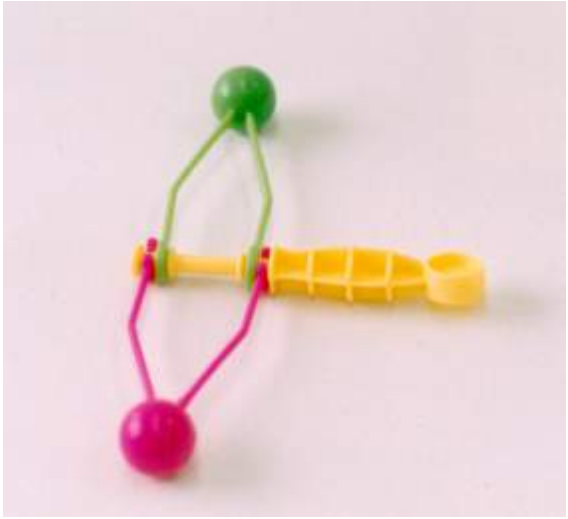


(Klik-klak) klasyczne. Dwie sprężyste kulki zawieszone na nici, wprawiane w ruch przez potrząsanie trzymanej w połowie nici w kierunku pionowym. Kiedy częstotliwość potrząsania jest równa częstotliwości drgań własnych kulek jako wahadeł ulegają one regularnym zderzeniom.

Zderzenia sprężyste, zachowanie energii i pędu, rezonans.

# TIKI tiki (ze sztywnym zawieszeniem) 77

pęd

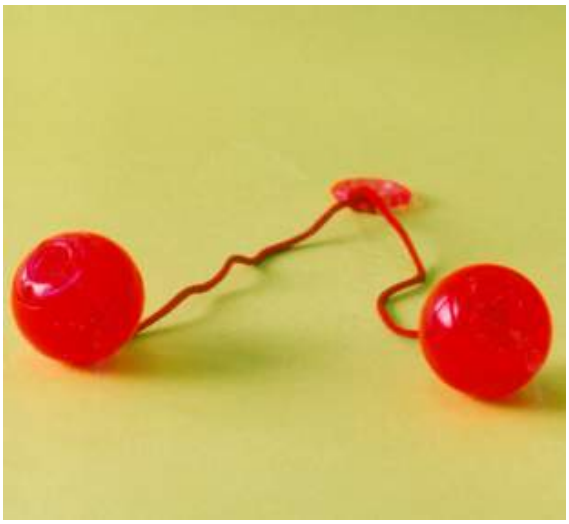


(Klik-klak) ze sztywnym zawieszeniem. Dwie sprężyste kulki zawieszone na sztywnych prętach tworzących kształt litery V i połączonych z poziomą osią. Wprawiane w ruch przez potrząsanie osi kierunku pionowym zachowują się jak tiki tiki klasyczne, zob. pkt. 76.

Zderzenia sprężyste, zachowanie energii i pędu, rezonans.

# TIKI tiki (świecące) 78

pęd

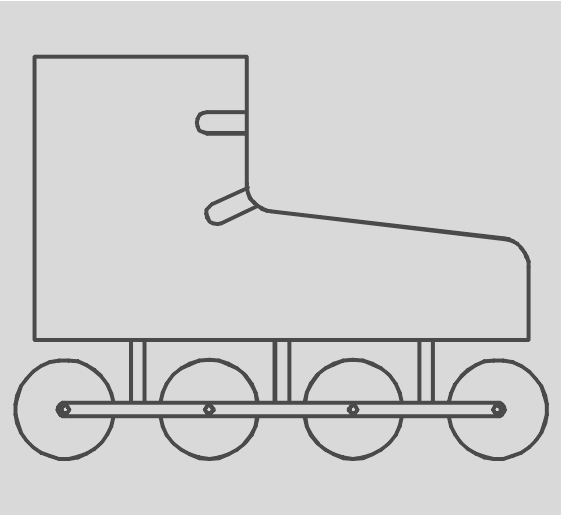


(Klik-klak) świecące. Dwie sprężyste kulki z bezwładnościowymi czujnikami ruchu, zob. pkt. 36, zawieszone na nici i wprawiane w ruch przez potrząsanie w kierunku pionowym. Błyskają przy zderzeniu lub gwałtownym ruchu a ponadto zachowują się jak tiki tiki klasyczne, zob. pkt. 76.

Zderzenia sprężyste, zachowanie energii i pędu, rezonans, bezwładność, obwód elektryczny.

# 79 ŁYŻWOROLKI

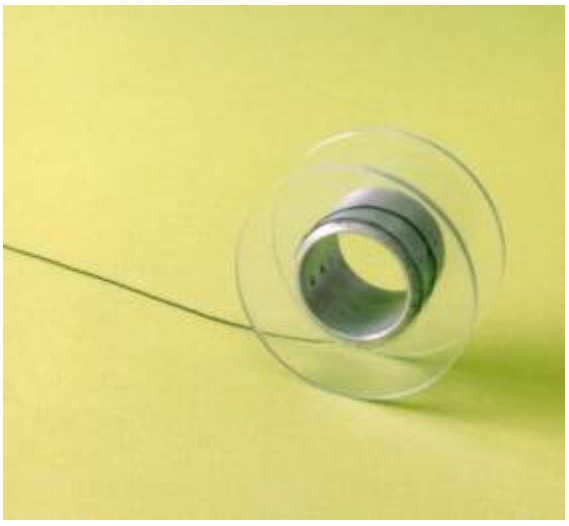
pęd



Sztywne buty zaopatrzone w łyżwę z czterema kółkami, po rozpędzeniu się umożliwiają jazdę.
Akcja i reakcja, zachowanie pędu.

# 80 PRZEKORNA szpulka

dynamika bryły sztywnej

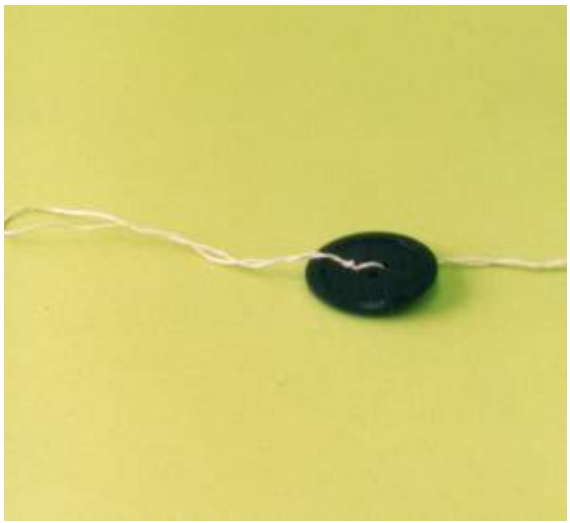


Szpulka z nawiniętą nicią ustawiona na poziomej powierzchni, kierunek jej obrotu zależy od kąta, który tworzy ciągnięta nić z powierzchnią. Przy odpowiednio małym kącie nić nawija się na szpulkę. Przy kącie granicznym szpulka się ślizga a przy kącie większym od granicznego nić się odwija.

Moment siły, ruch bryły sztywnej, tarcie.

# WIRUJĄCY guzik 81

dynamika bryły sztywnej

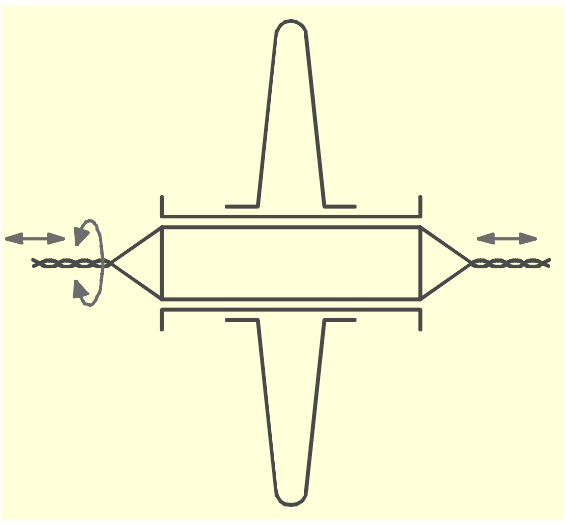


Guzik z zawiązaną w pętlę nitką przechodzącą przez dwa jego otwory i trzymaną za końce palcami. Po skręceniu nici i synchronicznym pociąganiu jej końców zostaje wprawiony w systematyczny ruch obrotowy raz w jedną a raz w przeciwną stronę.

Praca i energia, ruch obrotowy.

# WIRUJĄCE koło 82

dynamika bryły sztywnej

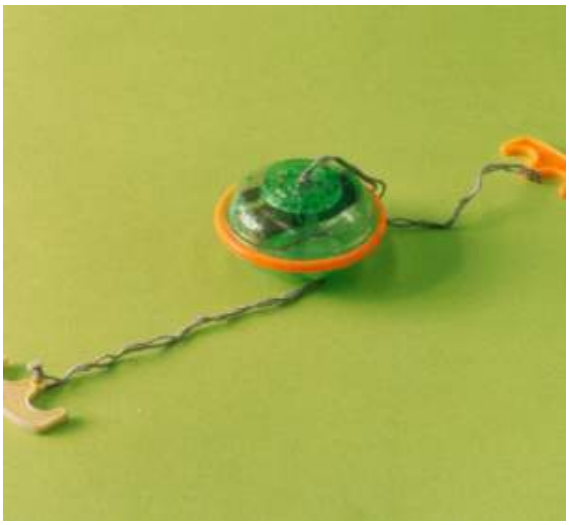


Koło utworzone z wygiętych promieniowo rozmieszczonych pasków papieru połączonych na końcach dwiema tulejkami mogącymi przesuwać się po cylindrze napędzanym skręcanym sznurkiem, zob. pkt. 81. Wprawione w obrót zmienia kształt i zwiększa średnicę.

Siła odśrodkowa.

# 83 WIRUJĄCY dysk

dynamika bryły sztywnej

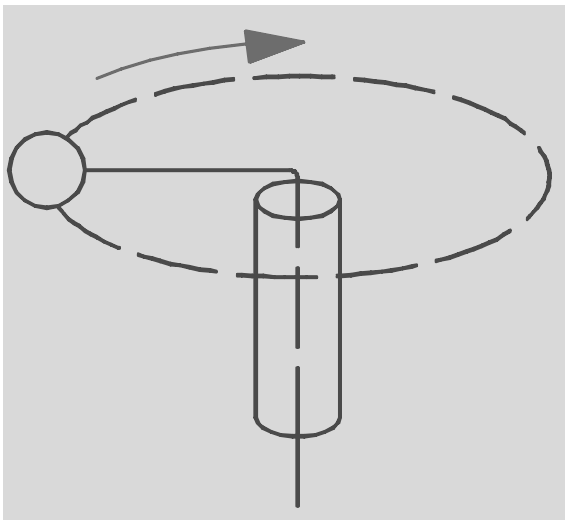


Dysk napędzany skręcanym sznurkiem, zob. pkt. 81, zawiera obwód elektryczny złożony z baterii, żaróweczki, i bezwładnościowego czujnika ruchu, zob. pkt. 36. Po wprawieniu w ruch obrotowy siła odśrodkowa uruchamia czujnik i widać świecący okrąg.

Siła odśrodkowa, obwód elektryczny, bezwładność oka.

# 84 KRĄŻĄCA kulka

dynamika bryły sztywnej

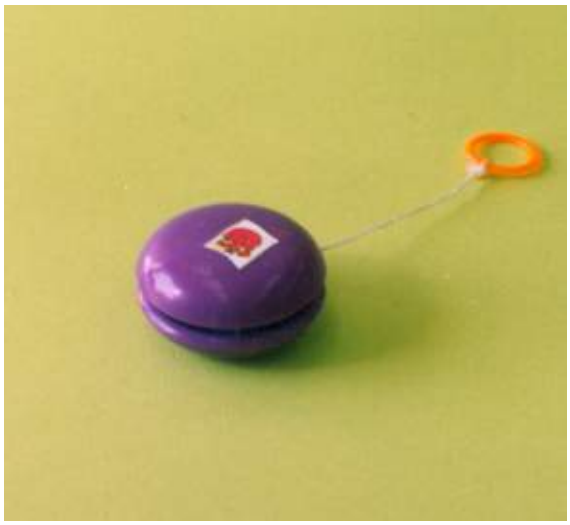


Kulka poruszająca się po okręgu przywiązana do nitki przechodzącej przez rurkę trzymaną ręką. Po pociągnięciu drugą ręką za koniec nitki i skróceniu promienia wiruje szybciej.

Siła odśrodkowa, zasada zachowania momentu pędu.

# JO-JO klasyczne 85

dynamika bryły sztywnej



Dwa dyski połączone osią z nawiniętą na nią nicią trzymaną za górny koniec. Puszczone swobodnie podczas synchronicznego podciągania i opuszczania końca nici wykonują ruch obrotowy i postępowy w dół i w górę, powodując odwijanie i nawijanie się nici na oś.

Ruch bryły sztywnej, ruch złożony, praca, przemiany energii.

# JO-JO świecące 86

dynamika bryły sztywnej



Budowa i działanie takie same, jak jo-jo klasycznego, zob. pkt. 85. Dodatkowo zawiera obwód elektryczny, jak w wirującym dysku, zob. pkt. 83 i 36, podczas ruchu widać świecące okręgi.

Ruch bryły sztywnej, ruch złożony, praca, przemiany energii, siła odśrodkowa, obwód elektryczny, bezwładność oka.

# 87 JO-JO ze sprzęgłem

dynamika bryły sztywnej

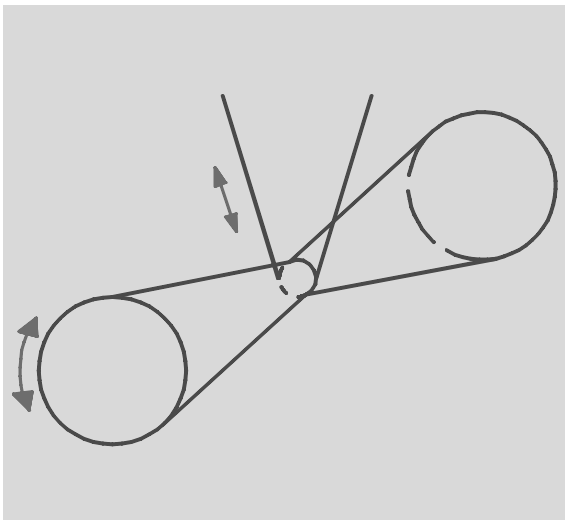


Budowa i działanie podobne jak jo-jo klasycznego, zob. pkt. 85. Dodatkowo zawiera sprzęgło łączące oś z dyskami złożone z kulek dociskanych sprężynkami ułatwiające utrzymanie jo-jo w ruchu.

Ruch bryły sztywnej, ruch złożony, praca, przemiany energii, siła odśrodkowa.

# 88 DIABOLO

dynamika bryły sztywnej

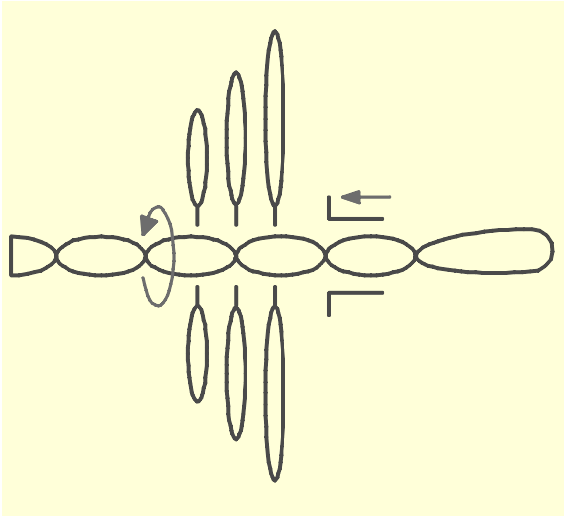


Dwa stożki połączone ze sobą wierzchołkami, wprawiane w ruch obrotowy i postępowy złożoną w pół nitką stykającą się od spodu ze stożkami i trzymaną za końce synchronicznie podciągane oraz opuszczane.

Ruch bryły sztywnej, ruch złożony, praca, przemiany energii, tarcie.

# LATAJĄCE śmigiełka 89

dynamika bryły sztywnej

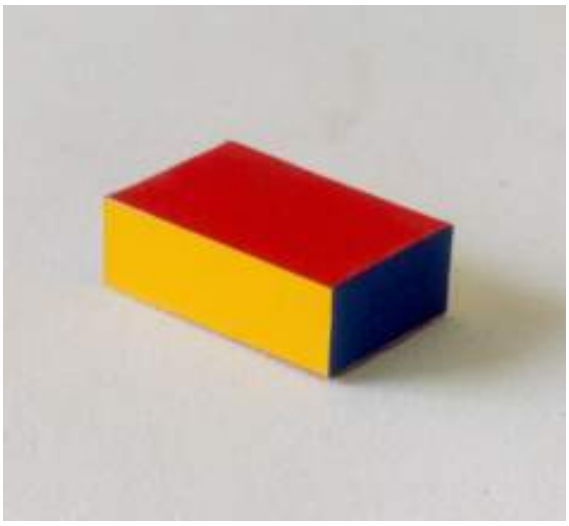


Trzy trójłopatkowe śmigiełka o różnych średnicach każde z podłużnym otworem w piaście przeznaczonym do nakładania na skręcony śrubowo pręt z uchwytem. Wprawiane w ruch obrotowy i postępowy przez spychanie tulejką z pręta podczas lotu zachowują stałą płaszczyznę wirowania.

Zachowanie momentu pędu, rzut ukośny.

# UPARTE pudełko 90

dynamika bryły sztywnej

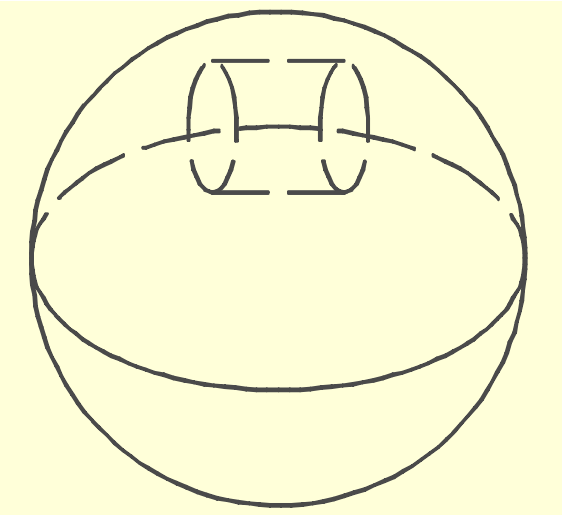


Prostopadłościan wprawiony w obrót wokół dowolnej osi i podrzucony w górę zmienia oś obrotu na tę dla, której moment bezwładności jest maksymalny.

Ruch bryły sztywnej, osie główne.

# 91 KOŁYSZĄCA się kula

dynamika bryły sztywnej



Niejednorodna kula zawierająca obciążnik umieszczony tak, że jej środek masy nie pokrywa się ze środkiem geometrycznym. Po popchnięciu toczy się wykonując kołyszące ruchy.

Środek masy, ruch bryły sztywnej.

# 92 WIRUJĄCA kula

dynamika bryły sztywnej



Kula umieszczona na osi ułożyskowanej w otwartej sferycznej obudowie początkowo wprawiana w obrót przez pociągnięcie końca sznurka nawiniętego na kulę a następnie trzymana w dłoni i przyspieszana kolistymi ruchami nadgarstka.

Ruch bryły sztywnej, moment pędu, moment siły, praca i energia.

# BĄK klasyczny 93

dynamika bryły sztywnej

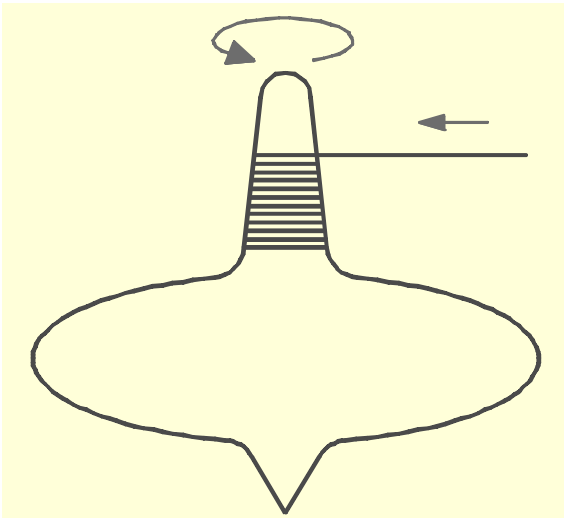


Bryła obrotowa w kształcie dysku zaopatrzonego w zaostrzoną u dołu oś, wprawiana w ruch obrotowy przez pokręcenie palcami górnej części osi. Po ustawieniu na ostrzu obraca się a jej oś zakreśla powierzchnię stożka o wierzchołku w punkcie styku ostrza z podłożem, wykonując ruch precesyjny.

Precesja, moment pędu, moment siły.

# BĄK napędzany sznurkiem 94

dynamika bryły sztywnej



Podobny do bąka klasycznego, zob. pkt. 93. Z tą różnicą, że wprawiany jest w ruch obrotowy przez przytrzymanie palcem w pozycji pionowej i szybkie pociągnięcie końca sznurka nawiniętego na górną część osi bąka.

Precesja, moment pędu, moment siły.

# 95 BĄK napędzany śrubą

dynamika bryły sztywnej

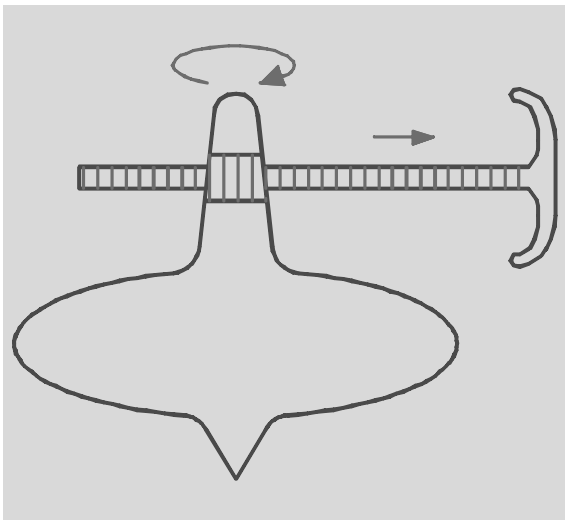


Podobny do bąka klasycznego, zob. pkt. 93. Z tą różnicą, że wprawiany jest w ruch obrotowy przez posuwisto zwrotne ruchy pręta skręconego w śrubę o dużym skoku gwintu wsuwanego w nakrętkę ze szczeliną łączącą się za pomocą zębów z korpusem bąka tylko podczas wsuwania, co zapewnia obrót w jednym kierunku.

Precesja, moment pędu, moment siły.

# 96 BĄK napędzany paskiem zębatym

dynamika bryły sztywnej

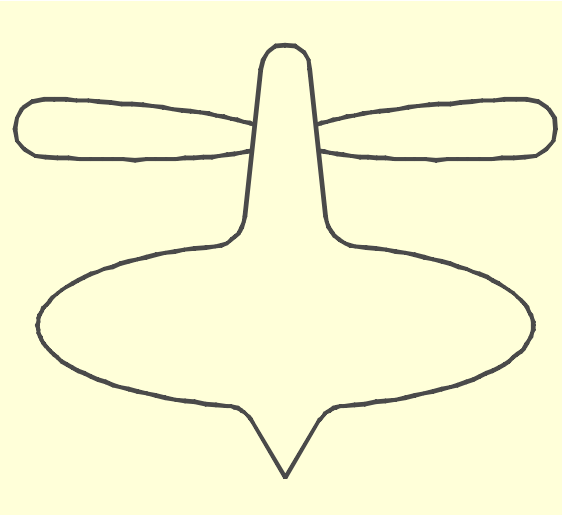


Podobny do bąka klasycznego, zob. pkt. 93. Z tą różnicą, że na górnej części osi osadzone jest kółko zębate i ogranicznik między, które wkłada się pasek zębaty. Wprawienie bąka w ruch następuje przez przytrzymanie ogranicznika palcami w pozycji pionowej i szybkie pociągnięcie paska zębatego.

Precesja, moment pędu, moment siły.

# BĄK napędzany dmuchaniem 97

dynamika bryły sztywnej

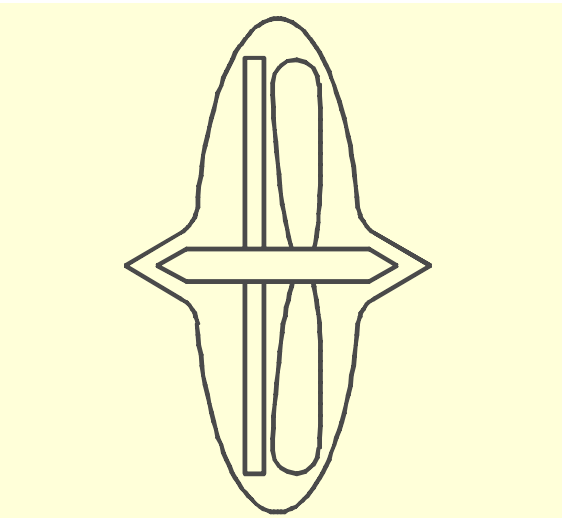


Podobny do bąka klasycznego, zob. pkt. 93. Z tą różnicą, że do górnej zakończonej zaokrągleniem części osi przymocowane jest śmigiełko a wprawienie bąka w ruch następuje przez lekkie przytrzymanie palcem osi w pozycji pionowej i dmuchanie na śmigiełko.

Precesja, moment pędu, moment siły, praca, energia.

# NADMUCHIWANY samolot orbiter 98

dynamika bryły sztywnej

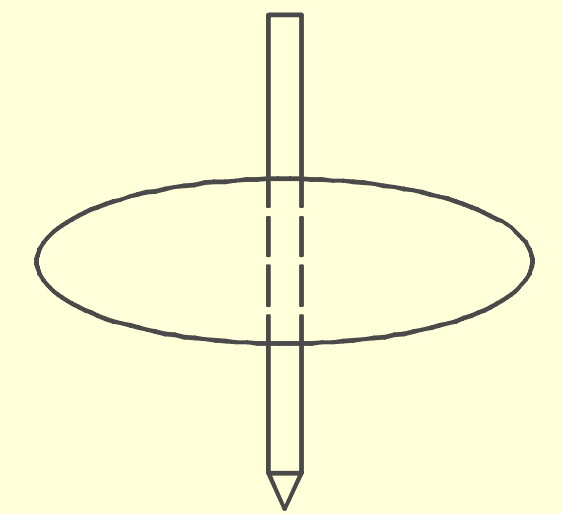


Dysk osadzony na osi zaopatrzonej z jednej strony w śmigiełko mogący obracać się w otwartej obudowie. Wprawiany w ruch przez przytrzymanie obudowy palcami i dmuchanie na śmigiełko. Wykonuje precesję po ustawieniu obudowy na poziomej powierzchni.

Precesja, moment pędu, moment siły, praca, energia.

# 99 BĄK piszący

dynamika bryły sztywnej

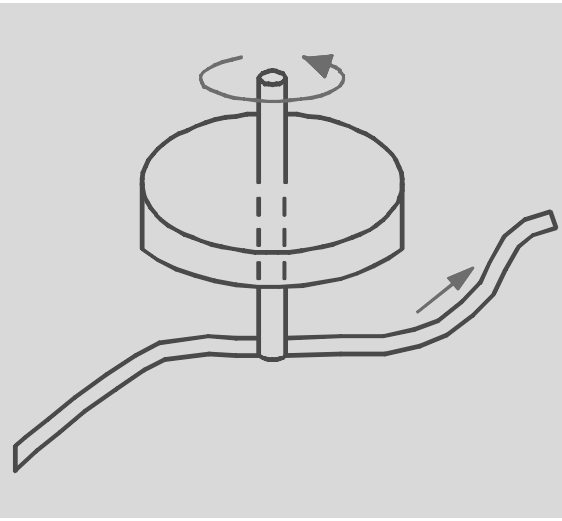


Podobny do bąka klasycznego, zob. pkt. 93. Z tą różnicą, że oś bąka stanowi ołówek zwrócony piszącym końcem w dół, który podczas ruchu bąka kreśli tor jego osi na podłożonej kartce papieru.

Precesja, moment pędu, moment siły, praca, energia.

# 100 BĄK wężowy

dynamika bryły sztywnej

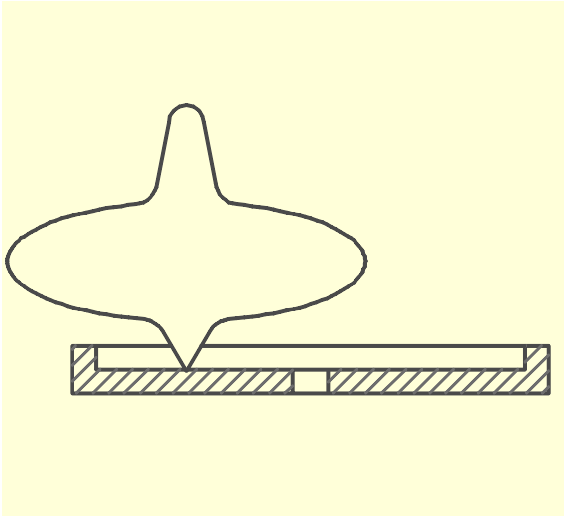


Podobny do bąka klasycznego, zob. pkt. 93. Z tą różnicą, że dolna część osi jest namagnesowana i po wprawieniu bąka w ruch przyciągana do stalowej prowadnicy o wężowatym kształcie, co powoduje prowadzenie bąka wzdłuż linii krzywej.

Precesja, momentu pędu, moment siły, właściwości magnetyczne ciał.

# BĄK w zatoce 101

dynamika bryły sztywnej



Bąk klasyczny, zob. pkt. 93, poruszający się na trzymanej w ręku kolistej podstawce z wystającym obrzeżem i otworem w środku, do którego powinna wpaść oś bąka podczas poruszania podstawki w płaszczyźnie poziomej.

Precesja, moment pędu, moment siły, siła odśrodkowa.

# BĄK z barwnymi kołami zębatymi 102

dynamika bryły sztywnej



Bąk z przezroczystą obudową i kilkoma kołami zębatymi wewnątrz o barwnych segmentach, napędzany ruchami posuwisto-zwrotnymi śruby wsuwanej w obudowę, zob. pkt. 89. Po wprawieniu w ruch zachodzi precesja bąka oraz zmiany obserwowanych barw kół.

Precesja, moment pędu, moment siły, mieszanie barw.

# 103 BĄK świecący

dynamika bryły sztywnej

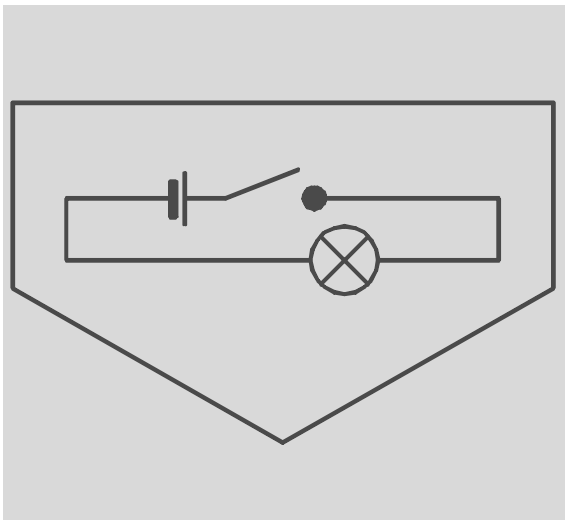


Bąk z przezroczystą obudową podobny do bąka klasycznego, zob. pkt. 93, zawierający obwód elektryczny złożony z baterii żaróweczki i bezwładnościowego czujnika ruchu, zob. pkt. 36 i 83. Po wprawieniu w ruch przez pokręcenie palcami, siła odśrodkowa zamyka obwód i żaróweczka świeci.

Precesja, moment pędu, moment siły, siła odśrodkowa, obwód elektryczny.

# 104 BĄK świecący napędzany paskiem

dynamika bryły sztywnej

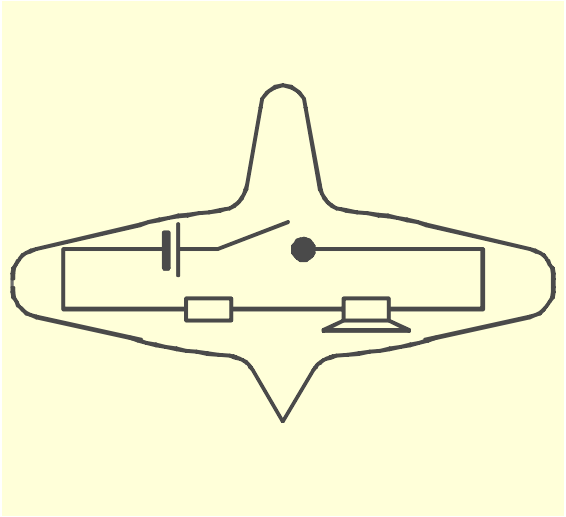


Bąk w kształcie odwróconego stożka z częściowo przezroczystą obudową zawierający baterię, żaróweczkę i bezwładnościowy czujnik ruchu, zob. pkt. 36, 83, umieszczany na podstawce z kołem zębatym napędzany pociągnięciem zębatego paska, zob. pkt. 96. Po wprawieniu w ruch obrotowy i zsunięciu z podstawki zachodzi precesja i świecenie żaróweczki.

Precesja, moment pędu, moment siły, siła odśrodkowa, obwód elektryczny.

# BĄK grający 105

dynamika bryły sztywnej



Podobny do bąka świecącego, zob. pkt. 103 z tą różnicą, że w obwód elektryczny zamiast żaróweczki włączone są elektroniczna pozytywka i brzęczyk piezoelektryczny. Po wprawieniu w ruch obrotowy zachodzi precesja i słychać odtwarzaną melodię.

Precesja, moment pędu, moment siły, siła odśrodkowa, obwód elektryczny, wytwarzanie dźwięków.

# BĄK sprężynowy 106

dynamika bryły sztywnej

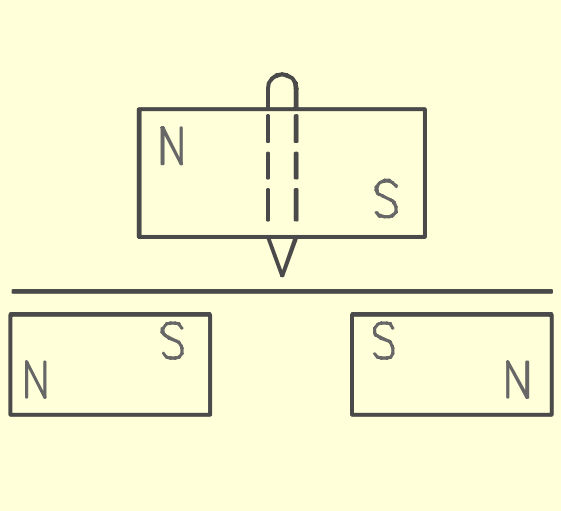


Bąk stanowi odwrócony stożek nakładany na mechanizm napędowy złożony z tulejki, pokrętła, koła zębatego, zapadki i skręcanej sprężyny śrubowej. Po nakręceniu mechanizmu jest on oddzielany przez zsunięcie od bąka, który porusza się jak bąk klasyczny, zob. pkt. 93.

Precesja, moment pędu, moment siły, praca, energia.

# 107 BĄK lewitujący

dynamika bryły sztywnej

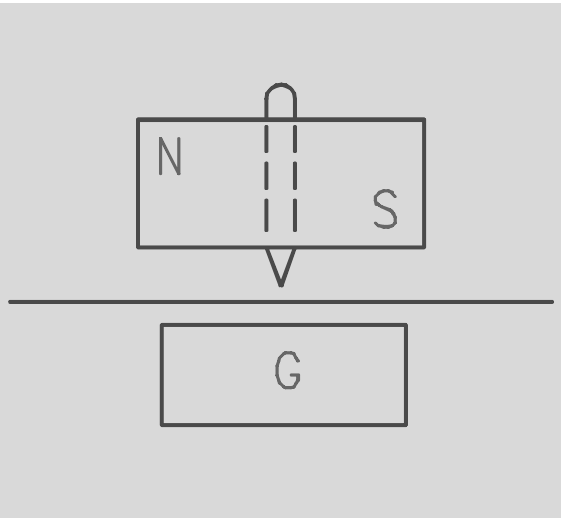



Bąk złożony magnesu pierścieniowego osadzonego na zaostrzonej od dołu osi. Początkowo wprawiany w ruch przez pokręcenie palcami na płytce trzymanej nad odpychającym go układem magnesów. Po usunięciu płytki wiruje przez pewien czas w powietrzu utrzymywany przez magnesy.

Moment pędu, oddziaływanie magnetyczne, równowaga układu magnesów trwałych.

# 108 BĄK lewitujący z napędem

dynamika bryły sztywnej




Podobny do bąka lewitującego, zob. pkt.107, z tą różnicą, że zamiast układu magnesów jest podtrzymywany i napędzany stale za pomocą generatora samodławnego.

Moment pędu, oddziaływanie magnetyczne, równowaga układu magnesów.

# BĄK odwracający się 109

dynamika bryły sztywnej

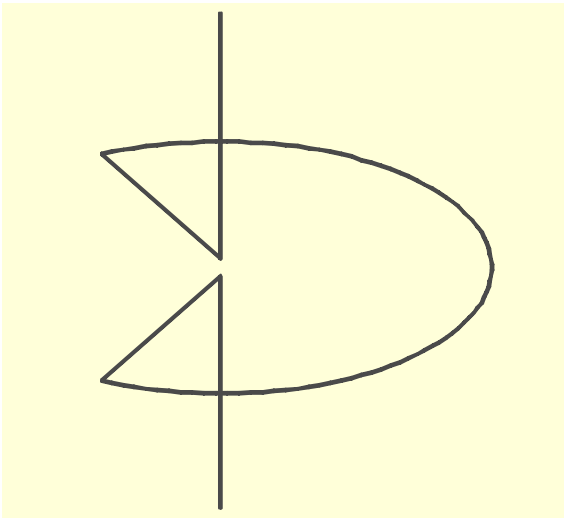


Bąk w postaci wydrążonej kuli z umieszczoną w niej obciążoną osią zakończoną ostrzem. Po wprawieniu w ruch przez pokręcenie osi palcami odwraca się wirując na ostrzu.

Precesja, moment pędu, moment siły, siła odśrodkowa, tarcie.

# BĄK asymetryczny 110

dynamika bryły sztywnej

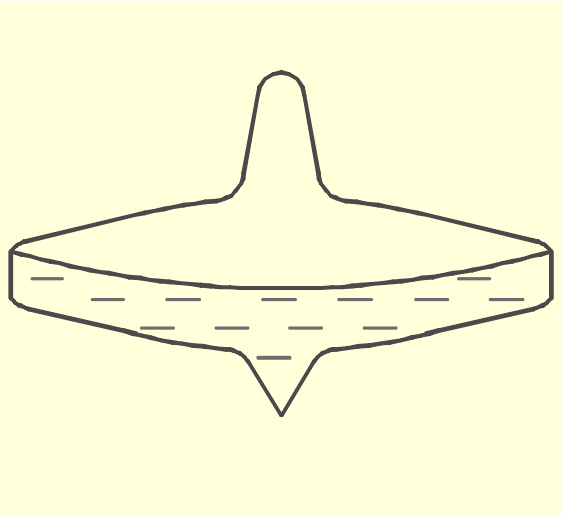


Wygięty z jednego kawałka drutu tworzącego dolną i górną część osi oraz niepełny okrąg. Po wprawieniu w ruch obrotowy przez pokręcenie palcami za górną część osi zachowuje się jak bąk klasyczny, zob. pkt. 93, pod warunkiem, że łuk stanowi nie mniej niż 2/3 okręgu.

Precesja, moment pędu, moment siły, siła odśrodkowa.

# 111 BĄK z wodą

dynamika bryły sztywnej

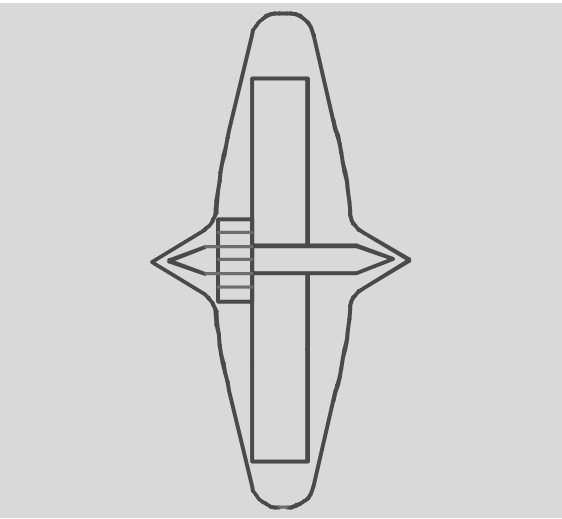


Przezroczysty wewnątrz pusty dysk z osiami, podobny do bąka klasycznego, zob. pkt. 93, częściowo napełniony wodą. Po wprawieniu w ruch obrotowy przez pokręcenie palcami wykonuje precesję a powierzchnia wody przyjmuje kształt paraboloidy.

Precesja, moment pędu, moment siły, siła odśrodkowa, lepkość.

# 112 BĄK żyroskopowy klasyczny

dynamika bryły sztywnej



Osadzony na osi z jednym kołem zębatym dysk mogący obracać się wewnątrz przezroczystej obudowy także w kształcie dysku z otworem. Po wprawieniu w obrót paskiem zębatym, zob. pkt. 96, wiruje wykonując precesję przy poziomym lub ukośnym ustawieniu osi obrotu.

Precesja, momentu pędu, moment siły.

# BĄK żyroskopowy świecący 113

dynamika bryły sztywnej

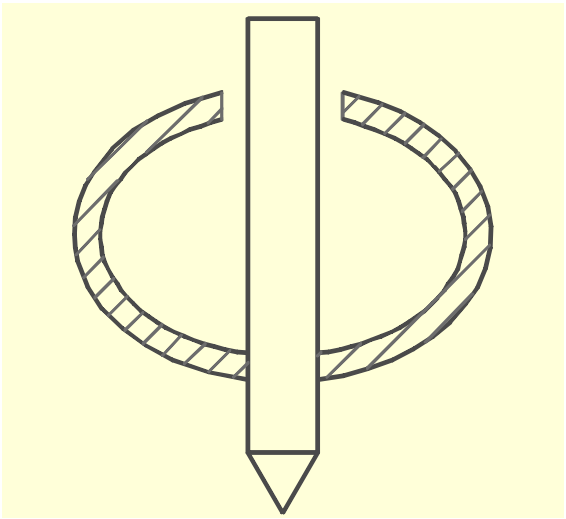


Podobny do bąka żyroskopowego klasycznego, zob. pkt. 112. Dodatkowo zawiera obwód elektryczny z bezwładnościowym czujnikiem ruchu, zob. pkt. 36, 83. Świeci podczas wirowania.

Precesja, moment pędu, moment siły, siła odśrodkowa, obwód elektryczny.

# BĄK elastyczny 114

dynamika bryły sztywnej



Na sztywną oś z zaostrzonym dolnym końcem nałożona jest współśrodkowo i zamocowana jednostronnie elastyczna sfera. Po wprawieniu bąka w ruch przez pokręcenie górnego końca osi palcami, wykonuje on precesję a sfera staje się elipsoidą obrotową.

Precesja, moment pędu, moment siły, siła odśrodkowa.

# 115 LATAJĄCE pierścienie

dynamika bryły sztywnej



Cztery pierścienie mające po dwie płaskie ukośnie ustawione szprychy i piasty ze szczeliną do nakładania na śrubowo skręcony pręt z uchwytem, zob. pkt. 89. Wprawione w ruch wirowy i rzut przez zepchnięcie tulejką z kołnierzem ze śruby zachowują stałą płaszczyznę ruchu.

Zachowanie momentu pędu, rzut ukośny, ruch złożony.

# 116 POWRACAJĄCE figury

dynamika bryły sztywnej



Kształtki w postaci okręgu, okręgu ze średnicą i trójkąta równobocznego o podgiętych łukowo brzegach. Rzucone wykonują obrót zachowując stałą płaszczyznę ruchu i po zatoczeniu łuku wracają do rzucającego.

Zachowanie momentu pędu, rzut ukośny trójwymiarowy, ruch złożony, prawo Bernouliego.

# TORNADO w butelce 117

dynamika bryły sztywnej

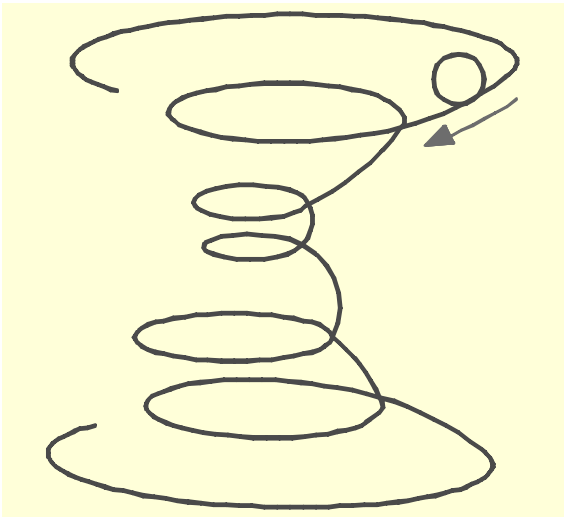


Dwie butelki połączone szyjkami jedna z nich napełniona wodą. Po odwróceniu butelki z wodą do góry i wprawieniu w obrót wokół osi podłużnej tworzy się wir wody przepływającej do dolnej butelki.

Siła odśrodkowa, zachowanie momentu pędu, wir cieczy.

# PRZELATUJĄCA kolejka kulkowa 118

dynamika bryły sztywnej



Kulka staczająca się po wewnętrznej stronie śrubowej spirali o zmieniającym się promieniu. Dociskana do spirali siłą odśrodkową.

Moment pędu, siła odśrodkowa, przemiany energii.

# 119 KAMIEŃ celtycki

dynamika bryły sztywnej

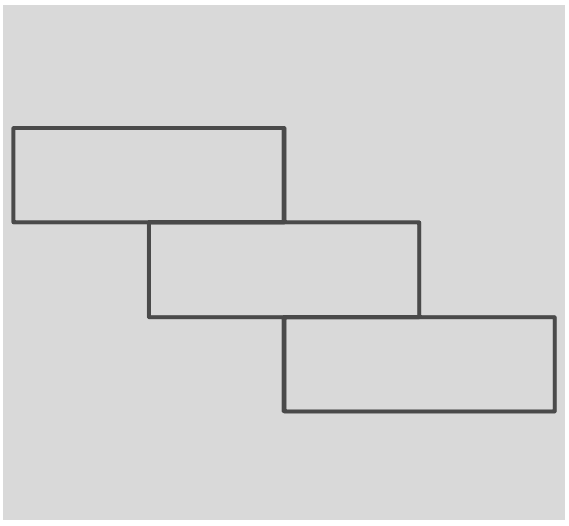


Lekko asymetryczne ciało w kształcie wydłużonej łódki wprawiane w ruch obrotowy przez pokręcenie palcami. W jedną stronę obraca się bez przeszkód a wprawione w obrót w przeciwną stronę zatrzymuje się, wykonuje drgania i zmienia kierunek obrotu.

Ruch bryły sztywnej, tarcie.

# 120 PRZYLEGAJĄCE klocki

właściwości ciał



Klocki wykonane z twardej gąbki, przylegają do siebie po zwilżeniu wodą.

Siły adhezji, równowaga.

# KIJ indiański 121

właściwości ciał

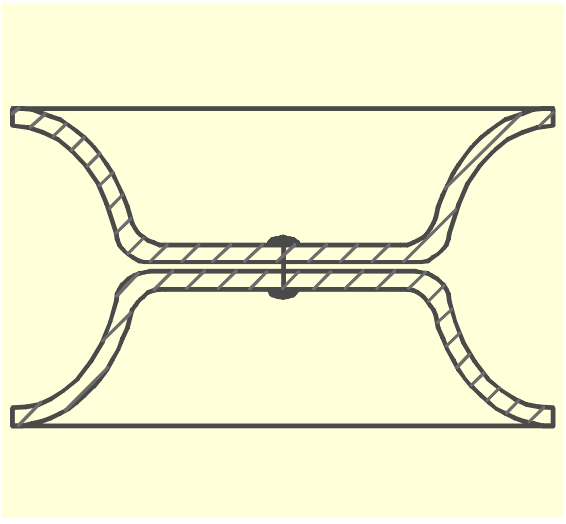


Pręt o przekroju kwadratowym z trójkątnymi karbami naciętymi na krawędziach zaopatrzony na jednym końcu w śmigło osadzone na gwoździu. Podczas trzymania drugiego końca pręta w dłoni i przesuwania z odpowiednią szybkością okrągłego pręta po karbach śmigło się obraca.

Praca i energia, sprężystość, rezonans.

# PODSKAKUJĄCY krążek 122

właściwości ciał

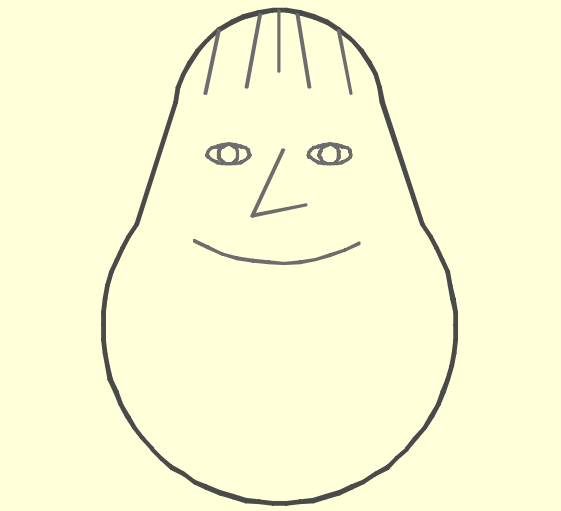


Złożony z dwóch współśrodkowych znitowanych ze sobą krążków o miseczkowatym przekroju – stalowego i niklowego. Podskakuje w wyniku wstępnego odkształcenia lub ogrzania.

Sprężystość, rozszerzalność cieplna.

# 123 LALKA do zgniatania

właściwości ciał

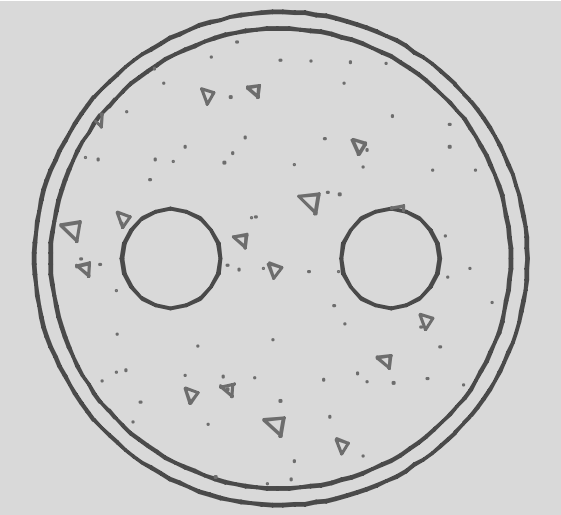


Figurka lalki złożona ze szczelnie zamkniętej powłoki z plastikowej folii dokładnie wypełnionej mąką. Po naciśnięciu zachowuje spowodowane odkształcenie.

Odkształcenia trwałe, właściwości ciał sypkich.

# 124 KULKA z zawiesiną

właściwości ciał



Sprężysta sfera z częściowo przezroczystego tworzywa sztucznego zawiera zawiesinę drobnych skrawków folii i pływające dwie sztywne kulki. Po odkształceniu wraca do pierwotnego kształtu a zawiesinie widoczne są turbulencje.

Sprężystość, warunki pływania ciał, właściwości cieczy.

# SERCE z pamięcią kształtu 125

właściwości ciał



Kształtka w postaci serca wykonana z mikroporowatej gumy. Po zgnieceniu powoli odzyskuje początkowy kształt.

Ciała sprężyste i niesprężyste, histereza sprężystości.

# MÓWIĄCE elastyczne serce 126

właściwości ciał



Model serca wykonany z elastycznego tworzywa sztucznego, zawiera obwód elektryczny złożony z baterii, styków, elektronicznej pozytywki i brzęczyka piezoelektrycznego. Po zgnieceniu powoli odzyskuje początkowy kształt i następuje zwarcie styków powodujące zamknięcie obwodu i odtwarzanie melodii lub powiedzenia.

Ciała sprężyste i niesprężyste, histereza sprężystości, obwód elektryczny.

# 127 KULKA żelowa

właściwości ciał

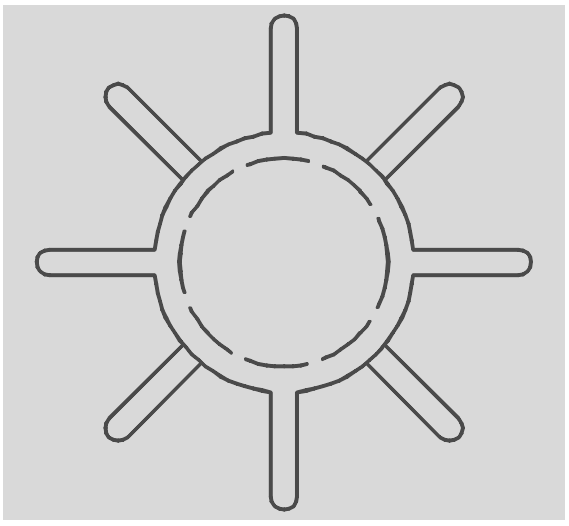


Sprężysta i lepka kulka z usieciowionego alkoholu poliwinylowego. Bardzo łatwo odkształca się i powoli wraca do stanu początkowego oraz przykleja do powierzchni staczając po niej, np. po pionowej ścianie.

Ciała lepkosprężyste, zderzenia niesprężyste, przemiany energii, histereza sprężystości.

# 128 SCHODZĄCA ośmiornica żelowa

właściwości ciał

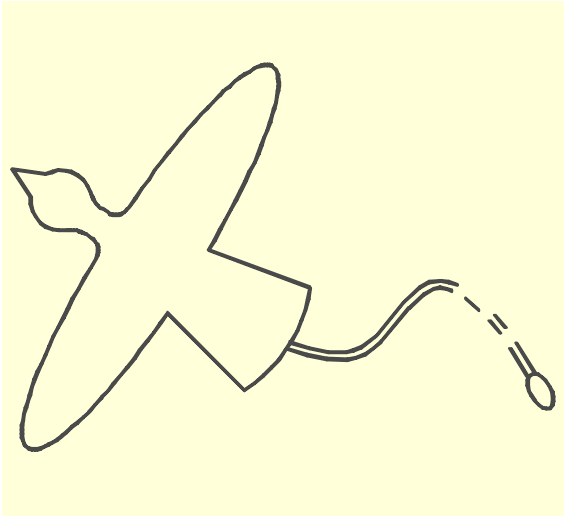


Wykonana z usieciowionego alkoholu poliwinylowego bardzo elastyczna i lepka kształtka w postaci półsfery z promienistymi grubymi nićmi. Po rzuceniu na ścianę spłaszcza się przykleja a następnie samoistnie odkleja, znów przykleja itd.

Ciała lepkosprężyste, zderzenia niesprężyste, przemiany energii, histereza sprężystości.

# POWRACAJĄCY ptaszek żelowy 129

właściwości ciał

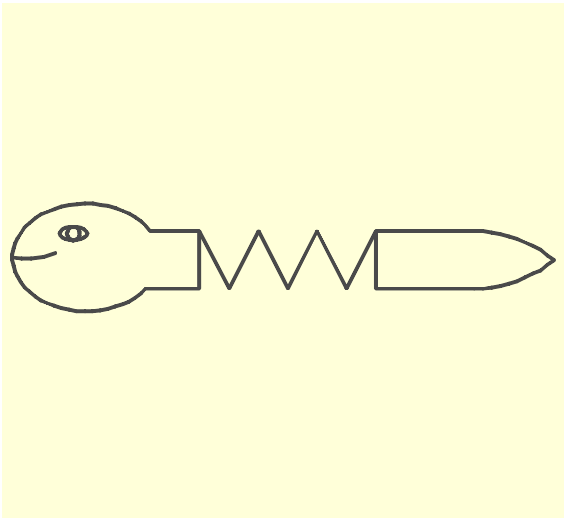


Wykonana z usieciowionego alkoholu poliwinylowego bardzo elastyczna i lepka kształtka w postaci ptaszka z grubą długą nicią. Po rzuceniu rozciąga nić, przykleja się do dowolnego przedmiotu a po pewnym czasie odkleja i powraca do rzucającego.

Ciała lepkosprężyste, zderzenia niesprężyste, przemiany energii, histereza sprężystości.

# LEPKOSPRĘŻYNIAK 130

właściwości ciał

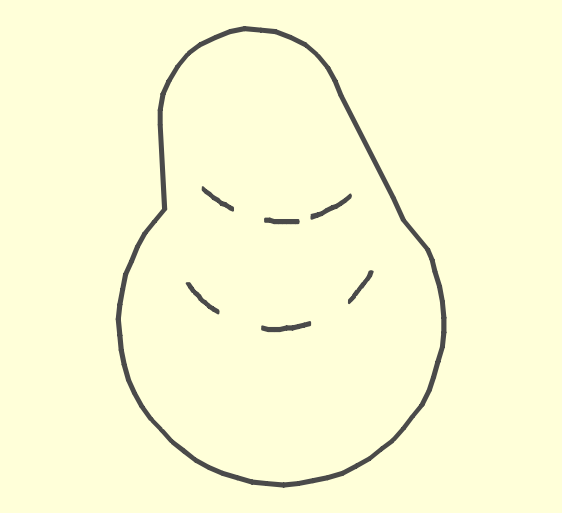


Wykonane z usieciowionego alkoholu poliwinylowego bardzo elastyczne i lepkie kształtki w postaci głowy i tylnej części zwierzaka, np. robaka, połączone małą sprężynką slinky. Po rzuceniu na pionową powierzchnię przyklejają się a po pewnym czasie głowa ulega odklejeniu rozciąga sprężynkę i opada oraz ponownie przykleja się. Następnie to samo powtarza się z tylną częścią zabawki i w ten sposób ona schodzi.

Ciała lepkosprężyste, zderzenia niesprężyste, przemiany energii, histereza sprężystości.

# 131 SZPACHLÓWKA

właściwości ciał

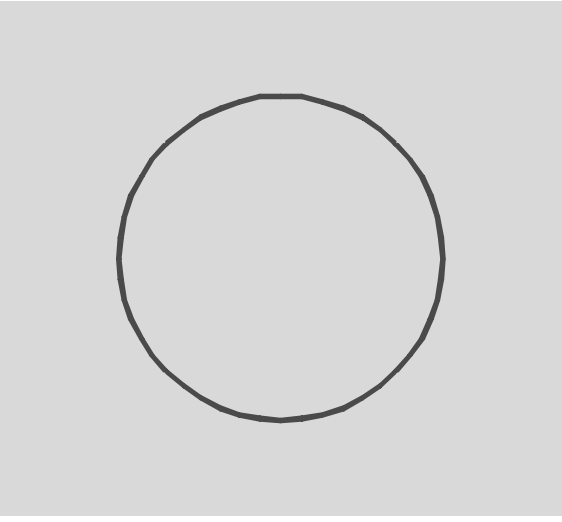


Częściowo spolimeryzowane tworzywo sztuczne, daje się formować jak plastelina. Jest też lepkie i sprężyste, z opóźnieniem wraca do kształtu początkowego. Płynie pod własnym ciężarem, rozerwane skleja się po złożeniu obu części.

Ciała lepkosprężyste, relaksacja naprężeń, płynięcie, histereza sprężystości.

# 132 SKACZĄCA plastelina

właściwości ciał



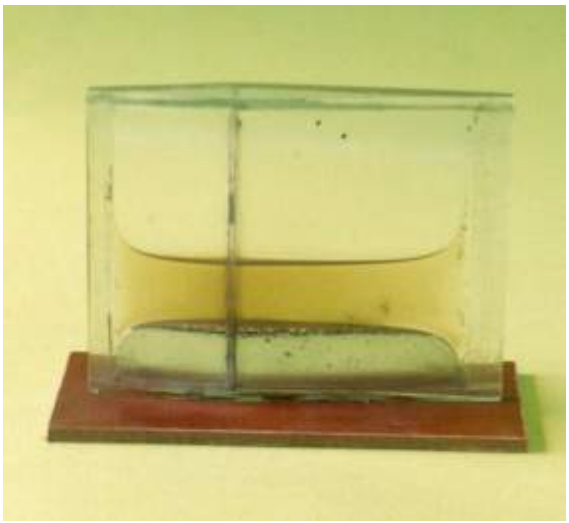
Łatwo poddająca się formowaniu lepka masa. Po rzuceniu uformowanej bryłki odbija się sprężyście.

Ciała lepkosprężyste, zderzenia sprężyste, relaksacja naprężeń, płynięcie, histereza sprężystości.

# mechanika płynów

# KLINY cieczowe 133

napięcie powierzchniowe



Zamknięte przezroczyste naczynie o podstawie w kształcie deltoidu zawierające dwie nie mieszające się ze sobą ciecze, z których jedna zwilża a druga nie zwilża ścianek naczynia. Ciecze tworzą meniski wklęsłe i wypukłe o różnym zakrzywieniu w częściach naczynia o różnym kącie zbieżności.

Napięcie powierzchniowe, menisk, włoskowatość.

# NACZYNIE do puszczania baniek 134

napięcie powierzchniowe

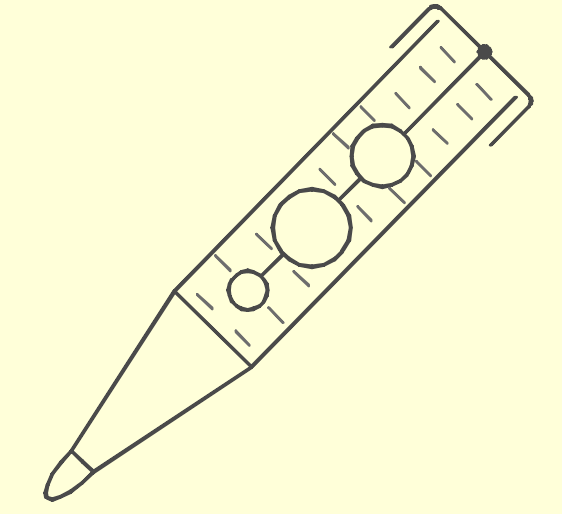


Napełnione roztworem mydła cylindryczne naczynie z zakrętką zaopatrzoną w pręcik z pierścieniem. Po zanurzeniu pierścienia w roztworze pozostaje na nim błona, która po dmuchnięciu zmienia się w bańkę mydlaną.

Napięcie powierzchniowe.

# 135 DŁUGOPIS do puszczania baniek

napięcie powierzchniowe



Dolna część długopisu ma krótki wkład piszący a górna stanowi przezroczystą rurkę napełnioną roztworem mydła i zamykaną nakrętką z pręcikiem zaopatrzonym w kilka małych pierścieni. Po zanurzeniu pierścieni w roztworze pozostają na nich błony, która po dmuchnięciu zmieniają się w bańki mydlane.

Napięcie powierzchniowe.

# 136 NACZYNIE do trwałych baniek

napięcie powierzchniowe

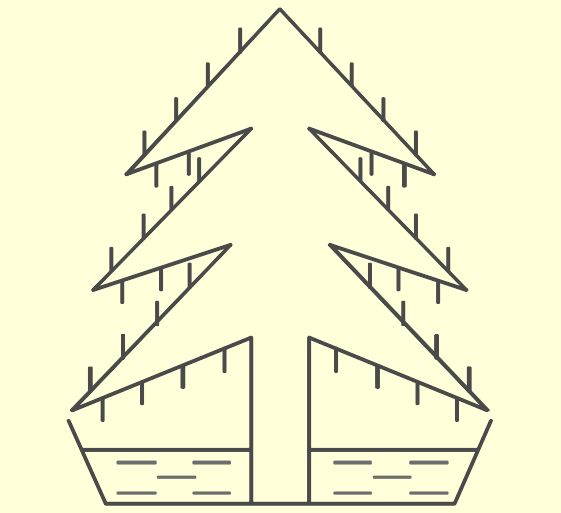


Naczynie do puszczania trwałych baniek. Napełnione specjalną cieczą zestalającą się w powietrzu cylindryczne naczynie z zakrętką zaopatrzoną w pręcik z ramką w kształcie wydłużonego rombu. Po zanurzeniu ramki w cieczy pozostaje na niej błona, która po dmuchnięciu zmienia się w trwałą bańkę.

Napięcie powierzchniowe, zmiany stanu skupienia.

# OSNIEŻONA choinka 137

napięcie powierzchniowe

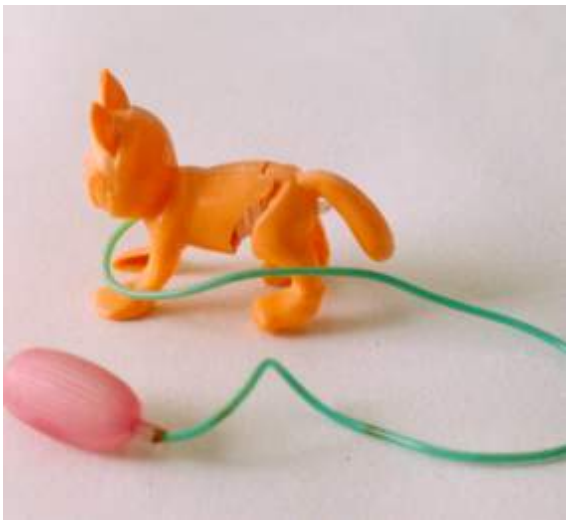


Figurka choinki wycięta ze nasiąkliwego kartonu, po ustawieniu na podstawce z roztworem soli wchłania go. Następnie w czasie kilku godzin woda odparowuje i na gałęziach drzewka pojawiają się kryształy soli przypominające śnieg.

Zwilżalność, włoskowatość, parowanie, krystalizacja.

# SKACZĄCY kotek 138

statyka płynów



Figurka kotka, w której tylne łapy i ogon są połączone zawiasowo z przednią częścią a między obu częściami wewnątrz figurki znajduje się sprężysty mieszek połączony długą cienką rurką z elastyczną gruszką. Po ściśnięciu gruszki mieszek rozpręża się i kotek podskakuje.

Prawo Pascala, akcja i reakcja, przemiany energii.

## 139 CHODZĄCY skorpion

statyka płynów

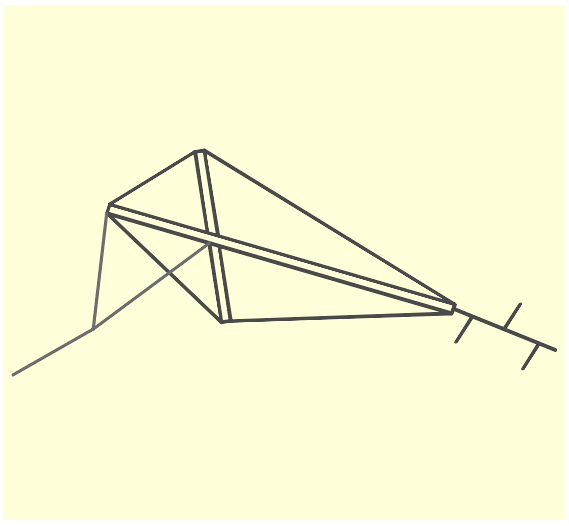


Figurka skorpiona, pod którą przymocowana jest sprężysta zwinięta w spiralę gumowa rurka zamknięta na jednym końcu a na drugim połączona długą cienką rurką z elastyczną gruszką. Po ściśnięciu gruszki gumowa rurka rozwija się i skorpion podskakuje.

Prawo Pascala, akcja i reakcja, przemiany energii.

## 140 LATAWIEC

statyka płynów

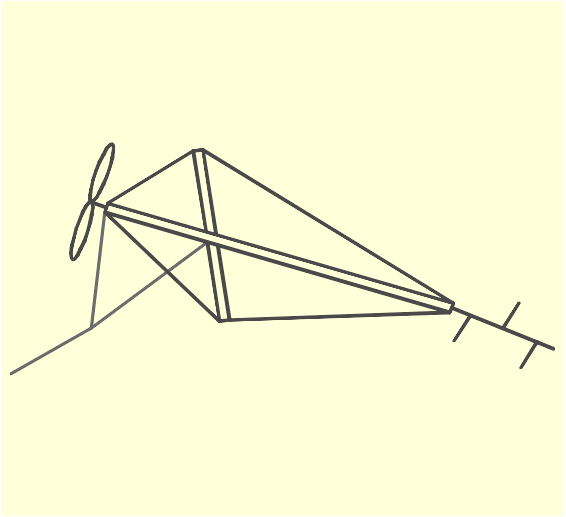


Złożony z wygiętego płata folii rozpiętego na szkielecie z prętów przywiązanych do sznurka. Podczas ciągnięcia sznurka lub podmuchu wiatru wytwarzana jest siła nośna unosząca latawiec.

Opór powietrza, prawo Bernouliego.

# LATAWIEC helikopterowy 141

statyka płynów

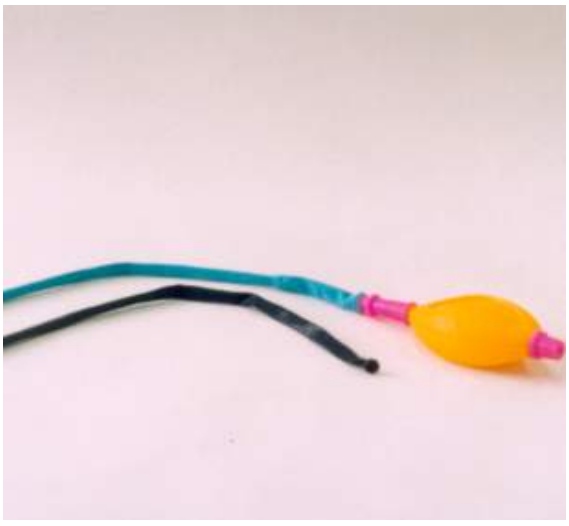


Złożony z płata folii rozpiętego na szkielecie z prętów przywiązanych do sznurka i śmigła. Podczas ciągnięcia sznurka lub podmuchu wiatru śmigło obraca się wytwarzając siłę nośną unoszącą latawiec.

Opór powietrza, prawo Bernouliego.

# BALONY do modelowania 142

statyka płynów



Cienkie długie elastyczne rurki zamknięte półkuliście na jednym końcu. Po nadmuchaniu można wytworzyć na nich cylindryczne części o różnych średnicach.

Ciśnienie gazów, wytrzymałość zbiornika walcowego.

# 143 PRZELEWANKA w breloczku

statyka płynów



Dwie zabarwione nie mieszające się ze sobą ciecze o różnej gęstości zamknięte w naczyniu o soczewkowym kształcie, zawierającym model jachtu pływającego w górnej cieczy o mniejszej gęstości i figurkę rybki pływającą tylko w dolnej cieczy o większej gęstości. Mimo potrząsania naczyniem jachtu nie można zatopić a rybka nie może wypłynąć do górnej cieczy.

Właściwości cieczy, prawo Archimedesa, warunki pływania ciał.

# 144 PRZELEWANKA w bibelocie

statyka płynów



Podobnie zbudowana i działająca jak przelewanka w breloczku, zob. pkt. 143, z tą różnicą, że ciecze są w podłużnym naczyniu ze szczeliną na kartki papieru. Po przechyleniu można dodatkowo obserwować fale na granicy cieczy.

Właściwości cieczy, prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, fale.

# PRZELEWANKA spiralna 145

statyka płynów

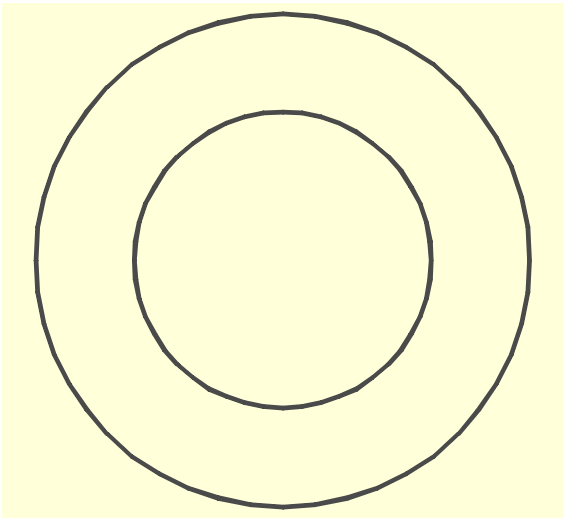


Dwie zabarwione nie mieszające się ze sobą ciecze o różnych gęstościach w cylindrycznym przezroczystym naczyniu ze spiralną równią pochyłą na wewnętrznej powierzchni bocznych ścianek i dwoma zbiorniczkami na końcach naczynia połączonymi rurką. Po odwróceniu krople cieczy o większej gęstości spływają z górnego zbiorniczka po równi pochyłej do zbiorniczka dolnego.

Właściwości cieczy, prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, równia pochyła.

# PRZELEWANKA w pojemniku 146

statyka płynów



Przelewanka w pojemniku toroidalnym. Napełniony wodą elastyczny pojemnik w kształcie zamkniętej pierścieniowej rury. Po ściśnięciu ręką w jednym miejscu ulega rozszerzeniu w pozostałej części.

Nieściśliwość cieczy, prawo Pascala.

## 147 PRZELEWANKA z turbinką

statyka płynów



Zamknięty przezroczysty cylinder z dwoma naprzeciwległymi lejkami wewnątrz zwróconymi wylotami ku środkowej części cylindra, gdzie znajduje turbinka. Wypływająca z górnego lejka woda wprawia w obrót turbinę i spływa pod dolny lejek. Po odwróceniu naczynia proces się powtarza.

Przemiany energii.

## 148 MŁYN wodny

statyka płynów

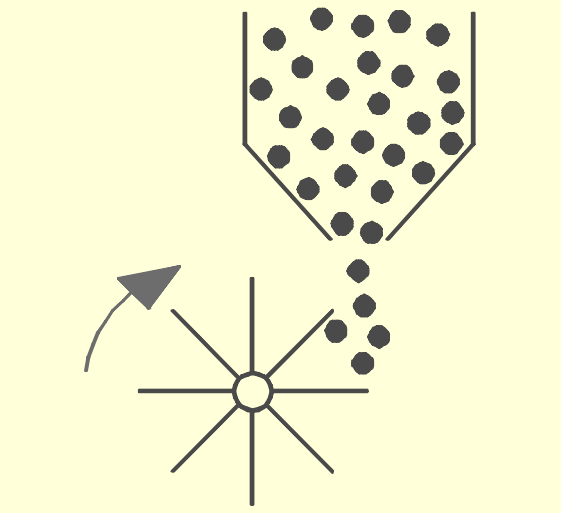


Dwie zabarwione nie mieszające się ze sobą ciecze o różnej gęstości znajdują się podzielonym na dwie części naczyniu między, którymi znajduje się koło łopatkowe. Ciecz o większej gęstości spływając do dolnej części naczynia obraca koło. Po odwróceniu naczynia proces się powtarza.

Właściwości cieczy, prawo Archimedesa, warunki pływania, przemiany energii.

# MŁYN napędzany piaskiem 149

statyka płynów



Koło łopatkowe osadzone na poziomej osi ułożyskowanej we wsporniku i lejek umieszczony nad kołem. Po nasypaniu do lejka piasku wysypuje się on na łopatki i obraca koło.

Właściwości ciał sypkich, przemiany energii.

# KLEPSYDRA 150

statyka płynów

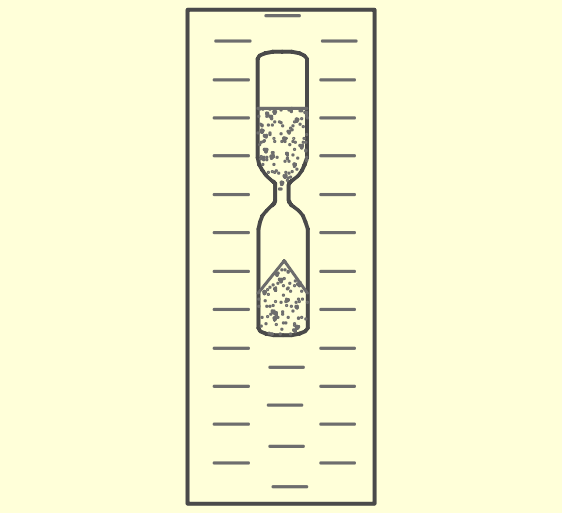


Dwa naczynia w kształcie lejków połączone wylotami, jedno z nich zawiera piasek. Po odwróceniu naczynia z piaskiem ku górze przesypuje się on do dolnego naczynia w stałym przedziale czasu. Po przesypaniu i kolejnym odwróceniu proces powtarza się.

Właściwości ciał sypkich, pomiar czasu.

## 151 PŁYWAJĄCA klepsydra

statyka płynów

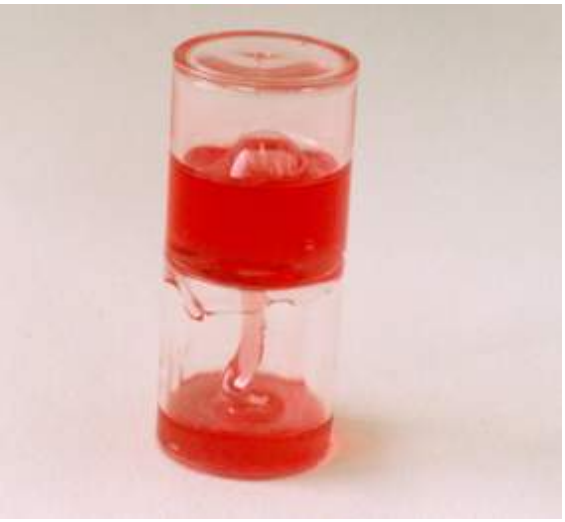


Typowa klepsydra, zob. pkt. 150 umieszczona w zamkniętym cylindrze wypełnionym cieczą o odpowiednio dobranej gęstości. Podczas przesypywania się piasku pływa a po zakończeniu tego procesu tonie.

Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, właściwości ciał sypkich, pomiar czasu.

## 152 KLEPSYDRA żelowa

statyka płynów



Cylindryczne przezroczyste naczynie podzielone w połowie wysokości poprzeczną przegrodą z otworem zawiera bardzo lepką ciecz. Po odwróceniu części z cieczą do góry zachodzi jej powolny przepływ przez otwór i tworzy się wirująca kolumna.

Ciecze nienewtonowskie, efekt Fano, ciśnienie powietrza.

# MAGICZNA butelka 153

statyka płynów




Przezroczysta plastikowa butelka o podwójnych ściankach z nieprzezroczystą górną częścią w kształcie smoczka zawiera zabarwioną ciecz wypełniającą przestrzeń między ściankami. Po odwróceniu butelki ciecz ta całkowicie spływa do smoczka i pozornie znika.

Właściwości cieczy, rozchodzenie się światła.

# MAGICZNY kieliszek 154

statyka płynów



Z podwójnymi ściankami górnej części, między którymi znajduje się zabarwiona ciecz. Mimo przechylenia kieliszka nie można się z niego napić ani wylać cieczy.

Właściwości cieczy, rozchodzenie się światła.

## 155 NUREK Kartezjusza

statyka płynów

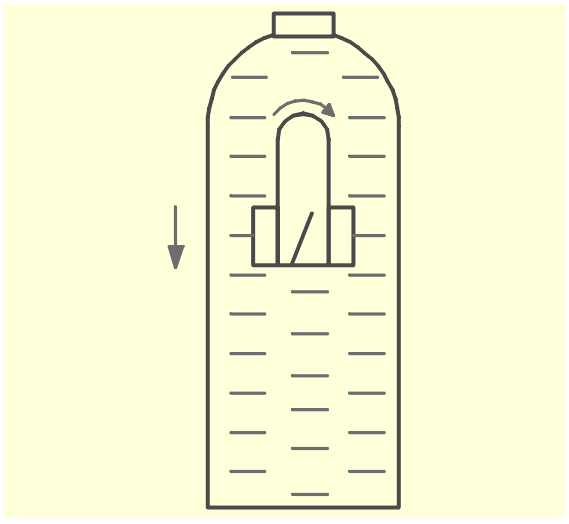


Odwrócona do góry dnem probówka obciążona w pobliżu krawędzi pływa w cylindrze napełnionym wodą i zamkniętym od góry gumową membraną lub w zamkniętej plastikowej butelce. Podczas naciskania na membranę lub butelkę woda wchodzi do probówki, która tonie. Po ustaniu nacisku powietrze w probówce rozpręża się, wypiera wodę i nurek wypływa.

Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, prawo Pascala, ściśliwość powietrza.

## 156 NUREK Kartezjusza wirujący

statyka płynów

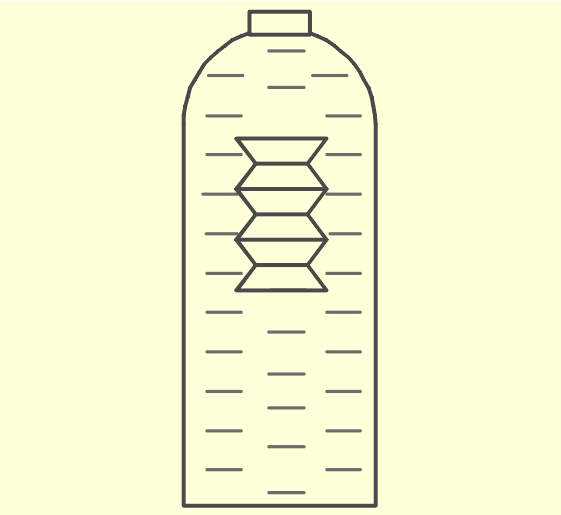


Podobny do klasycznego nurka Kartezjusza, zob. pkt. 155. Z tą różnicą, że na probówkę w dolnej części nałożone jest koło o ukośnych łopatkach, powodujące obrót nurka podczas jego zatapiania i wypływania.

Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, prawo Pascala, ściśliwość powietrza, ruch obrotowy.

# NUREK Kartezjusza mieszkowy 157

statyka płynów

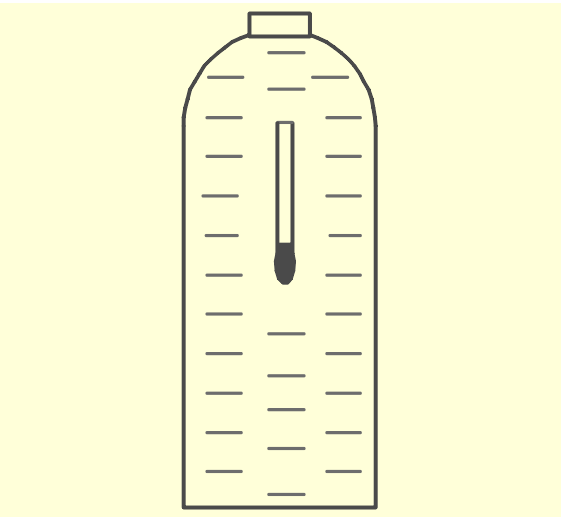


Elastyczny szczelnie zamknięty mieszek pływający w cylindrze zamkniętym gumową membraną lub zamkniętej plastikowej butelce. Podczas naciskania na membranę lub butelkę objętość mieszka maleje i ulega on zatopieniu. Po ustaniu nacisku mieszek rozpręża się i wypływa.

Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, prawo Pascala, ściśliwość powietrza, właściwości sprężyste ciał.

# NUREK Kartezjusza z zapałki 158

statyka płynów

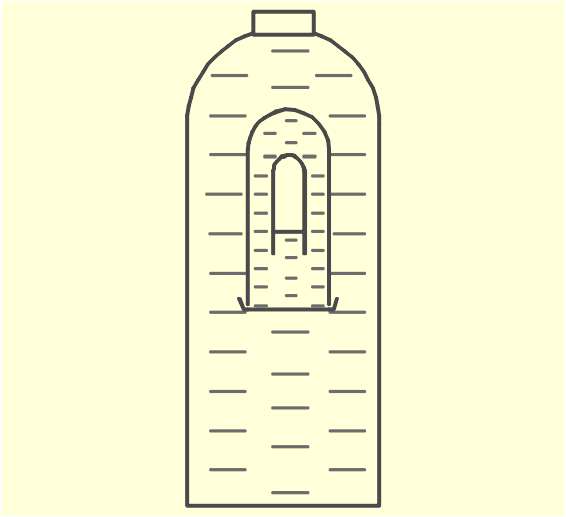


Zapałka pływająca w zamkniętej plastikowej butelce wypełnionej wodą. Po silnym ściśnięciu butelki tonie, ponieważ powietrze w porach drewna zapałki zostaje sprężone. Gdy nacisk ustanie, powietrze rozpręża się i nurek wypływa.

Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, prawo Pascala, ściśliwość powietrza.

## 159 PODWÓJNY nurek Kartezjusza

statyka płynów

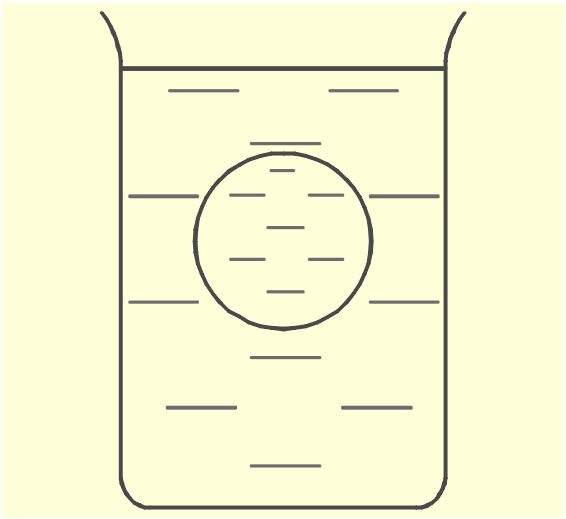


Podobny do klasycznego nurka Kartezjusza, zob. pkt. 155. Z tą różnicą, że długa probówka wypełniona wodą zamknięta jest od dołu gumową membraną a wewnątrz niej znajduje się druga probówka również stanowiąca nurka.

Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, prawo Pascala, ściśliwość powietrza.

## 160 KULA olejowa

statyka płynów

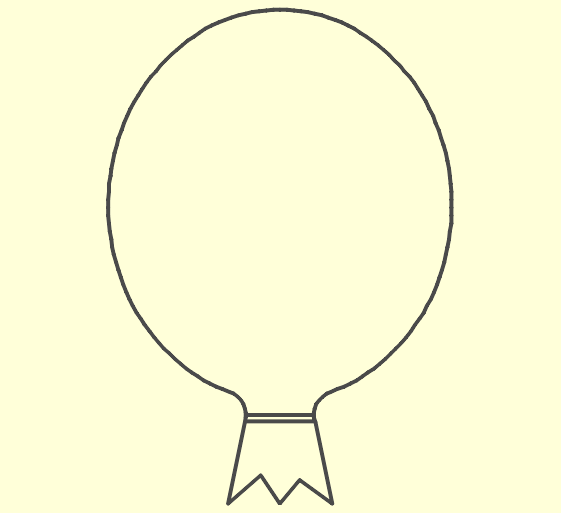


Kilkucentymetrowej średnicy kula oleju pływa w mieszaninie wody i alkoholu o gęstości równej gęstości oleju.

Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, napięcie powierzchniowe, efekt Plateau.

# BALONIK 161

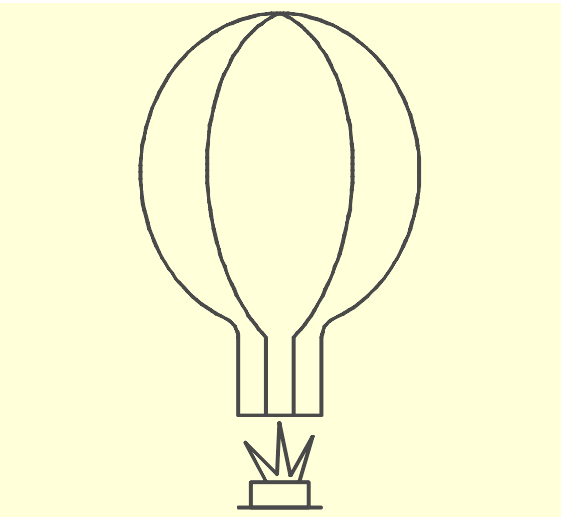
statyka płynów



Szczelnie zamknięty napełniony helem, tlenkiem węgla lub gazem ziemnym balonik wnosi się w powietrze.
Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, siła wyporu w gazach.

# BALON na gorące powietrze 162

statyka płynów



Otwarta od dołu sklejona z cienkiego papieru powłoka balonu o średnicy ok. 1,5 m. Po ostrożnym umieszczeniu nad kuchenką elektryczną lub kocherem gazowym i ogrzaniu wznosi się w powietrze.
Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, siła wyporu w gazach.

## 163 PODSKAKUJĄCA żabka

statyka płynów



Figurka żabki zaopatrzona od dołu w przyssawkę, w której znajduje się sprężynka, podskakuje po zmniejszeniu się ciśnienia zewnętrznego.

Ciśnienie atmosferyczne, akcja i reakcja.

## 164 PIŁKA z przyssawkami

statyka płynów

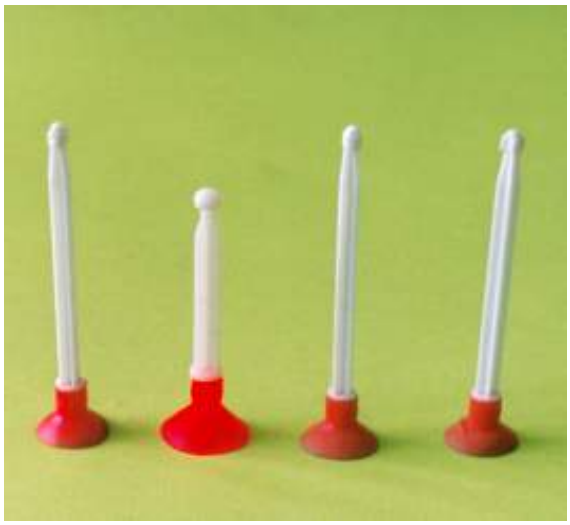


Plastikowa kula utworzona z kilkunastu radialnie rozmieszczonych przyssawek i dwie wklęsłe tarcze z uchwytami. Używane do gry polegającej na wyrzuceniu kuli i złapaniu jej tarczą, do której ulega przyssaniu w chwili uderzenia.

Ciśnienie atmosferyczne, rzut ukośny.

# STRZAŁA z przyssawką 165

statyka płynów



Pręcik zakończony przyssawką i wystrzeliwany z zabawkowego pistoletu sprężynowego do tarczy ulega przyssaniu w chwili zderzenia.

Ciśnienie atmosferyczne, rzut ukośny.

# WIESZAK z przyssawką i dźwignią 166

statyka płynów

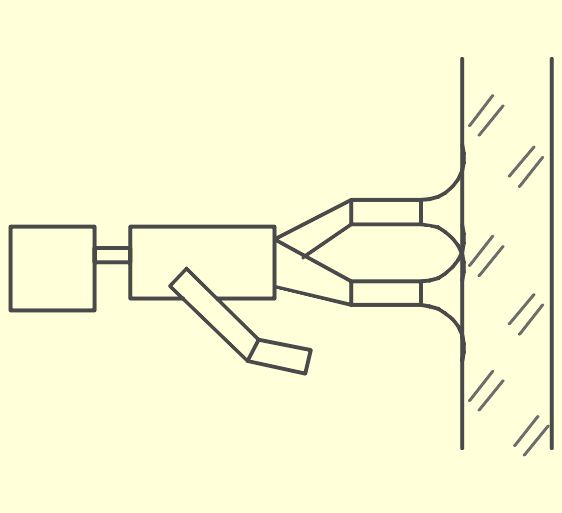


Haczyk połączony z przyssawką i zaopatrzony w dźwignię dwustronną z jednym ramieniem wewnątrz a drugim na zewnątrz przyssawki. Po przyciśnięciu do gładkiej powierzchni ulega przyssaniu a naciśnięcie dźwigni ułatwia oderwanie haczyka.

Ciśnienie atmosferyczne, dźwignia dwustronna.

## 167 ROBOT z przyssawkami

statyka płynów

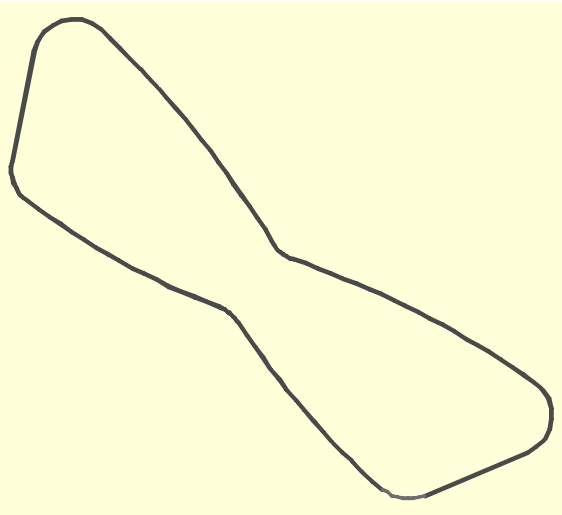


Model człekokształtnego robota z butami wyposażonymi w przyssawki. Napędzany silniczkiem elektrycznym zasilanym z umieszczonej w nim baterii chodzi po pionowej szybie.

Ciśnienie atmosferyczne, dźwignie, przemiany energii.

## 168 ŚMIGŁO

dynamika płynów

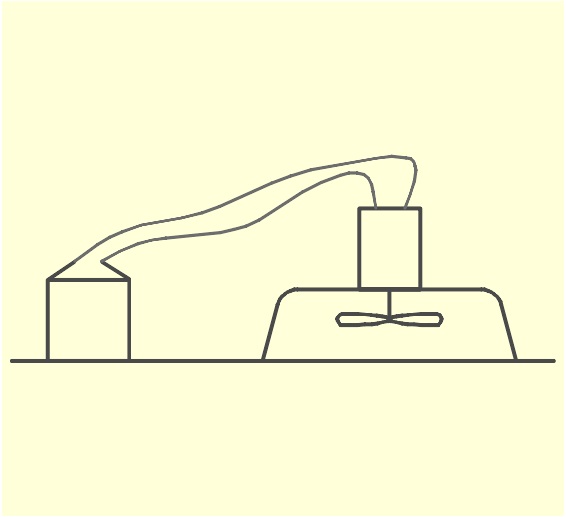


Śmigło w kształcie nasienia klonu. Dwułopatkowe śmigiełko w kształcie rozwartej litery V, podrzucone wiruje podczas opadania.

Opór powietrza, ruch złożony.

# PODUSZKOWIEC 169

dynamika płynów



Model poduszkowca napędzany silnikiem elektrycznym z baterii stojących na stole i połączonych przewodem.

Ciśnienie i opór powietrza.

# BUMERANG 170

dynamika płynów

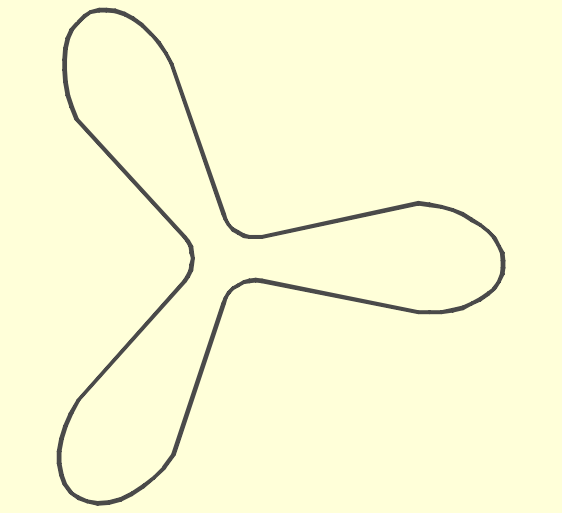


Kształtka w postaci rozwartej litery V o specjalnie dobranym zaokrąglonym przekroju ramion. Rzucona ukośnie zatacza łuk i powraca.

Prawo Bernouliego, opór powietrza, ruch trójwymiarowy.

## 171 BUMERANG pokojowy

dynamika płynów



Trójłopatkowe śmigiełko o specjalnie dobranym przekroju ukośnie ustawionych łopatek. Rzucone pod pewnym kątem do poziomu zatacza łuk i powraca.

Prawo Bernouliego, opór powietrza, ruch trójwymiarowy.

## 172 ŻABKA z kulą żelową

dynamika płynów



Gumowa figurka żabki o szeroko otwartych ustach zawiera elastyczną częściowo przezroczystą kulę wypełnioną dwiema nie mieszającymi się lepkimi cieczami o różnych barwach. Po ściśnięciu widoczne są wiry strumieni jednej cieczy w drugiej.

Sprężystość, właściwości cieczy, turbulencje.

# BRANSOLETKĄ z cieczą 173

dynamika płynów



Zamknięta rurka w kształcie jednego lub kilku pierścieni wypełnionych lepką cieczą z ziarenkami brokatu. Podczas poruszania rurką ziarenka powoli opadają.

Lepkość, warunki pływania ciał.

# LINIJKA z cieczą 174

dynamika płynów

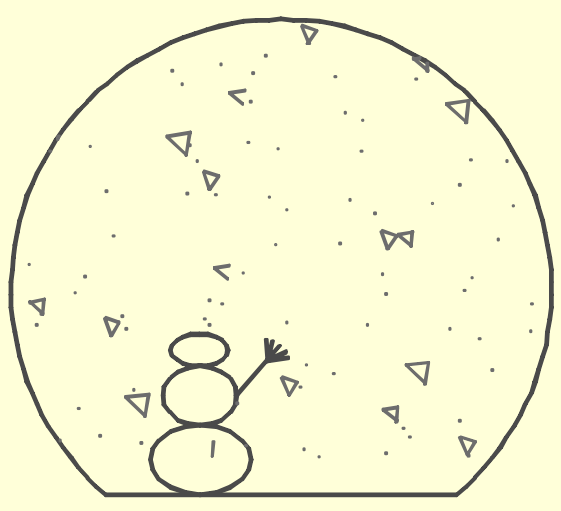


Zaopatrzony w podziałkę zamknięty pojemnik kształcie linijki wypełniony lepką cieczą ze skrawkami kolorowej folii. Podczas poruszania linijką skrawki powoli opadają.

Lepkość, warunki pływania ciał.

## 175 KULA śnieżna

dynamika płynów



Zamknięty przezroczysty pojemnik o kształcie ściętej kuli z zimowym krajobrazem na dnie. Zawiera lepką ciecz, w której powoli opadają białe skrawki folii i ziarenka brokatu.

Lepkość, warunki pływania ciał.

## 176 JAJKO dyngusowe

dynamika płynów

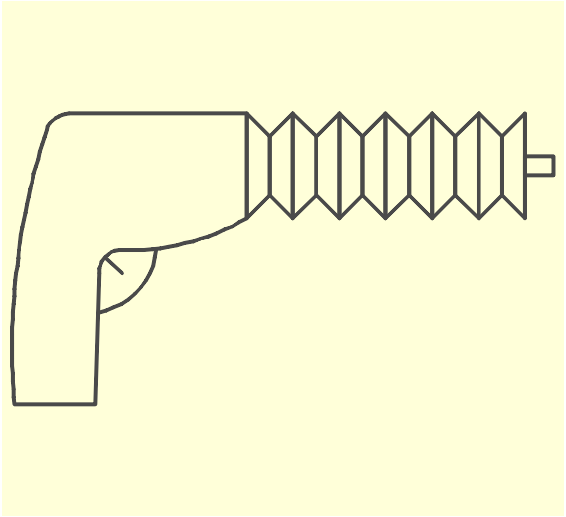


Napełniony wodą giętki cienkościenny pojemnik, np. w kształcie elipsoidy lub słonia, zamykany korkiem z otworem połączonym z rurką przechodzącą wzdłuż osi pojemnika. Po ściśnięciu następuje wypływ cienkiego strumienia wody.

Prawo Pascala, rzut ukośny.

# PISTOLET dyngusowy 177

dynamika płynów



Model pistoletu złożony z mechanizmu naciskowego i giętkiego cienkościennego pojemnika w kształcie mieszka z otworem wypełnionego wodą. Po naciśnięciu spustu z pojemnika wypływa strumień wody.

Prawo Pascala, rzut ukośny.

# PRZEZROCZYSTY krążek z wodą 178

dynamika płynów



Szczelnie zamknięte naczynie w kształcie przezroczystego cienkiego dysku do połowy objętości wypełnione wodą. Po popchnięciu może toczyć się wprawiając w ruch część wody. Wiązka światła skierowana na naczynie ulega załamaniu lub wewnętrznemu odbiciu.

Bezwładność, lepkość, załamanie i wewnętrzne odbicie światła.

## 179 PRZEZROCZYSTY dysk z żelem

dynamika płynów

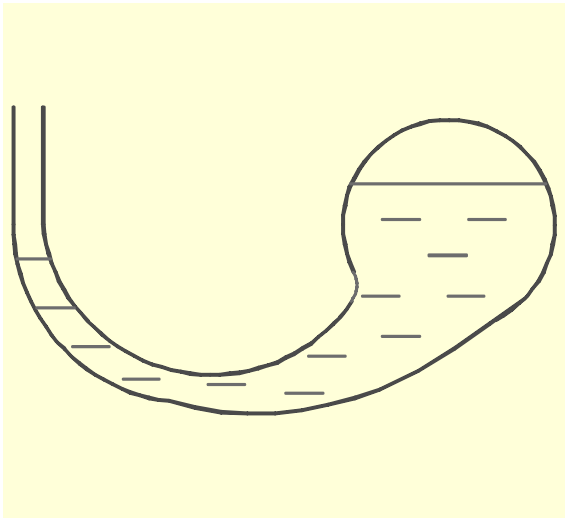


Podobny jak krążek z wodą, zob. pkt. 178. Z tą różnicą, że wypełniony jest do połowy objętości bardzo lepkim żelem, którego ruch opóźnia się względem ruchu dysku. Może być też umieszczony na osi wspólnie z dyskiem z wodą.

Bezwładność, lepkość cieczy nienewtonowskiej, załamanie i wewnętrzne obicie światła.

## 180 BAROMETR Goethego

dynamika płynów



Częściowo napełnione zabarwioną wodą dwuramienne naczynia połączone z jednym ramieniem kuliście rozszerzonym i zamkniętym a drugim otwartym. Podczas zmian ciśnienia atmosferycznego zmienia się różnica poziomów wody w obu ramionach.

Ciśnienie atmosferyczne, naczynia połączone.

# WIOSŁUJĄCA rybka 181

dynamika płynów

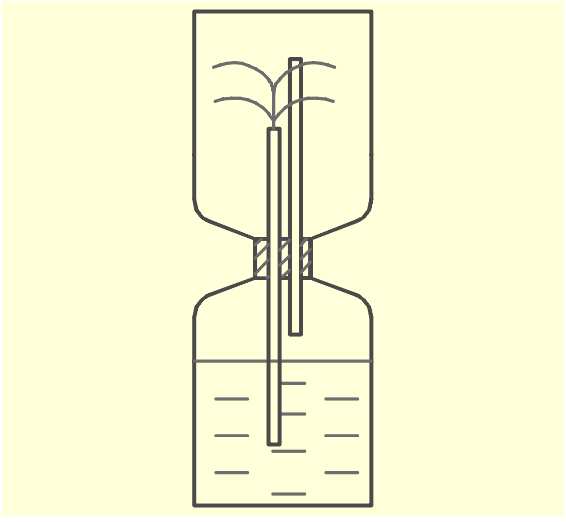


Podobna do podskakującej rybki, zob. pkt. 54. Z tą różnicą, że płetwy rybki napędzane mechanizmem sprężynowym wykonują ruch obrotowy wokół osi poprzecznej rybki, która dzięki temu może pływać wytwarzając falę uderzającymi o wodę płetwami.

Pływanie ciał, akcja i reakcja, przemiany energii, fale, zjawisko Dopplera.

# FONTANNA Herona 182

dynamika płynów

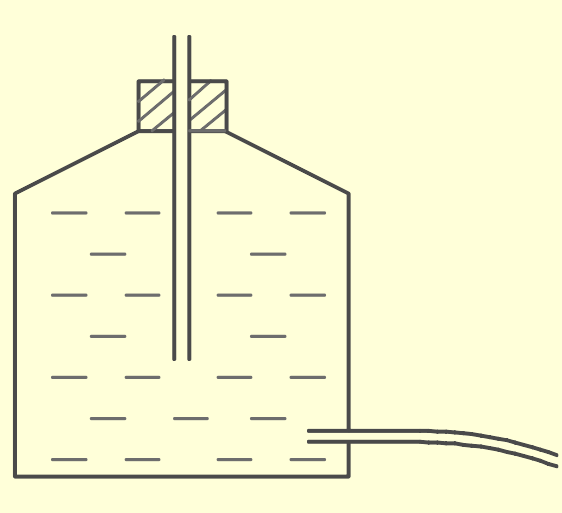


Dwie butelki w tym jedna napełniona częściowo wodą połączone szyjkami, w których znajduje się korek z dwiema długimi rurkami wystającymi w przeciwne strony i zaopatrzonymi w otworki przy korku. Po odwróceniu butelki z wodą do góry spływa ona przez jedną z rurek a z drugiej rurki wytryskuje fontanna.

Ciśnienie hydrostatyczne, ruch cieczy.

## 183 BUTLA Mariotte`a

dynamika płynów



Napełniona wodą butelka z bocznym wylotem przy dnie zamknięta od góry korkiem z pionową rurką zanurzoną w wodzie. Dopóki poziom wody jest powyżej dolnego końca rurki wypływ zachodzi ze stałą prędkością.

Ciśnienie hydrostatyczne, ruch cieczy.

## 184 GRA wodna

dynamika płynów



Wypełnione częściowo wodą zamknięte naczynie o różnym kształcie, np. telefonu, z dwoma tłoczkami, zawierające kilka małych pierścieni i dwa pręciki. Naciskanie tłoczków wytwarza strumienie wody wprawiające w ruch pierścienie, które powinny nałożyć się na pręciki.

Prawo Pascala, opory ruchu.

# GRA wodna – HIPOPOTAM 185

dynamika płynów

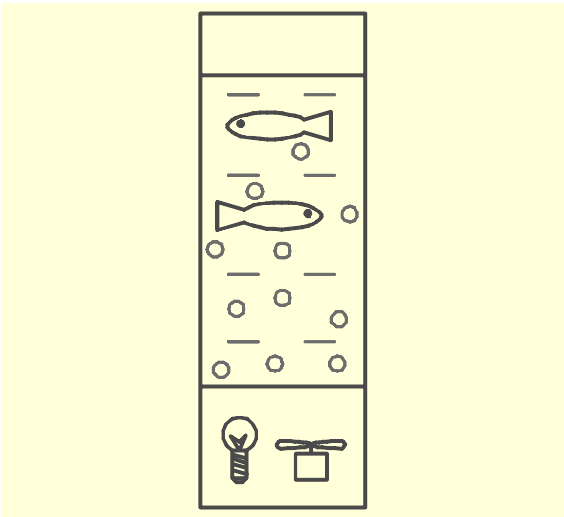


Wypełnione częściowo wodą zamknięte naczynie z tłoczkiem zawierające figurkę hipopotama z otwieraną zawiasowo paszczą i kilka kulek. Naciskanie tłoczka wytwarza strumień wody otwierający paszczę i wprawiający w ruch kulki, które powinny wpaść do paszczy.

Prawo Pascala, opory ruchu.

# AKWARIUM w rurze 186

dynamika płynów



Długa przezroczysta pionowo ustawiona i podświetlana od dołu rura wypełniona częściowo wodą, w której pływa kilka plastikowych rybek. Powietrze wtłaczane od dołu do rury powoduje wypływanie i opadanie rybek.

Prawo Archimedesa, warunki pływania ciał.

## 187 PIASKOWE krajobrazy

dynamika płynów

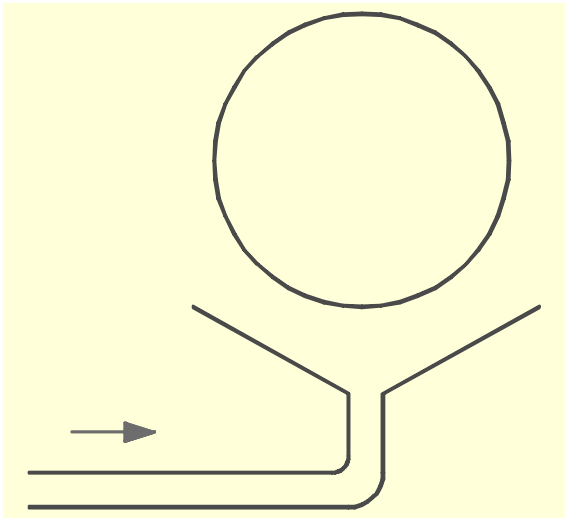


Różnokolorowy piasek, powietrze i woda zawarte między dwiema równoległymi szybami oprawionymi szczelną ramką mogącą obracać się w stojaku. Po obróceniu ramki piaskiem do góry opada on bardzo powoli tworząc różne wzory przypominające górskie krajobrazy.

Właściwości ciał sypkich, opory ruchu.

## 188 LEWITUJĄCA kula

dynamika płynów



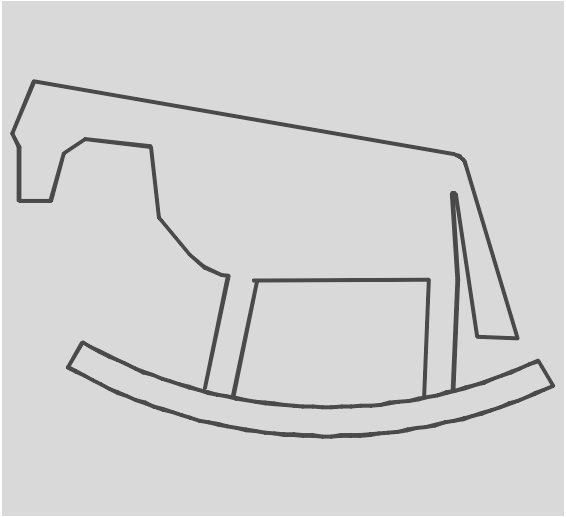
Niewielka kulka umieszczona nad fajką, której cybuch ma kształt lejka. Wdmuchiwane powietrza przez ustnik fajki powoduje zawiśnięcie kulki nad lejkiem.

Prawo Bernouliego, siła nośna.

# drgania i fale

# KOŃ na biegunach 189

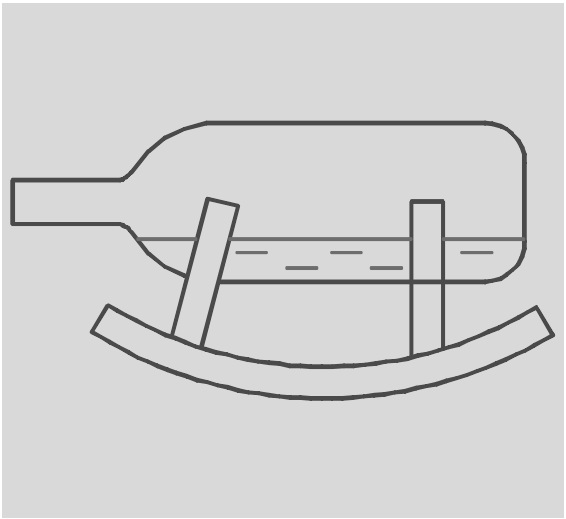
drgania



Figurka konia umieszczona na dwóch łukowych płozach, kołysze się po wychyleniu z położenia równowagi.
Wahadło fizyczne, środek masy.

# KOŁYSZĄCA się butelka 190

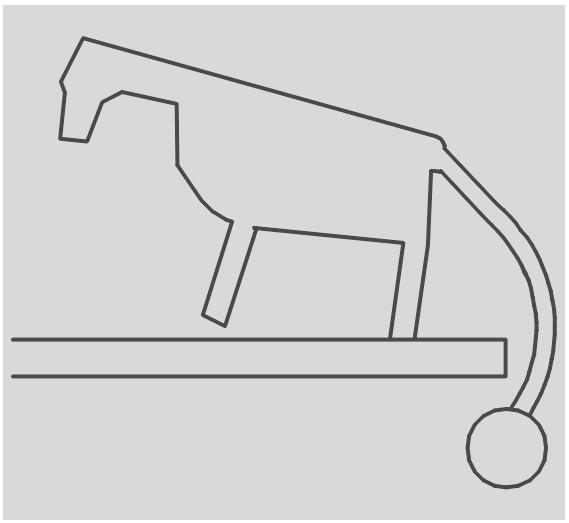
drgania



Butelka do wina umieszczona na podstawie z łukowo wygiętymi płozami, kołysze się po wychyleniu z położenia równowagi.
Wahadło fizyczne, środek masy.

## 191 KOŃ napędzany wahadłem

drgania

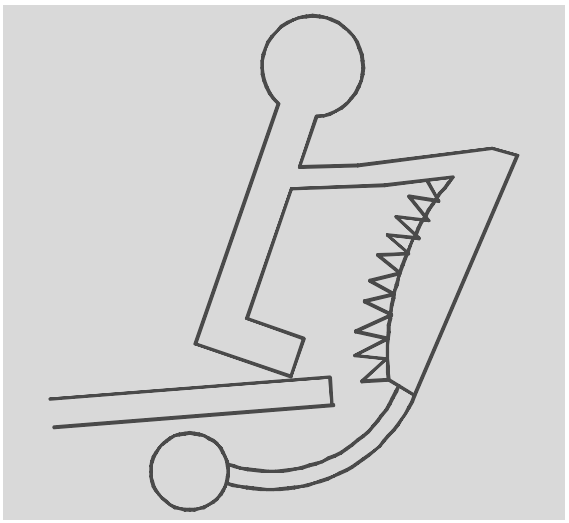


Figurka konia podparta na tylnych nogach w pobliżu końca deski i połączona łukowo wygiętym prętem z ciężką kulą znajdującą się pod deską. Kołysze się po wychyleniu z położenia równowagi.

Wahadło fizyczne, środek masy.

## 192 TRACZ

drgania

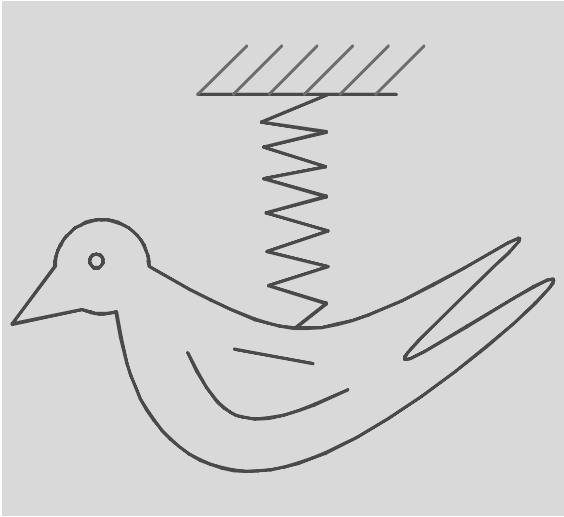


Figurka robotnika z piłą podparta w pobliżu końca deski i połączona z ciężką kulą. Podobnie jak w przypadku konia napędzanego wahadłem, zob. pkt. 191, kołysze się po wychyleniu z położenia równowagi.

Wahadło fizyczne, środek masy.

# PTAK na sprężynie 193

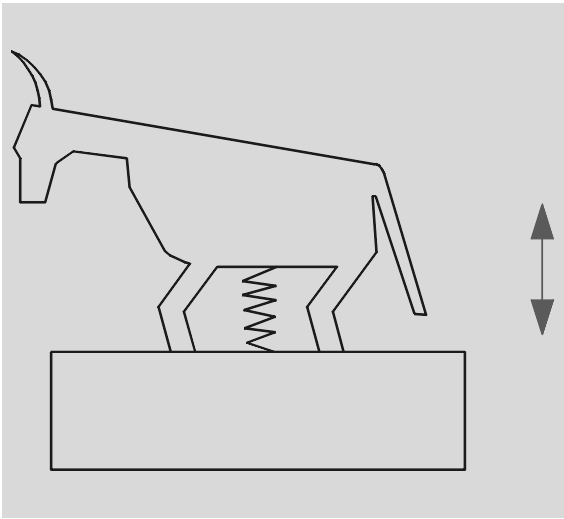
drgania



Figurka ptaka zawieszona na sprężynie śrubowej. Po pociągnięciu wykonuje drgania w kierunku pionowym.
Wahadło sprężynowe.

# TAŃCZĄCY byczek 194

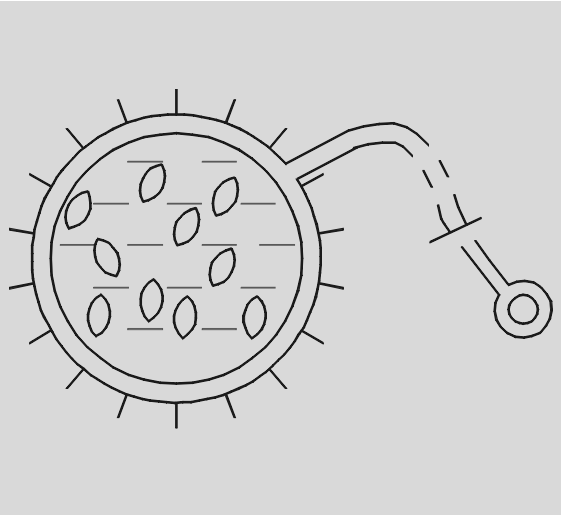
drgania



Figurka byczka na giętkich sprężystych nogach ustawiona na podstawce. Napędzana umieszczonym w niej mechanizmem sprężynowym i naprężeniami materiału nóg wykonuje drgania.
Drgania, sprężystość.

# 195 WAHADŁO elastyczne

drgania

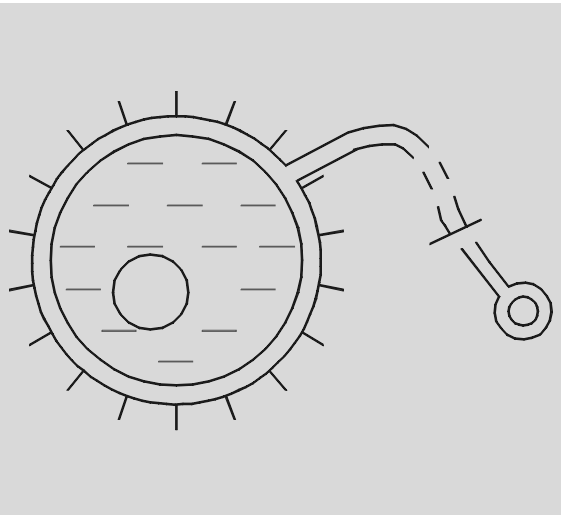


Elastyczna częściowo przezroczysta kula z miękkimi kolcami wypełniona zawiesiną złożoną z wody i nie mieszającej się z nią zabarwionej cieczy, przymocowana do elastycznej taśmy. Łatwo ulega dużym odkształceniom z widocznymi w zawiesinie turbulencjami i wprawia się w drgania.

Wahadło sprężynowe, wahadło o zmiennej długości, właściwości sprężyste ciał, właściwości cieczy, turbulencje.

# 196 WAHADŁO z czujnikiem ruchu

drgania

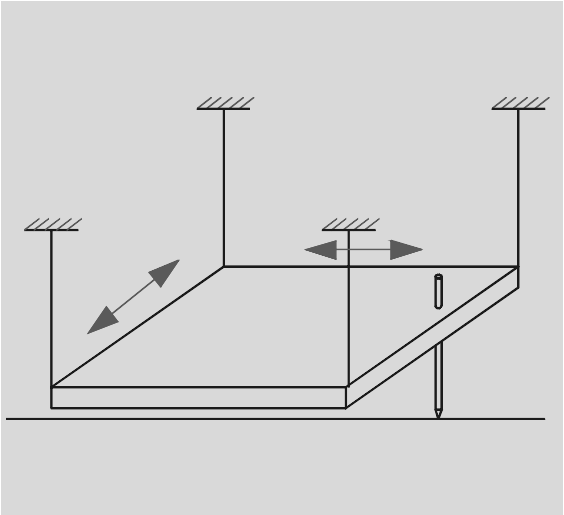


Podobne do wahadła elastycznego, zob. pkt. 195, z tą różnicą, że kula wypełniona jest wodą i zawiera przezroczystą kulkę z bezwładnościowym czujnikiem ruchu, zob. pkt. 36. Łatwo ulega dużym odkształceniom i wprawia się w drgania a podczas gwałtownych ruchów świeci włączana przez czujnik żaróweczka.

Wahadło sprężynowe, wahadło o zmiennej długości, właściwości sprężyste ciał, bezwładność, obwód elektryczny.

# HARMONOGRAF 197

drgania

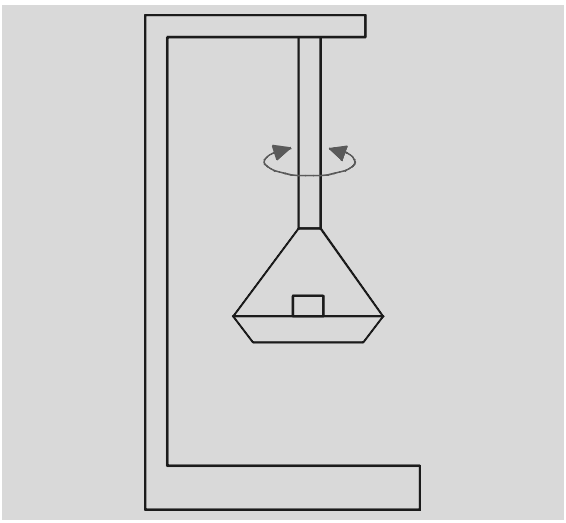


Ciężka prostokątna płyta zawieszona na czterech niciach i zaopatrzona w pisak. Po wychyleniu wykonuje drgania złożone, których tor kreśli pisak na podłożonej pod płytę kartce.

Składanie drgań, figury Lissajous.

# WAGA torsyjna 198

drgania



Zawieszony na sprężystej taśmie talerzyk z obciążnikami wprawiany w drgania skrętne, których okres zależy od masy obciążników.

Wahadło torsyjne.

## 199 MYSZKA na huśtawce

drgania



Myszka o przegubowych ramionach zawieszona na podwójnej nitce, połączonej z odchylanymi dźwigniami stanowiącymi wsporniki i rozkręcającymi nitki. Naciśnięcie dźwigni wprawia myszkę w drgania złożone.

Wahadło złożone, dźwignia dwustronna.

## 200 WAHADŁO chaotyczne z kulki

drgania

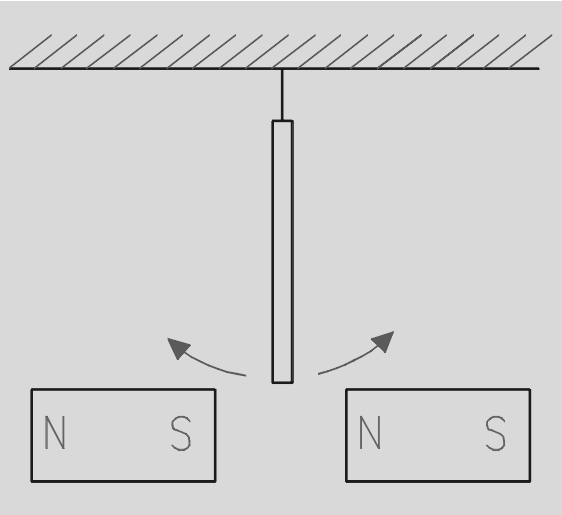


Nazywane też wahadłem Van der Pola. Stalowa kulka zawieszona nad magnesem pierścieniowym. Odchylone wykonuje drgania chaotyczne spowodowane nieliniową zmiennością siły oddziaływania magnetycznego.

Właściwości drgań chaotycznych, oddziaływanie magnetyczne.

# WAHADŁO haotyczne z pręta 201

drgania

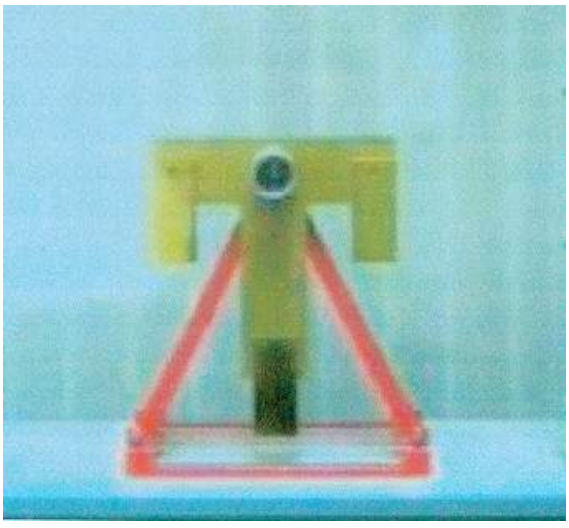



Stalowy pręt zawieszony pionowo za górny koniec nad układem magnesów krążkowych leżących na poziomej podstawie. Odchylony wykonuje drgania chaotyczne spowodowane nieliniową zmiennością siły oddziaływania magnetycznego.

Właściwości drgań chaotycznych, oddziaływania magnetyczne.

# WAHADŁO Toda 202

drgania

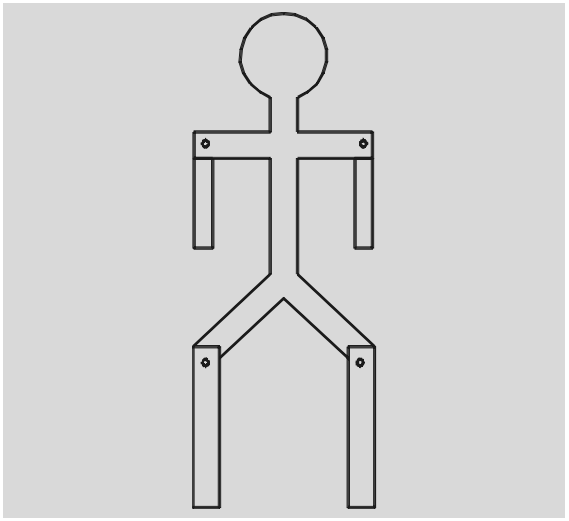


Kształtka w postaci litery T umieszczona na poziomej osi i zaopatrzona z sztabki połączone osiami z końcami poziomej części litery. Wychylona wykonuje drgania chaotyczne spowodowane wielością stopni swobody.

Właściwości drgań chaotycznych.

# 203 WAHADŁO chaotyczne człekokształtne

drgania

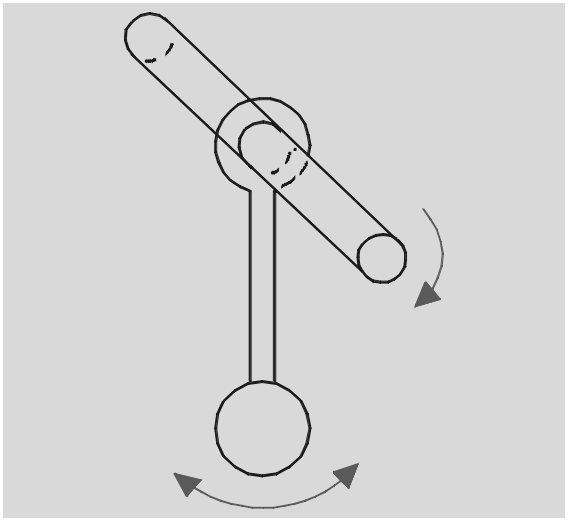


Osadzone na poziomej osi składa się z pięciu kształtek połączonych osiami i tworzących figurę człowieka. Wychylone wykonuje drgania chaotyczne spowodowane wielością stopni swobody.

Właściwości drgań chaotycznych.

# 204 WAHADŁO chaotyczne z napędem mechanicznym

drgania

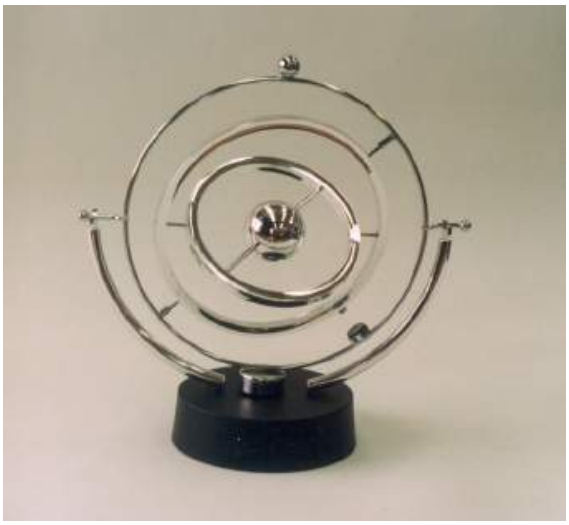


Wahadło złożone z kulki i pręta połączonego z tulejką nałożoną na poziomą oś obracaną ze zmienną prędkością. Zależnie od prędkości obrotu wykonuje drgania deterministyczne lub chaotyczne.

Właściwości drgań chaotycznych, przejście porządek-chaos.

# WAHADŁO chaotyczne z napędem elektromagnetycznym 205

drgania



Układ kilku połączonych osiowo obręczy lub prętów z magnesem umieszczonym nad rdzeniem cewek generatora samodławnego. Po włączeniu generatora i wychyleniu wykonuje drgania chaotyczne spowodowane wielością stopni swobody.

Właściwości drgań chaotycznych, przemiany energii.

# WAHADEŁKA magnetyczne sprzężone 206

drgania

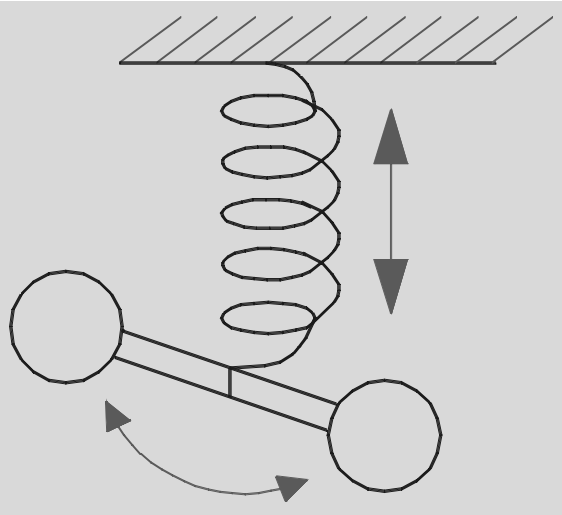


Dwa trójramienne wirniki z magnesami na końcach ramion umieszczone na osiach obok siebie. Wprawienie w obrót jednego z nich powoduje trudny do przewidzenia obrót drugiego.

Właściwości ruchu chaotycznego, oddziaływanie biegunów magnetycznych.

## 207 WAHADŁO Wilberfoce`a

drgania

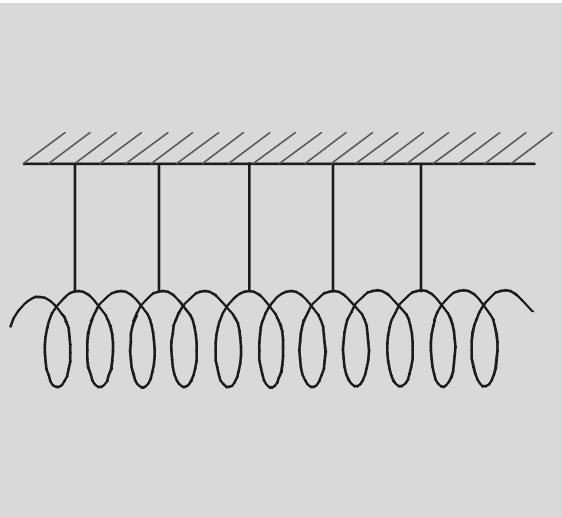


Pionowo zawieszona spiralna sprężyna z dolnym końcem zaopatrzonym w pręt z dwiema kulkami o odpowiednio dobranym momencie bezwładności, przy którym częstotliwość drgań podłużnych i torsyjnych są sobie równe. Początkowo wzbudzone drania podłużne całkowicie zanikają a ich energię przejmują drgania torsyjne, po czym przekazywanie energii powtarza się naprzemiennie.

Rezonans, przemiany energii.

## 208 FALOWNICA

ruch falowy



Zawieszona poziomo na wielu równoległych nitkach sprężynka, najlepiej slinky. Po uderzeniu wzdłużnie lub potrząsaniu poprzecznie wytwarza fale.

Rozchodzenie się fal, fale: podłużne, poprzeczne, stojące, tłumione, odbicie fal.

# TAŃCZĄCE figurki 209

ruch falowy



Wycięte z kartonu figurki z nogami z kostek gumowych przywiązanych nitką przymocowane do bardzo cienkiej praktycznie niewidocznej żyłki. Wprawiane są w ruch falami dźwiękowymi z kolumny głośnikowej.

Drgania, właściwości fal dźwiękowych.

# ŚPIEWAJĄCY młotek 210

akustyka

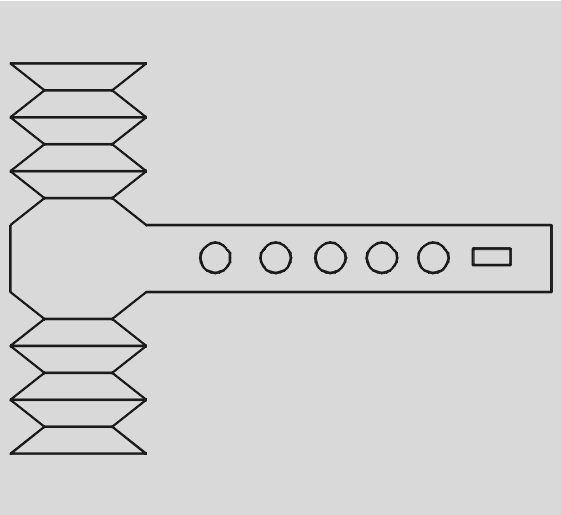


W obuchu młotka w postaci rury zamkniętej z jednej strony a częściowo otwartej z drugiej jest ruchoma piszczałka. Podczas potrząsania piszczałka przesuwa się w obuchu względem powietrza wydając dźwięki.

Wytwarzanie dźwięków, bezwładność.

## 211 MŁOTEK bożonarodzeniowy

akustyka

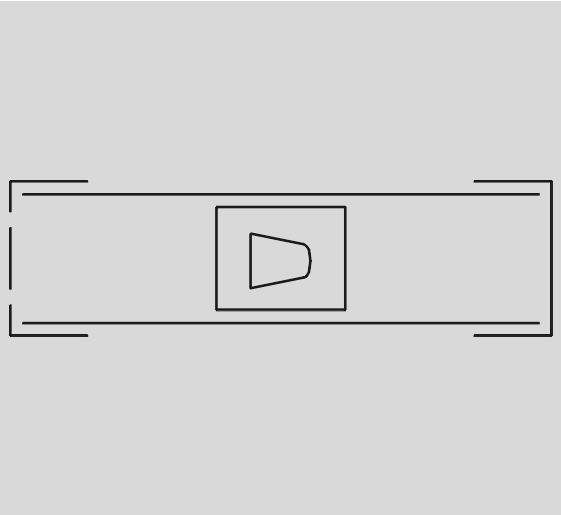


Obuch młotka w postaci rury zakończony jest dwoma mieszkami a trzonek stanowi rodzaj fletu z kilkoma otworami i ustnikiem w części końcowej. Podczas uderzania obuchem lub dmuchania w ustnik wydaje dźwięki.

Wytwarzanie dźwięków.

## 212 ŚPIEWAJĄCA rura

akustyka



Wewnątrz rury zamkniętej z jednej strony a częściowo otwartej z drugiej jest ruchoma piszczałka. Podczas przechylania lub potrząsania piszczałka przesuwa się w rurze względem powietrza wydając dźwięki.

Wytwarzanie dźwięków, bezwładność.

# TRĄBKA fanfarowa 213

akustyka



Trąbka złożona z kilku wysuwanych teleskopowo rurek, z których najgrubsza zamknięta jest membraną i ma poprzeczny ustnik a najcieńsza ma otwarty koniec. Podczas dmuchania wydaje dźwięki o częstotliwości regulowanej wysunięciem rurek i wyczuwalne są drgania membrany.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ długości drgającego słupa powietrza na wysokość dźwięku.

# GWIZDEK 214

akustyka

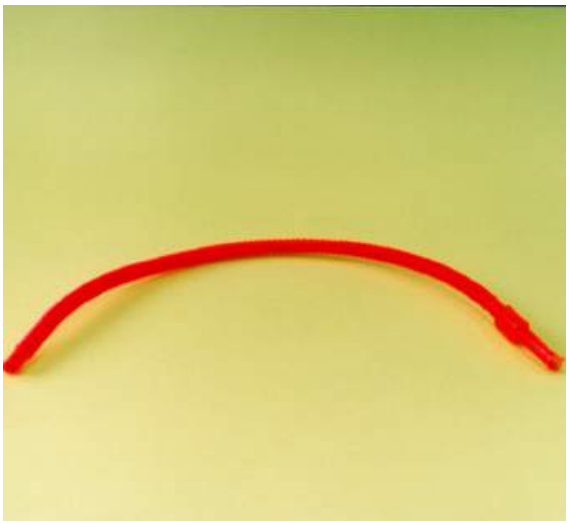


Jednostronnie zamknięta rurka z otworem o ostrej krawędzi wyciętym na bocznej powierzchni i zwężonym otwartym końcem stanowiącym ustnik zawiera wewnątrz kulką. Podczas dmuchania na ostrej krawędzi otworu wytwarzane są drgania powietrza modulowane ruchem kulki.

Wytwarzanie dźwięków, modulacja.

## 215 ŚPIEWAJĄCA rura

akustyka



Rura o karbowanej powierzchni z prostopadłościenną końcówką stanowiącą ustnik. Wydaje dźwięki podczas dmuchania w nią oraz gdy jest trzymana za jeden koniec i wprawiana w ruch obrotowy.

Wytwarzanie dźwięków, siła odśrodkowa.

## 216 BALON z piszczałką

akustyka

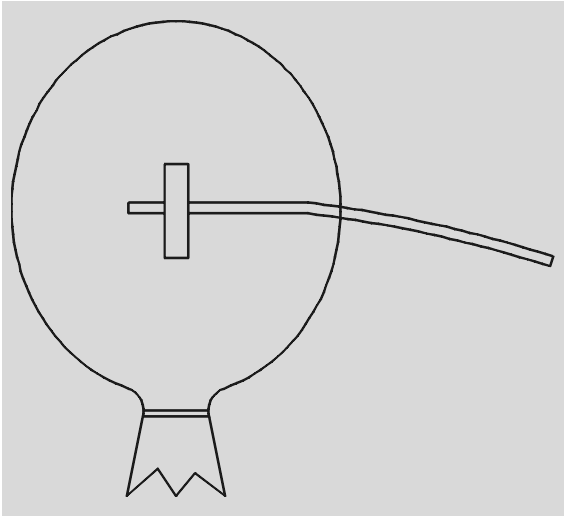


Balon zaopatrzony w sztywną plastikową rurkę z ustnikiem i elastycznym listkiem. Po nadmuchaniu wypływające powietrze wprawia listek w drgania i piszczałka wydaje dźwięk.

Wytwarzanie dźwięków.

# MÓWIĄCA sfera 217

akustyka



Nadmuchany balonik z przyklejoną do jego powierzchni rurką wprawianą przez jej pocieranie w drgania, które następnie wzmacniane są przez drgającą powłokę balonika.

Wytwarzanie dźwięków, rezonans.

# TRĄBKA rowerowa 218

akustyka

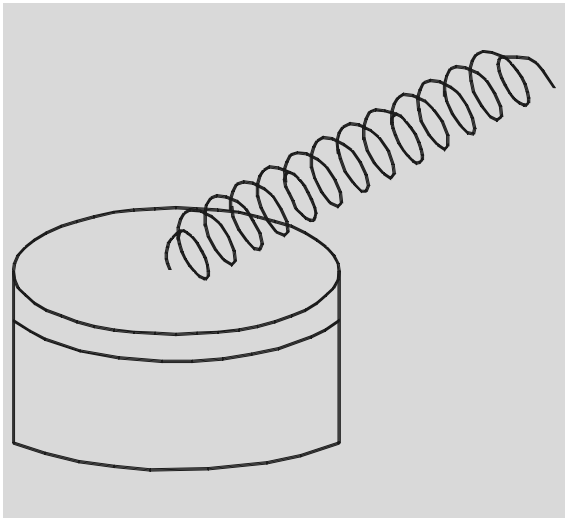


Niewielka plastikowa trąbka z ustnikiem zaopatrzonym w piszczałkę połączoną z gumową gruszką. Ściśnięcie gruszki powoduje przepływ powietrza przez piszczałkę, która wydaje dźwięk.

Wytwarzanie dźwięków.

## 219 GRZMIĄCE pudełko

akustyka



Cylinder zamknięty jednostronnie membraną z przymocowaną do niej sprężyną, wprawianą przez rozciąganie i puszczanie w drgania, które są następnie wzmacniane przez membranę i cylinder.

Wytwarzanie dźwięków, rezonans.

## 220 PISZCZĄCY ślimak

akustyka

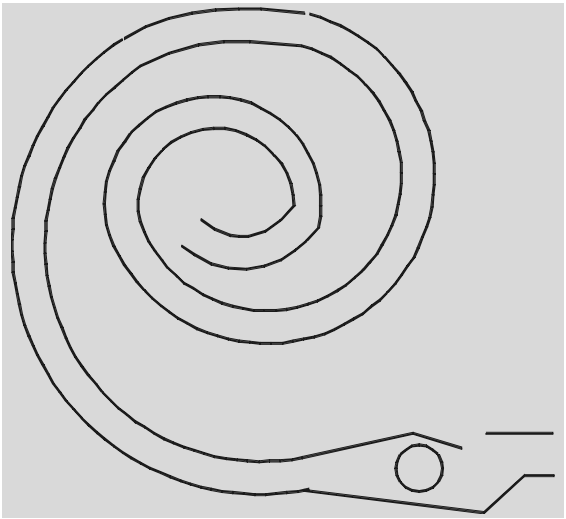


Zwinięta w spiralę Archimedesa otwarta papierowa rurka z wklejonym sprężystym drutem zakończona piszczałką. Podczas dmuchania w ustnik piszczałki rurka rozwija się i wydaje dźwięk o malejącej częstotliwości.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ długości drgającego słupa powietrza na wysokość dźwięku.

# ROZWIJALNA piszczałka z kulą 221

akustyka



Sprężysta rurka gumowa zwinięta jak piszczący ślimak, zob. pkt.220, ale bez drutu, zakończona piszczałką z kulką, podobną do gwizdka z kulką, zob. pkt. 214. Działa jak piszczący ślimak.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ długości drgającego słupa powietrza na wysokość dźwięku.

# GRZECHOTKA z podwójnymi kulkami 222

akustyka



Dwie stalowe kulki umieszczone wewnątrz plastikowej sfery z wieloma otworkami, która znajduje się wewnątrz drugiej podobnej plastikowej sfery. Podczas potrząsania wydaje dźwięki.

Wytwarzanie dźwięków.

## 223 MIKROFON pogłosowy

akustyka

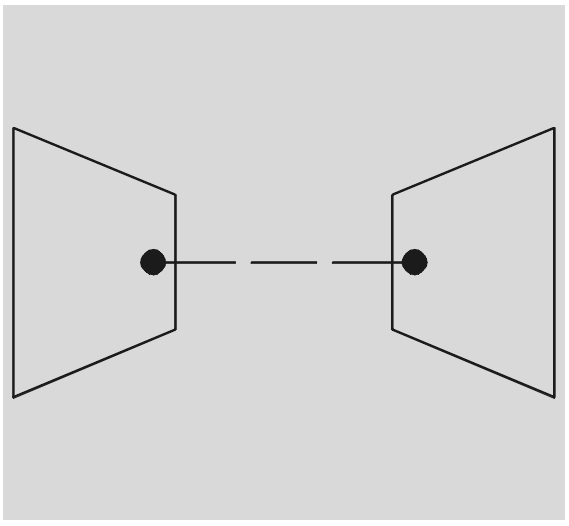


Model mikrofonu z membraną przymocowaną za pośrednictwem sprężyny do jego obudowy. Po zakończeniu mówienia drgania membrany powoli zanikają przedłużając wytworzone dźwięki.

Rezonans, pogłos.

## 224 TELEFON mechaniczny

akustyka



Dwa otwarte pudełka lub plastikowe kubki połączone naprężonym sznurkiem o końcach przechodzących przez otwory w środku denek pudełek i zabezpieczonych supłami przez wypadnięciem. Podczas mówienia do jednego pudełka drgania są przenoszone po sznurku do drugiego pudełka.

Drgania, rozchodzenie się fal dźwiękowych.

# TRĄBKA z piszczałką 225

instrumenty



Plastikowa trąbka z ustnikiem zaopatrzonym w sprężysty plastikowy listek i otwór o ostrej krawędzi na bocznej powierzchni. Podczas dmuchania powietrze wprawione na krawędzi w zawirowania powoduje drgania listka.

Wytwarzanie dźwięków.

# FLET prosty 226

instrumenty

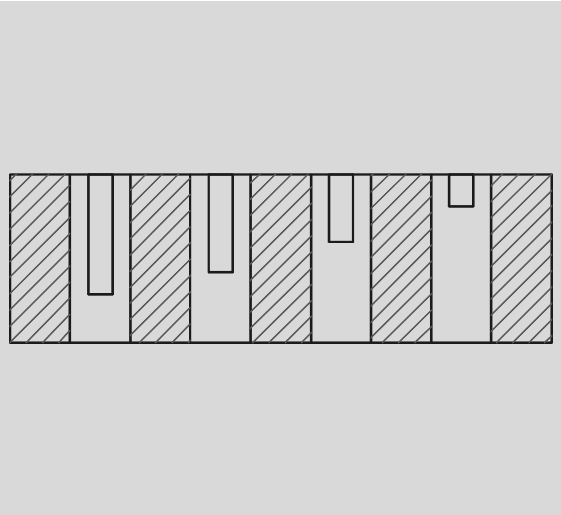


Rura z ustnikiem, bocznym otworem o ostrej krawędzi i kilkoma okrągłymi otworkami na bocznej powierzchni. Podczas dmuchania wydaje dźwięki o częstotliwości regulowanej przez zamykanie otworków palcami.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ długości drgającego słupa powietrza na wysokość dźwięku.

## 227 HARMONIJKA ustna

instrumenty



Szereg prostopadłościennych komór wykonanych w płaskiej kształtce z nakładkami i zaopatrzonych w metalowe sprężyste listki o różnej długości oraz grubości. Podczas wdmuchiwania powietrza do komór listki drgają wydając dźwięki.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ długości i grubości drgającego ciała na wysokość dźwięku.

## 228 FUJARKA z ptaszkiem

instrumenty

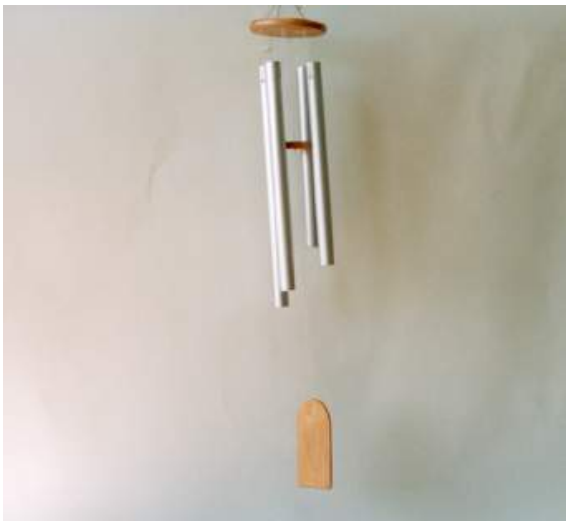


Piszczałka z ruchomym tłoczkiem i ptaszkiem otwierającym dziobek. Podczas dmuchania wydaje dźwięki o częstotliwości regulowanej przesunięciem tłoczka i modulowanej ruchami otwieranego dziobka.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ długości drgającego słupa powietrza na wysokość dźwięku, modulacja.

# DZWONKI powietrzne 229

instrumenty

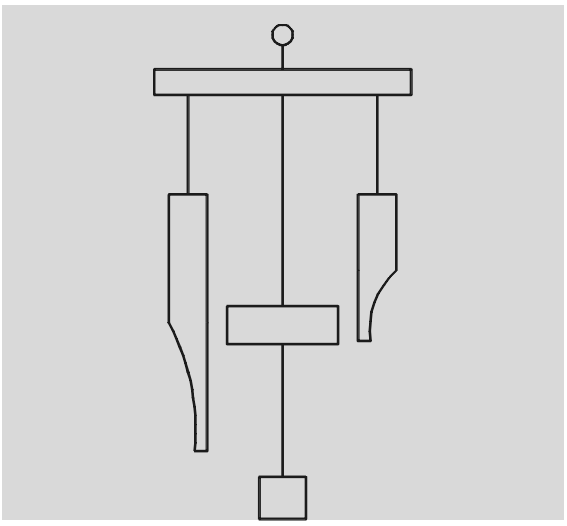


Kilka zawieszonych obok siebie metalowych rurek o odpowiednio dobranych długościach i zawieszony między nimi metalowy lub drewniany krążek ze zwisającym klockiem do potrząsania. Podczas uderzania krążka o rurki wydają zharmonizowane dźwięki.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ długości drgającego ciała na wysokość dźwięku.

# DZWONKI powietrzne drewniane 230

instrumenty

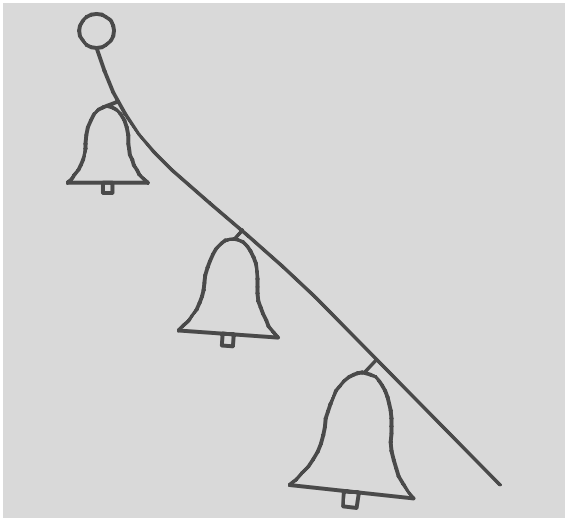


Kilka zawieszonych obok siebie bambusowych rurek o odpowiednio dobranych długościach ze ścięciami w płaszczyźnie osiowej do połowy długości i zawieszona między nimi kulka z korka ze zwisającym klockiem do potrząsania. Podczas uderzania kulki o rurki wydają one zharmonizowane dźwięki.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ długości drgającego ciała na wysokość dźwięku.

## 231 DZWONKI szeregowe

instrumenty

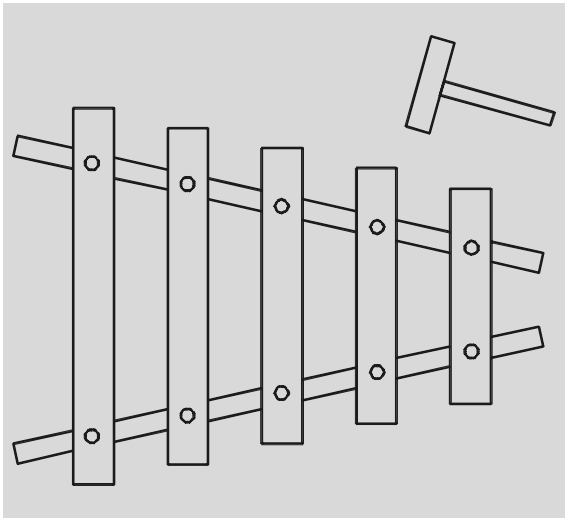


Kilka metalowych dzwonków o odpowiednio dobranych rozmiarach przywiązanych do jednego pionowo zwisającego sznurka. Podczas potrząsania wydają zharmonizowane dźwięki.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ rozmiarów drgającego ciała na wysokość dźwięku.

## 232 CYMBAŁKI

instrumenty

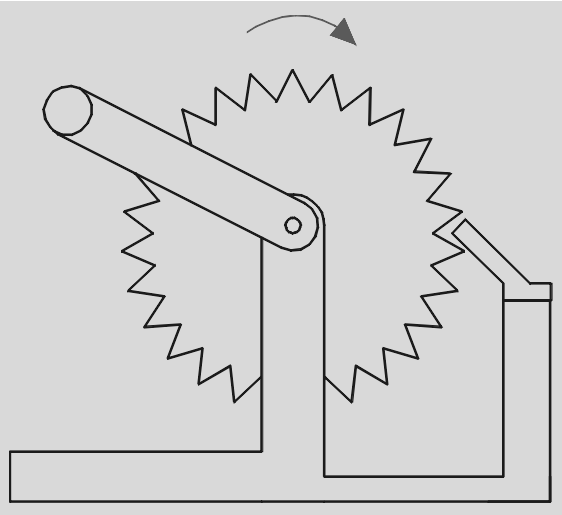


Kilka metalowych sztabek o różnej długości i grubości luźno przymocowanych do podstawy złożonej z dwóch ukośnych listew połączonych poprzeczkami. Po uderzeniu młoteczkiem wydają dźwięki.

Wytwarzanie dźwięków, wpływ długości i grubości drgającego ciała na wysokość dźwięku.

# TERKOTKA 233

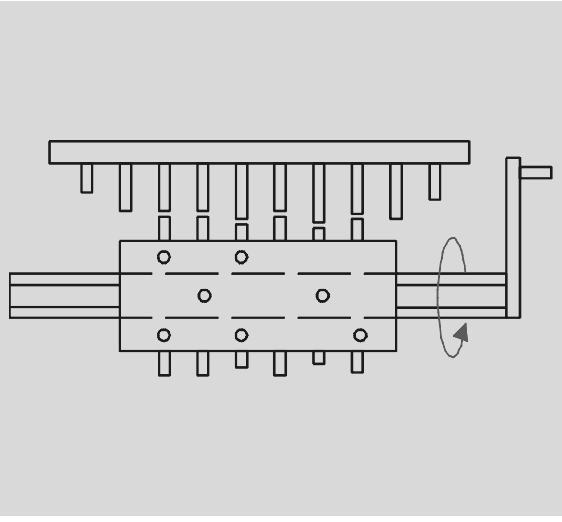
instrumenty



Napędzane korbką kółko zębate wprawia w drgania sprężystą blaszkę dotykającą jego zębów.
Wytwarzanie dźwięków, zależność wysokości dźwięku od szybkości obrotów kółka.

# POZYTYWKA 234

instrumenty



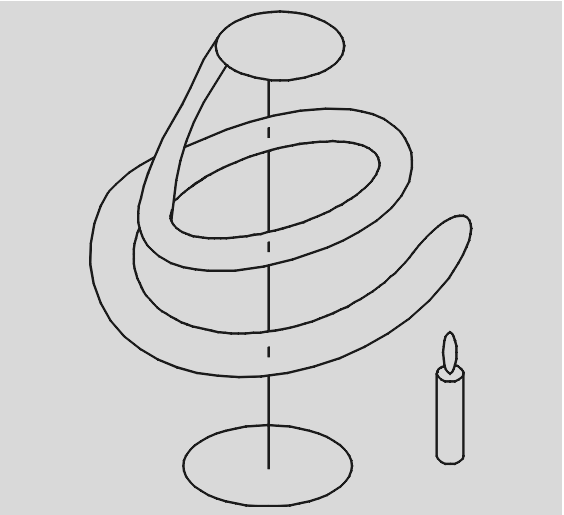
Napędzany korbką lub mechanizmem sprężynowym i przesuwający się na śrubie walec z osadzonymi w nim kołeczkami o różnej wysokości dotykającymi sprężystych nieruchomych blaszek. Podczas obrotów wprawia blaszki w drgania składające się na melodię.

Wytwarzanie sekwencji dźwięków, wpływ długości i grubości drgającego ciała na wysokość dźwięku, wpływ amplitudy drgań na natężenie dźwięków.

# termodynamika

# SPIRALA konwekcyjna 235

właściwości cieplne ciał

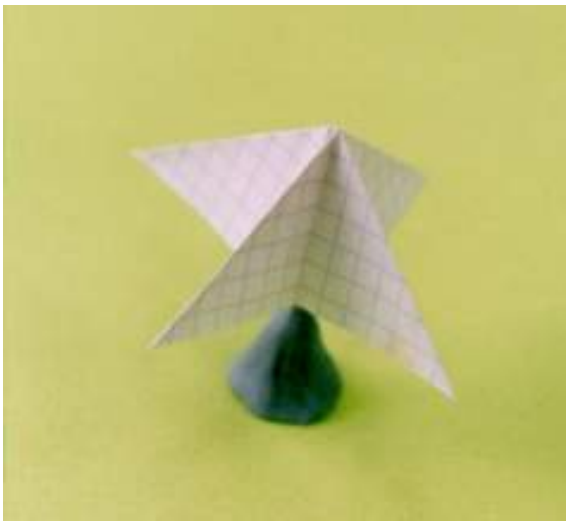


Krążek papieru z nacięty wzdłuż spirali Archimedesa i podparty w środku na ostrzu. Tworzy zwisającą spiralę, która po umieszczeniu w unoszącym się strumieniu gorącego powietrza, np. nad zapaloną świeczką, obraca się.

Konwekcja w powietrzu, przemiany energii.

# WIATRACZEK konwekcyjny 236

właściwości cieplne ciał

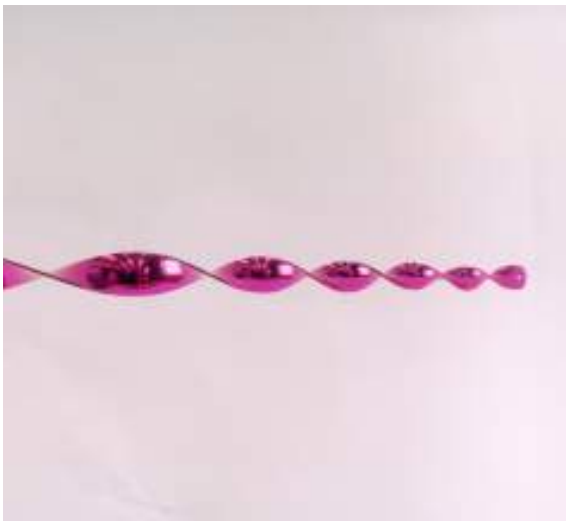


Wirnik utworzony ze zgiętej wzdłuż przekątnych i symetralnych boków kwadratowej kartki papieru podpartej w środku na ostrzu. Po umieszczeniu w unoszącym się strumieniu gorącego powietrza, np. nad zapaloną świeczką, obraca się.

Konwekcja w powietrzu, przemiany energii.

## 237 ŚWIDER konwekcyjny

właściwości cieplne ciał

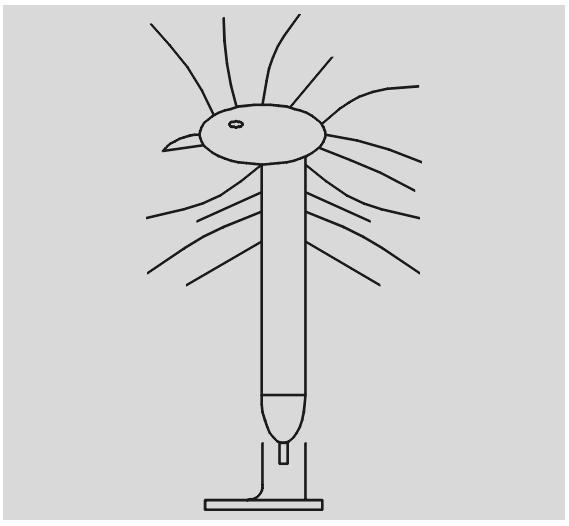


Skręcony w postaci śruby plastikowy błyszczący pasek o zwiększającej się ku górze szerokości, zawieszony w górnym końcu na nici. Po umieszczeniu w unoszącym się strumieniu gorącego powietrza, np. nad zapaloną świeczką obraca się. Na błyszczących powierzchniach paska widać także obrazy otoczenia.

Konwekcja w powietrzu, przemiany energii, obrazy w zwierciadle wklęsłym i wypukłym.

## 238 DŁUGOPIS w kształcie strusia

właściwości cieplne ciał



Dolna część długopisu stanowi rurkę z wkładem piszącym umieszczaną w podstawce a górna figurkę ptaka z bardzo lekkimi włóknami wprawianymi w ruch przez nawet bardzo słabe ruchy powietrza.

Konwekcja w powietrzu.

# LAMPA z wirującym abażurem 239

właściwości cieplne ciał

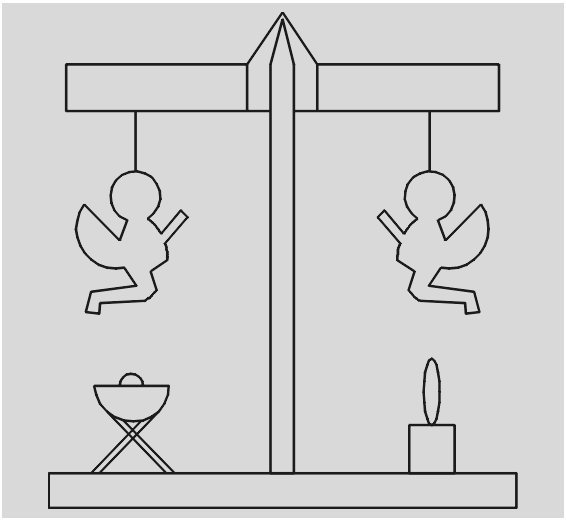



Między żarówką a nieruchomą, przepuszczającą światło osłoną zewnętrzną znajduje się abażur zaopatrzony w wiatraczek i ułożyskowany na ostrzu. Po włączeniu żarówki wytworzony przez nią strumień gorącego powietrza unosi się ku górze i obraca abażur rzucający ruchome cienie na osłonę.

Konwekcja w powietrzu, cień.

# OBROTOWA szopka 240

właściwości cieplne ciał



Obrotowa szopka bożonarodzeniowa. Część figurek tworzących szopkę zawieszona jest na nitkach połączonych z kołem łopatkowym ułożyskowanym na pionowym ostrzu. Po zapaleniu świeczki strumień unoszącego się gorącego powietrza wprawia w ruch koło z figurkami.

Konwekcja w powietrzu.

# 241 ŚPIEWAJĄCA świeczka

właściwości cieplne ciał

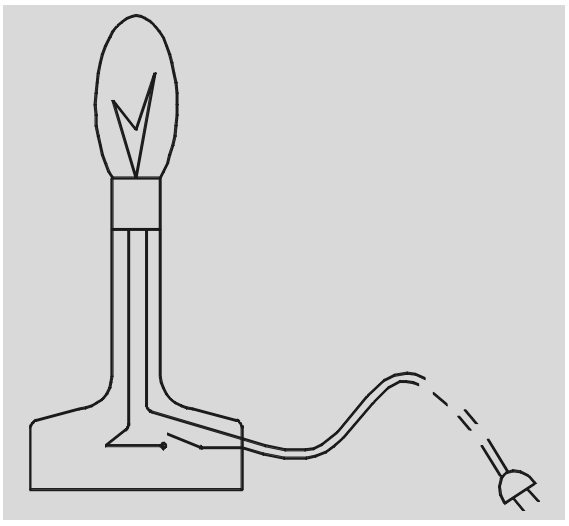


Pod świeczką znajduje się nałożona na nią rurka zawierająca obwód elektryczny złożony z baterii, układu elektronicznego z zapisaną melodią, brzęczyka piezoelektrycznego i metalowego paska przechodzącego przez podłużny kanał w świeczce do jej wierzchołka. Po zapaleniu świeczki zmniejsza się opór elektryczny nagrzanego paska co powoduje zamknięcie obwodu elektrycznego i odtwarzanie melodii.

Przewodnictwo cieplne, zależność oporu elektrycznego od temperatury, wytwarzanie dźwięków, obwód elektryczny.

# 242 BŁYSKAJĄCA lampa

właściwości cieplne ciał



Zasilana z sieci niewielka lampka wyposażona w żarówkę z bańką w kształcie płomienia świecy połączoną szeregowo z przerywaczem bimetalicznym. Po włączeniu obwód jest otwierany i zamykany przez nagrzewający się i stygnący bimetal a żarówka migocze.

Rozszerzalność cieplna, warunki przepływu prądu elektrycznego.

# TERMOMETR Galileusza 243

właściwości cieplne ciał



Wysoki cylinder napełniony cieczą, w której pływają zamknięte kulki o różnej masie z podwieszonymi żetonami zaopatrzonymi w liczby oznaczające temperaturę. Po ogrzaniu cieczy kulki kolejno toną a temperaturę odczytuje się jako średnią z największej i najmniejszej liczby na żetonie pływającym i zatopionym w środkowej części cylindra.

Pomiar temperatury, rozszerzalność cieplna, warunki pływania ciał.

# TERMOMETR ciekłokrystaliczny 244

właściwości cieplne ciał

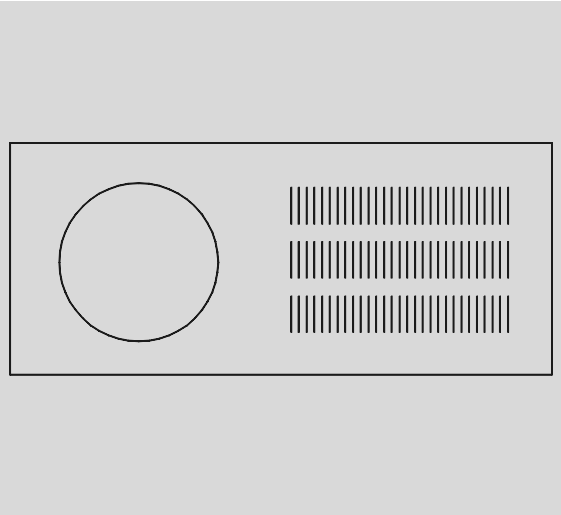



Pasek z kilkoma zamkniętymi okienkami wypełnionymi specjalnie dobranymi mieszaninami ciekłych kryształów. Po przyłożeniu do skóry i ogrzaniu ciekłe kryształy kolejno stają się przezroczyste odsłaniając liczby oznaczające temperaturę.

Pomiar temperatury, właściwości cieplne i optyczne ciekłych kryształów.

## 245 TERMOMETR do napojów

właściwości cieplne ciał



Plastikowa karta o rozmiarach karty telefonicznej z krążkiem zawierającym substancję zmieniającą barwę wraz ze zmianą temperatury. Po przyłożeniu do butelki z napojem krążek zmienia barwę zależnie od temperatury napoju a z opisu na karcie można odczytać, czy jest ona właściwa.

Wyznaczanie temperatury, właściwości barwników czułych termicznie.

## 246 KUBEK ze zmiennym obrazkiem

właściwości cieplne ciał

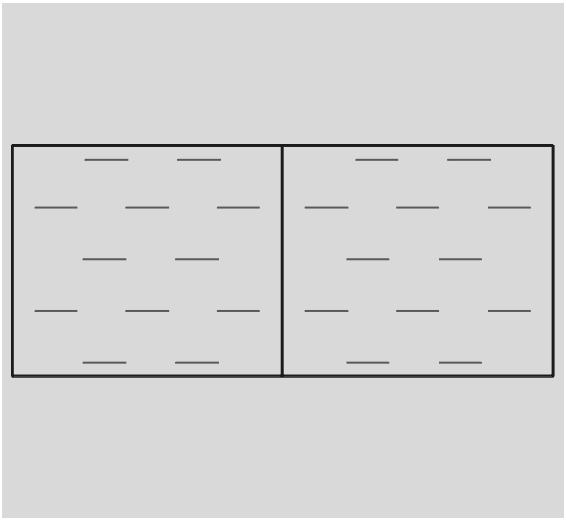


Część obrazka na bocznej powierzchni kubka zamalowana jest czarną farbą, która po ogrzaniu w wyniku wlania do kubka gorącej cieczy staje się przezroczysta po ogrzaniu i odsłania niewidoczną część obrazka.

Właściwości barwników czułych termicznie.

# ROZGRZEWACZ 247

## ciepło i I zasada termodynamiki



Zamknięta przezroczysta dwukomorowa torebka zawierająca dwie ciecze. Po ściśnięciu przegroda między komorami pęka a ciecze mieszając się ze sobą wchodzą w reakcję egzotermiczną wydzielając ciepło. Zamiast reakcji chemicznej w torebce bez przegrody może zachodzić krystalizacja tiosiarczanu sodu również powodująca wydzielanie ciepła.

Reakcje egzotermiczne, ciepło krystalizacji.

# LAMPA konwekcyjna 248

## zmiany stanów skupienia

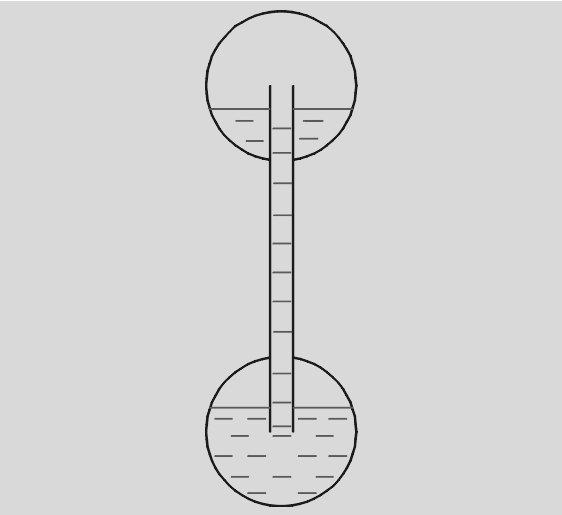


Wewnątrz zamkniętej butelki ogrzewanej i podświetlanej od dołu żarówką znajduje się wosk lub parafina i ciecz o odpowiednio dobranej gęstości. Po ogrzaniu i stopieniu wosku tworzące się z niego kule wypływają ku górze gdzie ochładzają się i znów opadają.

Topnienie, krzepnięcie, prawo Archimedesa, warunki pływania ciał, konwekcja w cieczy, napięcie powierzchniowe, lepkość.

## 249 BOJLER ręczny

zmiany stanów skupienia



Szklane naczynie złożone z dwóch kulistych części połączonych rurką. W dolnej części zawiera zabarwiony alkohol i wchodzącą do niego rurkę. Po ogrzaniu alkoholu przez trzymanie naczynia od dołu w dłoni wzrost ciśnienia par powoduje wypływ alkoholu w części górnej. Ogrzanie dłonią od góry umożliwia powrót alkoholu przez rurkę do części dolnej.

Parowanie, ciśnienie par.

## 250 TERMOMETR namiętności

zmiany stanów skupienia

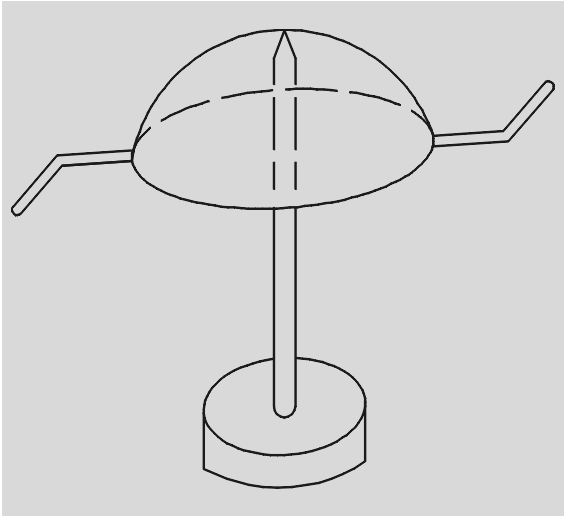


Szklane dwuczęściowe naczynie o kształcie cylindrycznym w dolnej części zawiera zabarwiony alkohol i wchodzącą do niego rurkę. Po ogrzaniu alkoholu przez trzymanie naczynia od dołu w dłoni wzrost ciśnienia par powoduje wypływ alkoholu z rurki w części górnej. Ogrzanie dłonią od góry umożliwia powrót alkoholu przez szczelinę między częściami.

Parowanie, ciśnienie par.

# WIRUJĄCA czasza 251

teoria molekularno-kinetyczna



Ułożyskowana na ostrzu poczerniona górna połowa sfery z dwiema rurkami o wylotach skierowanych w przeciwne strony. Wiruje po ogrzaniu od góry, np. żarówką, napędzana wypływającymi z rurek strumieniami ciepłego powietrza ogrzanego pod czaszą.

Zjawisko odrzutu, konwekcja w powietrzu.

# TERMOMETR gazowy 252

prawa gazowe



Przezroczysta zamknięta butelka częściowo wypełniona zabarwioną wodą z zanurzoną w niej rurką przechodzącą przez korek. Po ogrzaniu butelki, np. przez trzymanie w dłoni, wzrasta ciśnienie powietrza nad wodą i jej poziom w rurce podnosi się.

Ciśnienie cieczy i gazów, rozszerzalność cieplna.

## 253 ARMATKA pneumatyczna

prawa gazowe



Rurka z tłoczkiem szczelnie zamykana korkiem. Szybkie przesunięcie tłoczka powoduje wzrost ciśnienia powietrza w rurce i wyrzucenie korka.

Właściwości gazów, przemiana adiabatyczna, praca i energia.

## 254 TOTOLOTEK

prawa gazowe

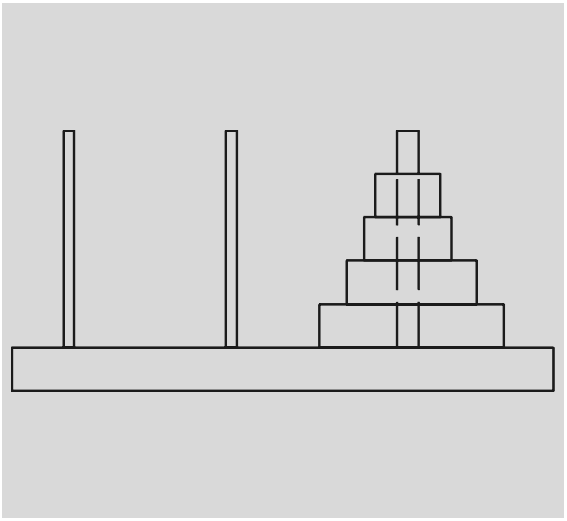


49 małych ponumerowanych kulek w przezroczystym naczyniu w kształcie kuli z odstającą w dół rurką i uchwytem mieszczącym zasilany z baterii silniczek elektryczny napędzający wirnik z łopatkami. Po uruchomieniu silniczka poruszane przez wirnik kulki wpadają losowo do rurki.

Model gazu doskonałego, procesy losowe.

# WIEŻA z Hanoi 255

kombinatoryka

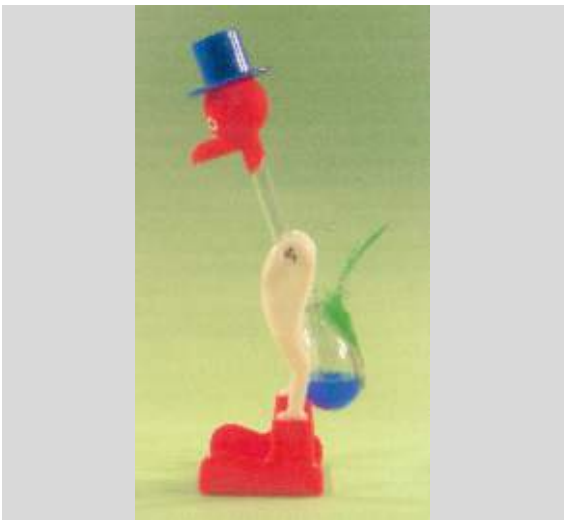


Płytka z trzema pionowymi prętami i zestawem krążków o malejących średnicach nałożonych na jeden pręt. Zestaw należy całkowicie przełożyć na i inny pręt tak, żeby zawsze mniejszy krążek był powyżej większego.

Kombinatoryka, rekurencja.

# PIJĄCY ptaszek 256

entropia i II zasada termodynamiki

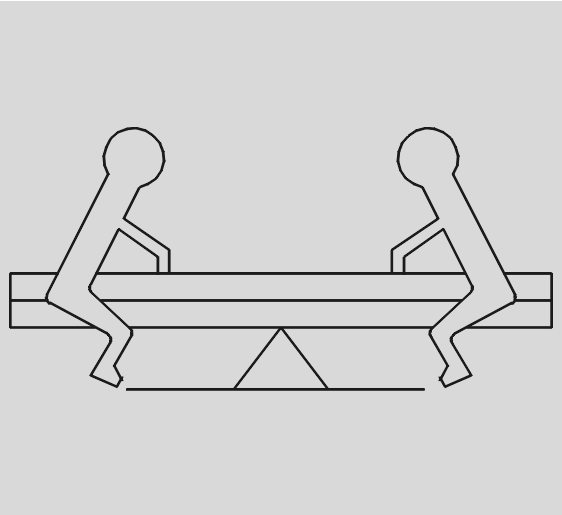


Dwie bańki szklane połączone rurką przypominające kształtem głowę oraz tułów ptaszka i umieszczone pionowo na poziomej osi opartej na wsporniku. Dolna bańka zawiera zabarwiony eter. Po ogrzaniu dolnej bańki pary eteru powodują wzrost jego poziomu w rurce i pochylenie ptaszka oraz zanurzenie głowy w wodzie a przez to ochłodzenie i obniżenie poziomu eteru. Dalej cykl się powtarza.

Parowanie cieczy, ciśnienie cieczy i gazów, równowaga trwała i chwiejna, przemiana ciepła na pracę.

## 257 HUŚTAWKA świetlna

entropia i II zasada termodynamiki

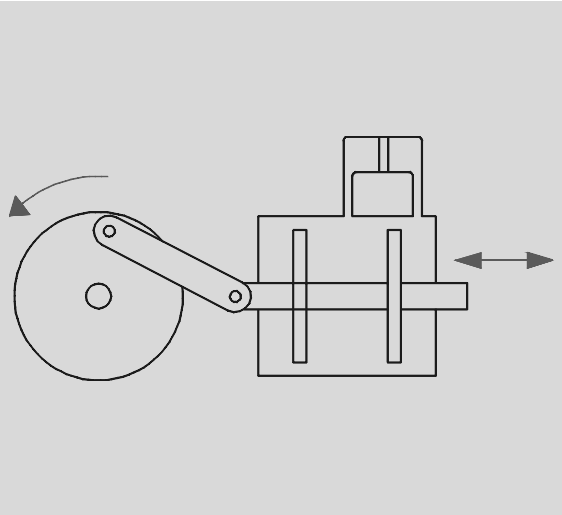


Ogrzewany w wyniku oświetlenia lub, np. zbliżenia szklanki z gorącą herbatą, podparty na pryzmatycznym ostrzu pasek bimetaliczny zmienia położenie swojego środka masy i wykonuje wahania.

Rozszerzalność cieplna, równowaga trwała i chwiejna.

## 258 SILNIK Stirlinga

entropia i II zasada termodynamiki

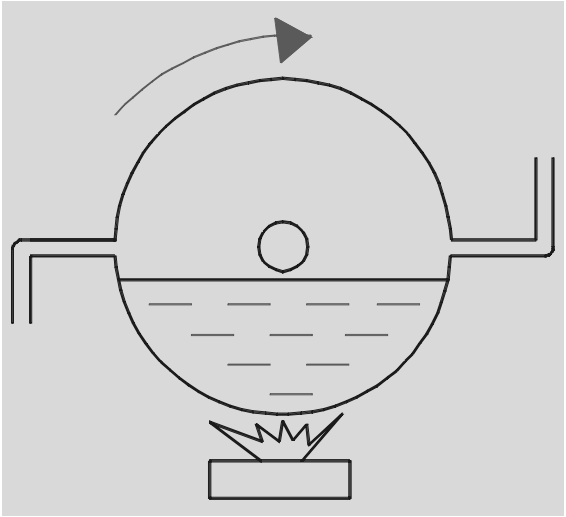


Silnik tłokowy, w którym czynnikiem roboczym jest ogrzane powietrze, złożony z cylindra, komory buforowej, tłoka roboczego oraz tłoka wolnego i mechanizmu korbowego z kołem zamachowym. Po ogrzaniu cylindra powietrze rozpręża się i wprawia tłok w ruch.

Przemiana ciepła na pracę, rozszerzalność cieplna gazów.

# TURBINA Herona 259

entropia i II zasada termodynamiki



Ułożyskowana na poziomej osi częściowo napełniona wodą kula z dwiema rurkami skierowanymi w przeciwne strony. Po ogrzaniu wody do wrzenia wypływająca z rurek para wprawia kulę w obrót.

Przemiana ciepła na pracę, zjawisko odrzutu.

# RADIOMETR Crookesa 260

entropia i II zasada termodynamiki



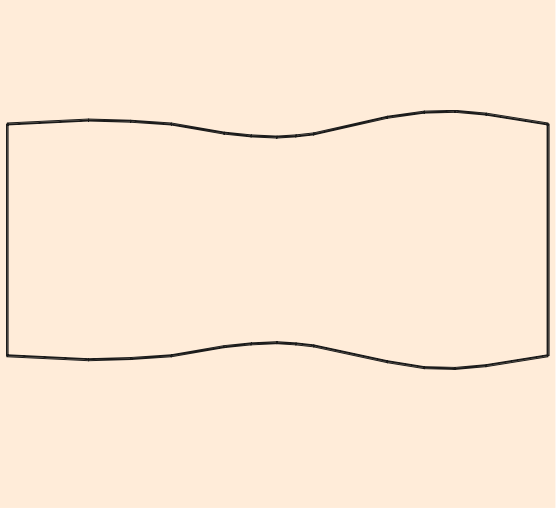
W szklanej bańce częściowo opróżnionej z powietrza znajduje się lekki wiatraczek ułożyskowany na ostrzu mający skrzydełka z jednej strony błyszczące a drugiej poczernione. Po oświetleniu wiatraczek obraca się w stronę źródła światła w wyniku wzrostu ciśnienia powierza ogrzewanego bardziej przez poczernione strony skrzydełek.

Przemiana energii promieniowania na pracę, ciśnienie powietrza.

# elektryczność i magnetyzm

# SYMPATYCZNA folia 261

elektrostatyka

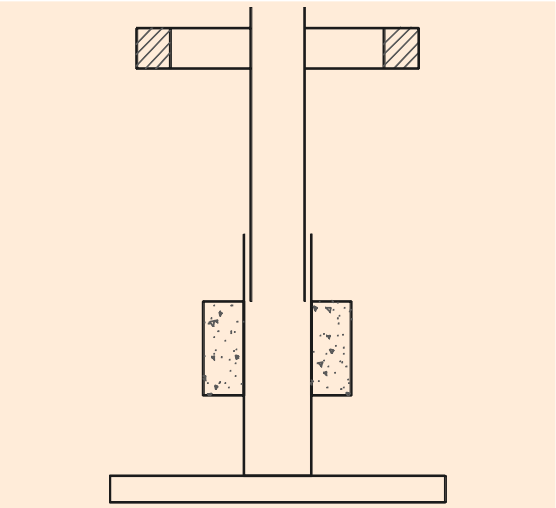


Kawałek folii poliestrowej bardzo łatwo elektryzującej się nawet przez przypadkowe potarcie mocno przylega do różnych przedmiotów przyciągany siłami elektrostatycznymi.

Elektryzowanie ciał, oddziaływanie ładunków elektrycznych.

# MISTYCZNA aureola 262

elektrostatyka

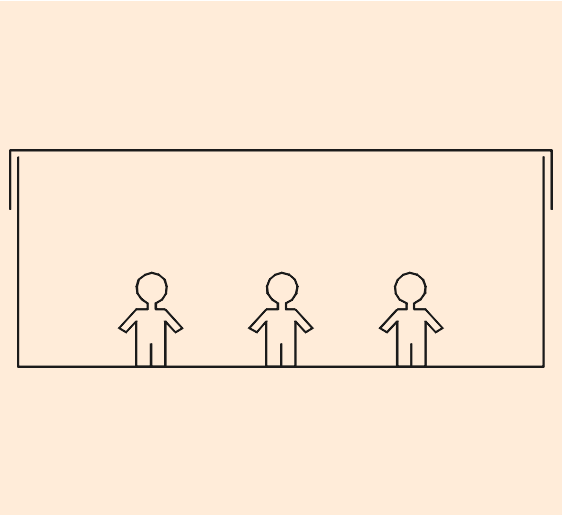


Pionowo osadzona w podstawie z wsuniętą od góry słomką do napojów rurka z polichlorku winylu z mogącą przesuwać się po niej tulejką z gąbki i pierścień z cienkiego styropianu. Po naelektryzowaniu rurki przez przesuwanie gąbki i zetknięciu z pierścieniem zawisa on nad wierzchołkiem rurki utrzymywany siłami elektrostatycznymi.

Elektryzowanie ciał, oddziaływanie ładunków elektrycznych.

# 263 TAŃCZĄCE figurki elektryczne

elektrostatyka

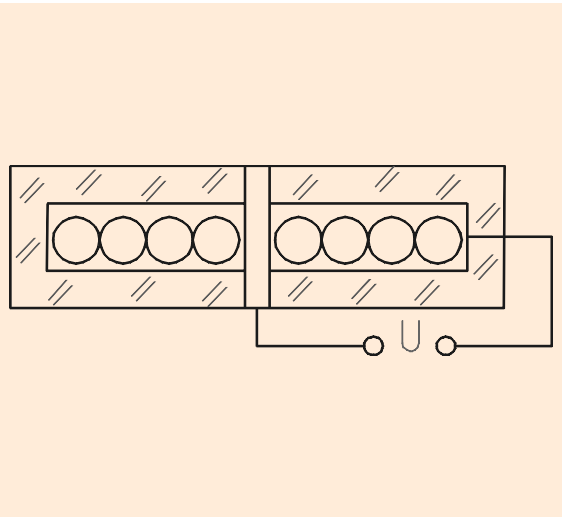


Wycięte z papieru figurki ludzików stojące na podstawkach utworzonych przez zagięcie papieru w przezroczystym pudełku z folii poliestrowej. Podskakują po potarciu górnej powierzchni pudełka ściereczką.

Elektryzowanie ciał, oddziaływanie ładunków elektrycznych.

# 264 BŁYSKAWICE na talerzu

pole elektryczne i potencjał

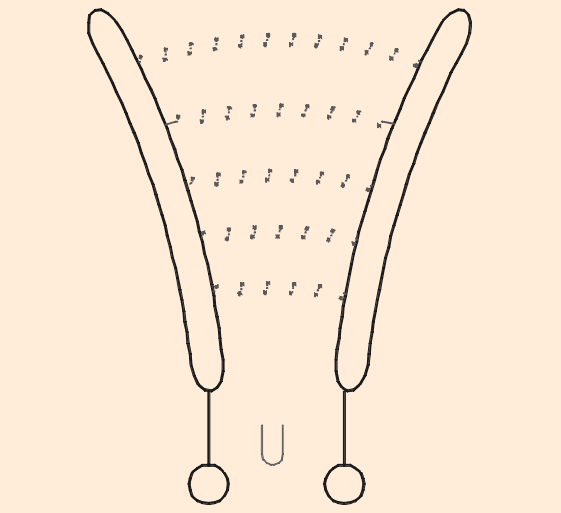



Wyładowanie iskrowe między szklanymi kulkami tworzącymi warstwę ograniczoną dwiema szklanymi płytami po przyłożeniu wysokiego napięcia do elektrody umieszczonej w centrum warstwy.

Wyładowanie elektryczne, pole elektrostatyczne.

# DRABINA Jakubowa 265

pole elektryczne i potencjał

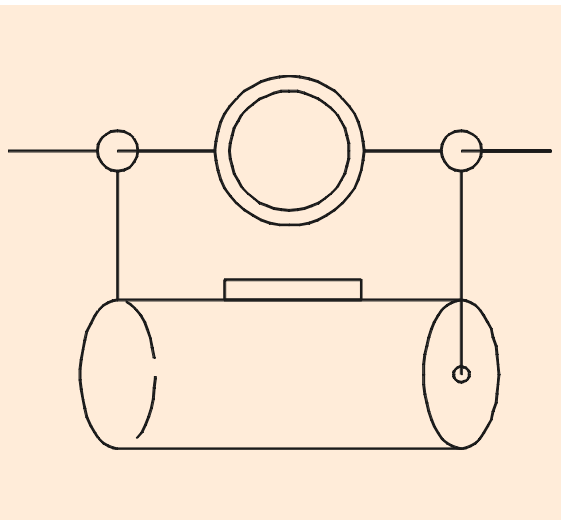



Wyładowanie łukowe między rozwierającymi się ku górze elektrodami w kształcie rożków, zasilanymi wysokim napięciem. Łuk unosi się dzięki konwekcji i gaśnie.

Wyładowanie elektryczne, konwekcja.

# NAJPROSTSZY silnik elektryczny 266

siła elektrodynamiczna i prąd

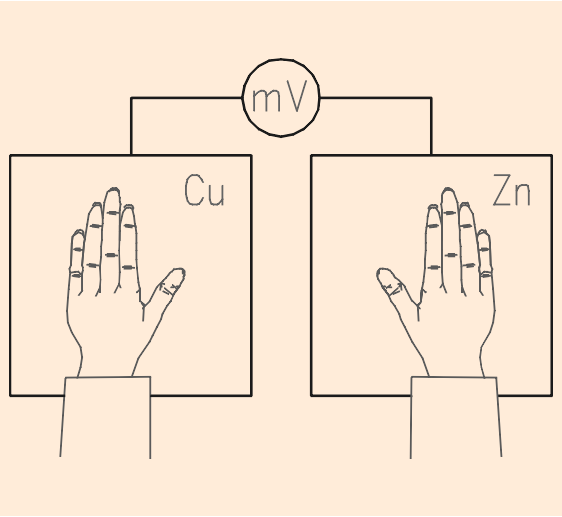


Cewka kołowa złożona z kilkudziesięciu zwojów miedzianego drutu w izolacji z emalii z osią utworzoną z końcówek drutu z usuniętą do połowy izolacją. Ułożyskowana na wspornikach z drutu przylutowanych do biegunów okrągłego ogniwa, do którego pod cewką przyłożono magnes krążkowy. Po popchnięciu wykonuje ruch obrotowy.

Siła elektrodynamiczna, obwód elektryczny.

# 267 BATERIA ręczna

obwody prądu stałego

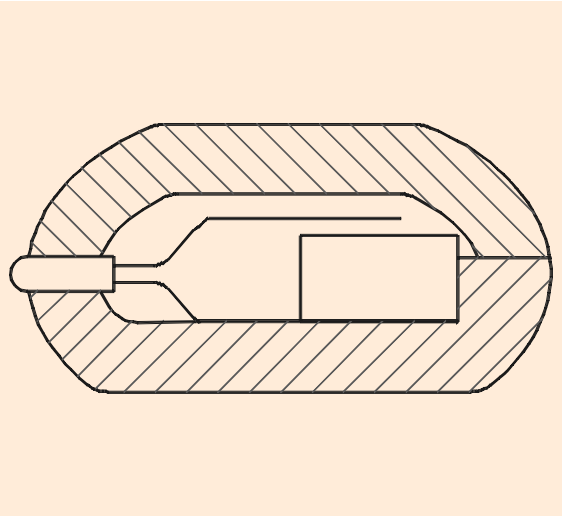



Dwie płytki miedziana i cynkowa przymocowane do izolacyjnej płyty i połączone z miliwoltomierzem. Po położeniu dłoni na płytkach tworzy się ogniwo galwaniczne i miliwoltomierz pokazuje napięcie.

Ogniwo galwaniczne, obwód elektryczny.

# 268 ŚWIECĄCY breloczek do kluczy

obwody prądu stałego



Wewnątrz miękkiej dwupołówkowej obudowy znajduje się bateria w kształcie pastylki z dotykającą do niej jedną końcówką diody elektroluminescencyjnej. Podczas ściskania obudowy również druga końcówka diody dotyka do baterii i dioda świeci.

Obwód elektryczny.

# ŚWIECĄCY naszyjnik 269

obwody prądu stałego

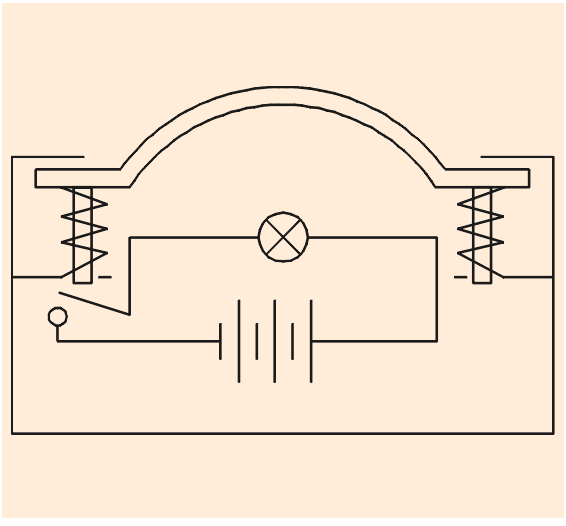


Wewnątrz przezroczystej gwiazdy znajduje się żaróweczka, od której wyprowadzone są przewody stanowiące łańcuszek naszyjnika. Zapinka naszyjnika składa się z pojemnika na trzy baterie w kształcie pastylki i namagnesowanego styku. Po zapięciu naszyjnika przez przyłożenie styku do baterii zapala się żaróweczka podświetlając gwiazdkę.

Obwód elektryczny, rozchodzenie się światła.

# LAMPKA włączana naciskiem klosza 270

obwody prądu stałego



Zawiera obwód elektryczny złożony z połączonych szeregowo baterii, żaróweczki i przełącznika uruchomianego osadzonym na sprężynkach kloszem. Po naciśnięciu klosza obwód zostaje zamknięty albo przerwany i żaróweczka zapala się albo gaśnie – zależnie od tego jakim stanie była początkowo.

Obwód elektryczny.

# 271 ZNIKOPIS magnetyczny

materiały magnetyczne

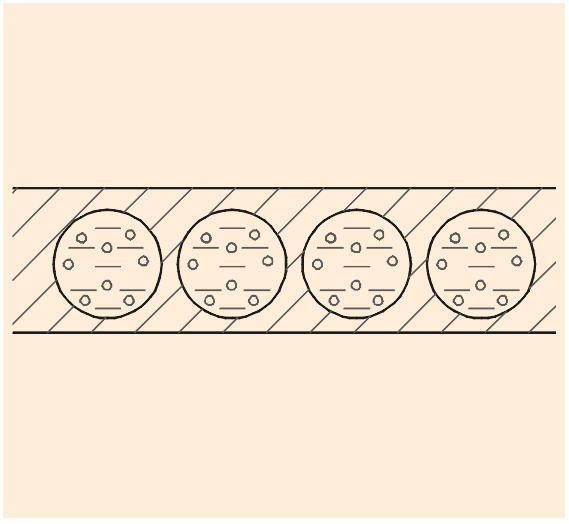



Płaska kaseta zawierająca drobne opiłki ferromagnetyczne umieszczona w ramce ze szczeliną do przesuwania magnetycznego paska. Pisanie odbywa się plastikowym pręcikiem z magnetyczną końcówką przyciągającą opiłki do przedniej półprzezroczystej ściany kasety. Przesunięcie magnetycznego paska powoduje przyciągnięcie opiłków do tylnej ściany kasety i zanik napisu.

Właściwości ferromagnetyków, rozchodzenie się światła.

# 272 FOLIA magnetooptyczna

materiały magnetyczne

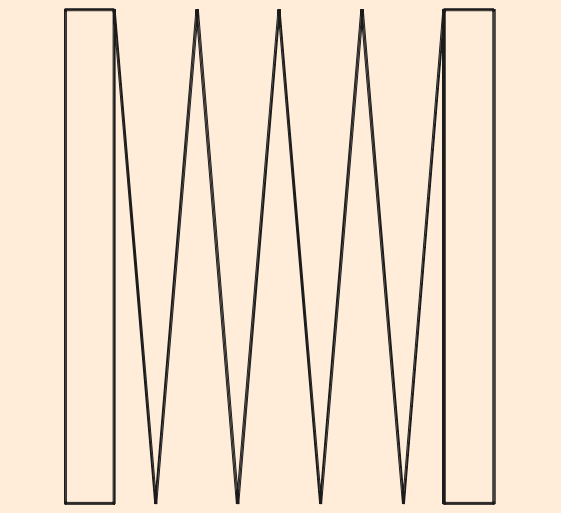


Zawiera mikroskopijne wnęki wypełnione zawiesiną pyłu ferromagnetycznego o rozmiarach koloidalnych w oleju. Po przyłożeniu magnesu cząstki pyłu zostają rozprowadzone w całej objętości wnęk i folia w tych miejscach staje się ciemniejsza.

Właściwości ferromagnetyków, kształt linii pola magnetycznego, rozchodzenie się światła.

# MAGNETYCZNY notesik 273

materiały magnetyczne

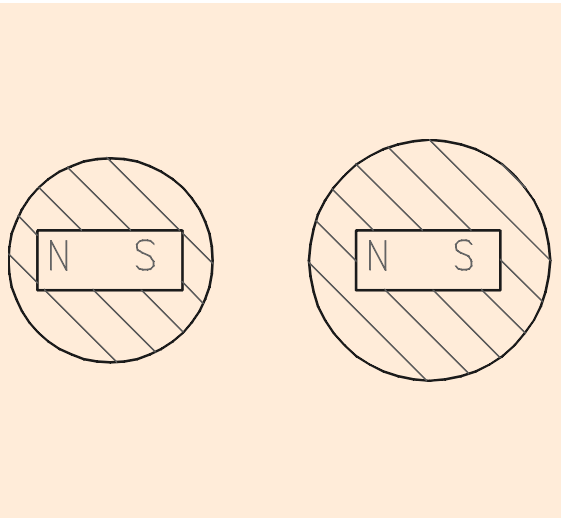


Składany w harmonijkę pasek papieru, którego końcowe strony stanowiące okładki przyklejone są do folii magnetycznej. Zbliżenie tych stron do siebie powoduje zamknięcie notesika i utrzymanie w tym stanie.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych.

# KULKI magnetyczne 274

materiały magnetyczne

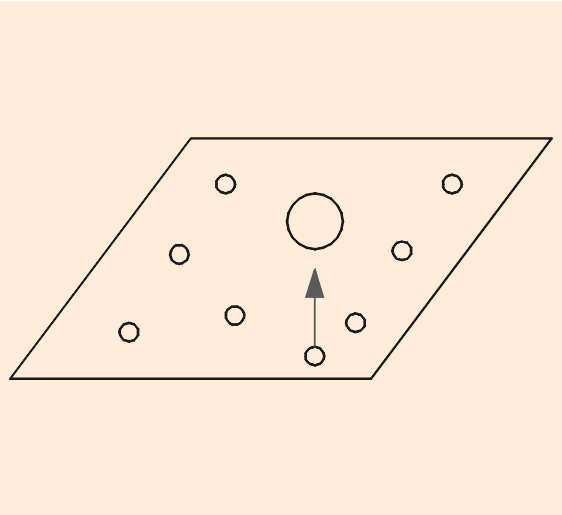



Plastikowe kulki zawierające wewnątrz magnesy umożliwiające układanie ich w różne figury.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych.

# 275 MAGNETYCZNE kule do gry

materiały magnetyczne

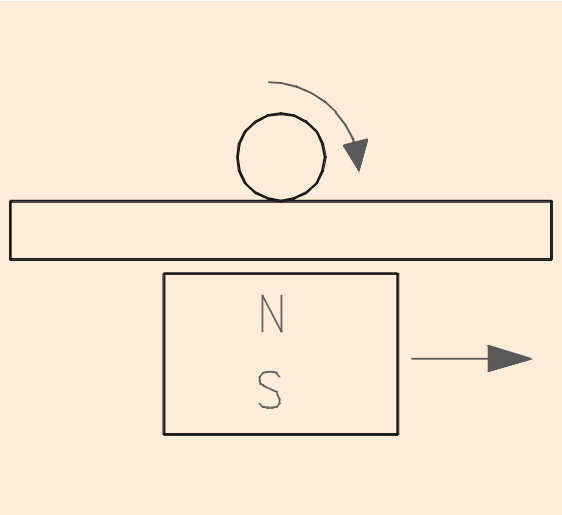


Stały układ kulek z magnesami wewnątrz złożony z centralnej kuli i kilku kulek przymocowanych do płytki oraz swobodne kulki również z magnesem. Popchniętą kulką swobodną należy trafić w kulę centralną.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych.

# 276 KULKA prowadzona magnesem

materiały magnetyczne

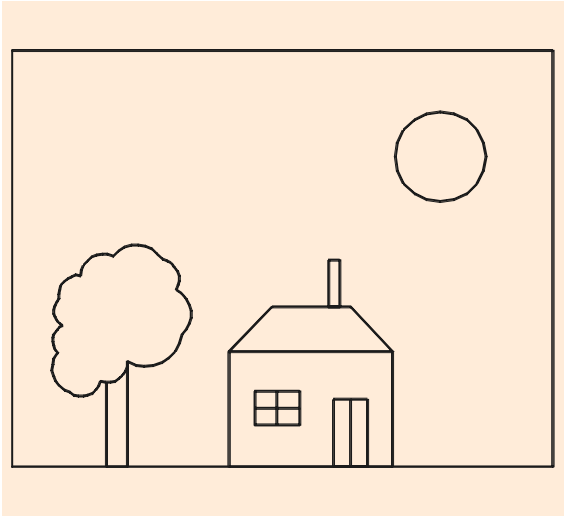



Stalowa kulka, plastikowa płyta i magnes krążkowy przeznaczony do prowadzenia kulki po płycie przez przesuwanie jego z drugiej strony płyty.

Oddziaływanie magnesu na ferromagnetyk.

# MAGNETYCZNE puzzle 277

materiały magnetyczne



Stalowa płyta oraz zbiór kształtek z fragmentami obrazka zaopatrzonych od dołu w magnesy. Kształtki należy ułożyć na płycie, tak żeby stanowiły obrazek.

Oddziaływanie magnesu na ferromagnetyk.

# MIESZADEŁKO magnetyczne 278

materiały magnetyczne



Szklanka z mieszadełkiem zakończonym u dołu magnesem, ustawiana na podstawce zawierającej silnik elektryczny napędzający stalowy klocek, baterie i wyłącznik. Po ustawieniu szklanki następuje zamknięcie obwodu elektrycznego a stalowy klocek wprawia mieszadełko w ruch.

Oddziaływanie magnesu na ferromagnetyk, obwód elektryczny.

## 279 WYŚCIGI wokół puszki

materiały magnetyczne

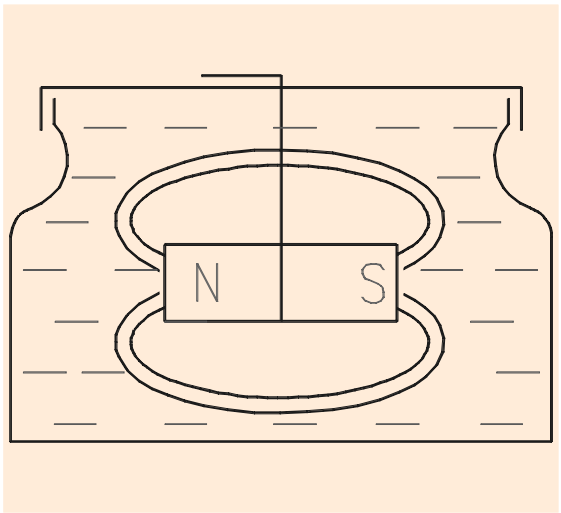


Dwa małe modele samochodzików z przymocowanymi od dołu magnesami oraz puszka od napojów zawierająca silnik elektryczny napędzający stalowy klocek, baterie, wyłącznik i brzęczyk piezoelektryczny. Po zamknięciu wyłącznika i przyłożeniu samochodzików do powierzchni puszki poruszają się one wokół niej prowadzone stalowym klockiem, ponadto brzęczyk wydaje dźwięk.

Oddziaływanie magnesu na ferromagnetyk.

## 280 MAGNETYCZNY jeż

materiały magnetyczne




Niewielki magnes sztabkowy umieszczony w pętli z miedzianego drutu połączonej z zakrętką i włożony do słoika typu twist-off wypełnionego olejem zawierającym opiłki stalowe. Opiłki układają się w przestrzeni wzdłuż linii pola magnetycznego.

Rozkład przestrzenny linii pola magnetycznego, oddziaływanie magnesu na ferromagnetyk.

# KOMPAS 281

pola magnetyczne i siły

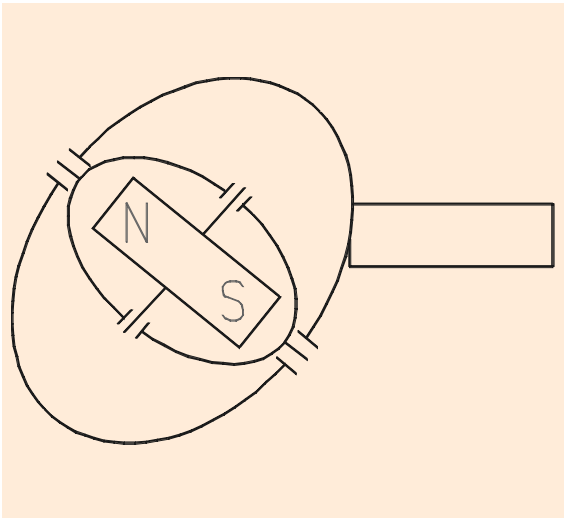


Płaskie pudełko z przezroczystą pokrywką i skalą ze stronami świata zawierające osadzoną na ostrzu igłę magnetyczną wskazującą kierunek północ-południe.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych.

# MAGNETOSKOP 282

pola magnetyczne i siły

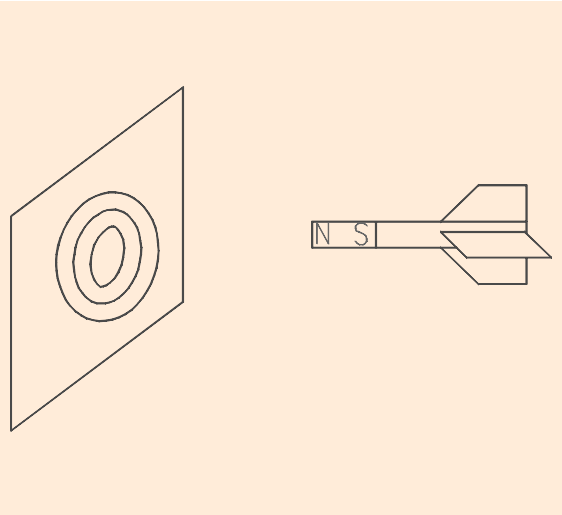



Mały magnes sztabkowy w zawieszeniu Cardana złożonym z trzech ułożyskowanych jeden wewnątrz drugiego pierścieni. Może dowolnie zmieniać swoją orientację w przestrzeni ustawiając się stycznie do linii pola magnetycznego.

Linie pola magnetycznego, oddziaływanie pola magnetycznego na magnes.

# 283 RZUTKA z magnesem

pola magnetyczne i siły

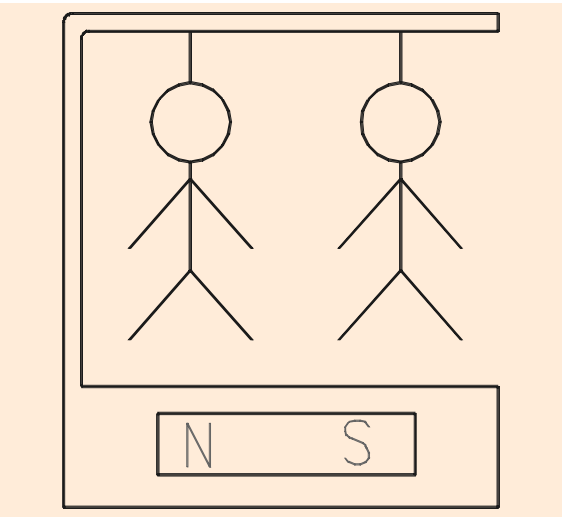



Plastikowa strzałka zakończona z przodu magnesem a z tyłu statecznikami, przeznaczony do rzucenia w kierunku ferromagnetycznej tarczy. W przypadku trafienia jest utrzymywana przez magnes.

Oddziaływanie magnesu na ferromagnetyk, rzut ukośny, prawdopodobieństwo.

# 284 RUCHOMI tancerze

pola magnetyczne i siły

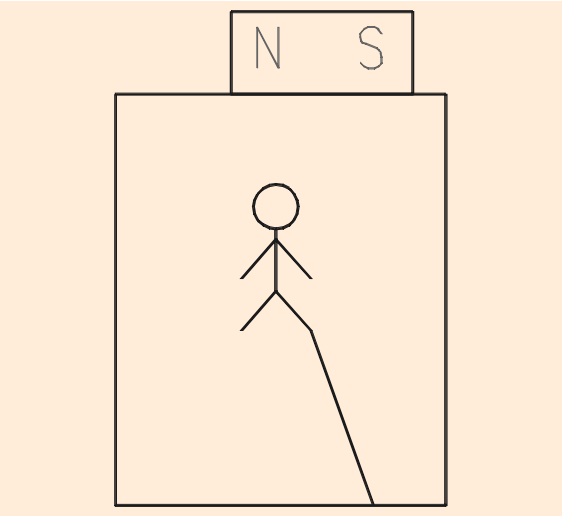



Dwie figurki tancerzy zaopatrzone w magnesy zawieszone na pręcie przymocowanym do podstawy zawierającej magnes. Po poruszeniu wykonują złożone ruchy w wyniku przyciągania i odpychania między biegunami magnesów.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych.

# LEWITUJĄCY hindus 285

pola magnetyczne i siły




Figurka hindusa z elementem ferromagnetycznym przywiązana nitką do boku otwartego z przodu ustawionego pionowo pudełka. Utrzymywana w górze przez magnes położony na górnej powierzchni pudełka.

Oddziaływanie magnesu na stal.

# LWEITUJĄCE magnesy pierścieniowe 286

pola magnetyczne i siły



Drewniany walec przymocowany pionowo do okrągłej podstawki z nałożonymi na niego dwoma pierścieniowymi magnesami zwróconymi ku sobie biegunami jednoimiennymi i utrzymującymi się jeden nad drugim.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych.

# 287 LEWITUJĄCE magnesy krążkowe

pola magnetyczne i siły

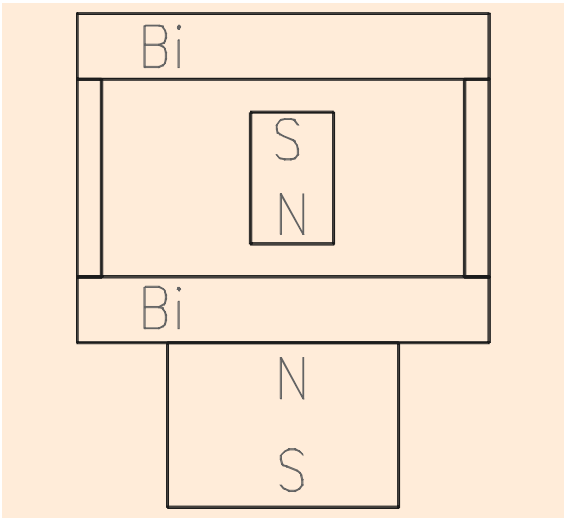


Kilka magnesów krążkowych zwróconych ku sobie biegunami jednoimiennymi umieszczonych w szklanej rurce o nieco większej średnicy zamkniętej na końcach pokrywkami przez które przechodzą pręty połączone z tłoczkami znajdującymi się wewnątrz rurki. Po ściśnięciu magnesów tłoczkami odpychają się one wzajemnie i utrzymują jeden magnes nad drugim.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych.

# 288 MAGNES lewitujący między diamagnetykami

pola magnetyczne i siły

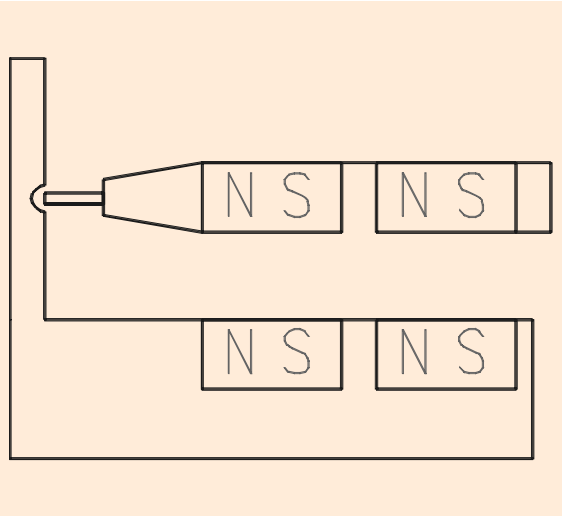



Magnes lewitujący między diamagnetykami. Mały silny magnes umieszczony między dwiema płytkami grafitowymi lub bizmutowymi pod którymi znajduje się większy magnes. Mały magnes utrzymuje się między płytkami dzięki odpychaniu od każdej z nich.

Właściwości diamagnetyków.

# LEWITUJĄCY długopis 289

pola magnetyczne i siły

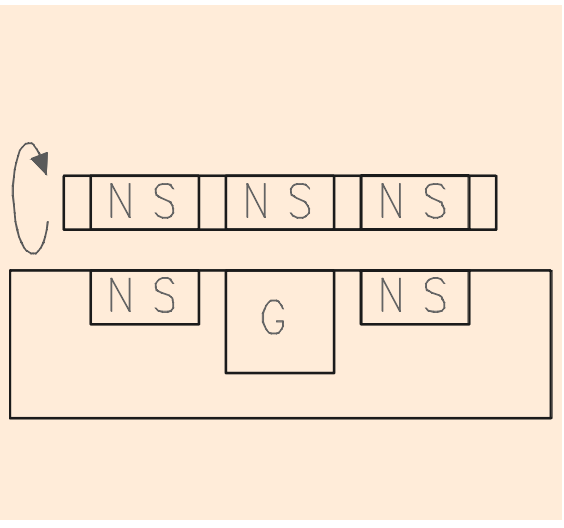



Umieszczony poziomo długopis zawierający wkład piszący i dwa niewielkie magnesy opiera się końcem wkładu o pionową płytkę i unosi nad podstawką, zawierającą układ odpychających go magnesów.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych.

# LEWITUJĄCY walec magnetyczny 290

pola magnetyczne i siły

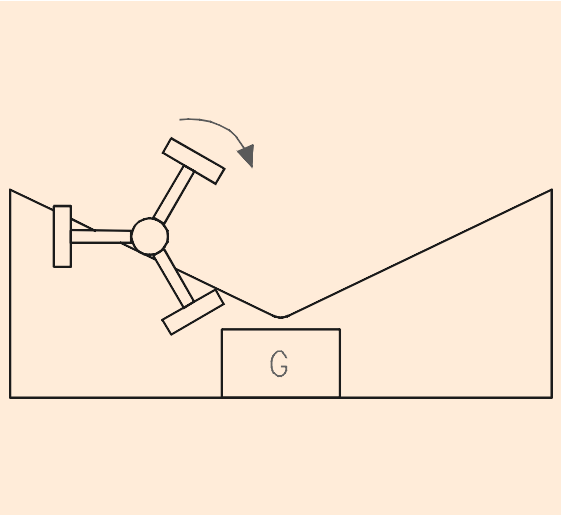



Walec o poziomej osi zaopatrzony w magnesy trwałe unosi się w polu magnetycznym nad podstawką zawierającą układ odpychających go magnesów i obraca napędzany generatorem samodławnym, zob. pkt. 107 i 108.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych.

# 291 WIRNIK magnetyczny

pola magnetyczne i siły

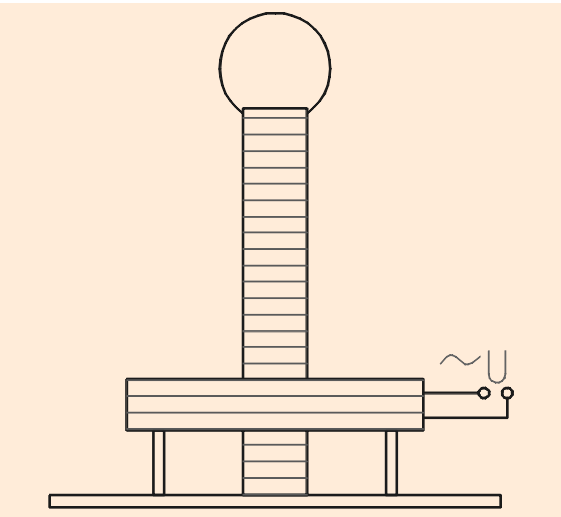



Wirnik w kształcie wiatraczka z trzema ramionami zaopatrzonymi w magnesy toczy się po wklęsłych szynach tam i z powrotem napędzany generatorem samodławnym umieszczonym w podstawce pod szynami, zob. pkt. 107 i 108.

Oddziaływanie biegunów magnetycznych, przemiany energii.

# 292 TRANSFORMATOR Tesli

indukcja elektromagnetyczna

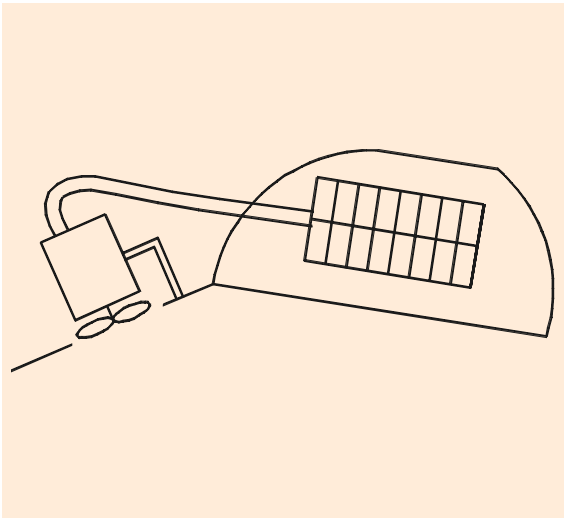



Pracujący w stanie rezonansu transformator bezrdzeniowy podwyższający napięcie o częstotliwości kilkudziesięciu kiloherców do kilkudziesięciu lub kilkuset kilowoltów.

Indukcja elektromagnetyczna, rezonans, właściwości prądów wielkiej częstotliwości, wyładowania elektryczne.

# CZAPKA z wiatraczkiem 293

## półprzewodniki i lampy

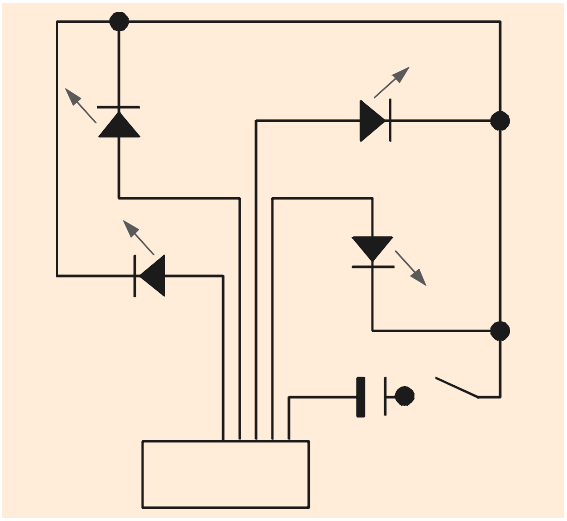


Czapka z daszkiem zaopatrzonym w otwór, w którym znajduje się śmigiełko wiatraczka napędzanego silnikiem elektrycznym zasilanym z fotoogniw umieszczonych na powierzchni czapki. Służy do chłodzenia twarzy użytkownika podczas upałów.

Zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, przemiany energii.

# ŚWIECĄCE serce 294

## obwody prądu zmiennego

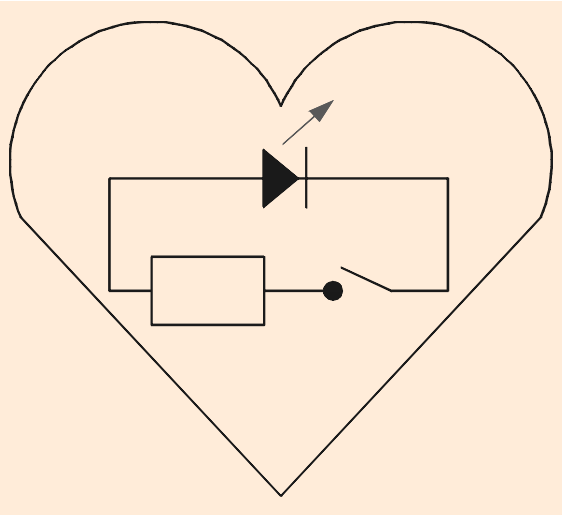


Przewidziane jako naszyjnik, wykonane z przezroczystego tworzywa sztucznego i zasilane z baterii zawiera kilka diod elektroluminescencyjnych umieszczonych na okręgu oraz układ elektroniczny. Po dokręceniu elementów obudowy baterii następuje kolejne zapalanie diod.

Obwód elektryczny.

## 295 BŁYSKAJĄCE serce

obwody prądu zmiennego

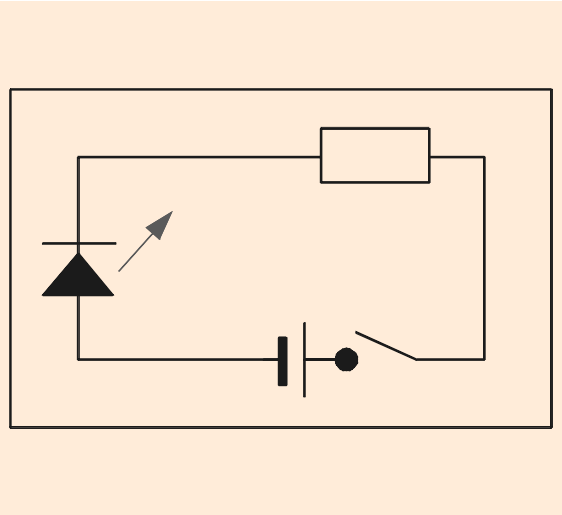


Przewidziane jako klips z przepuszczającą światło przednią częścią obudowy zawiera diodę elektroluminescencyjną, baterię, układ elektroniczny i sprężysty styk. Po jednokrotnym naciśnięciu styku zostaje włączone i świeci migającym światłem po powtórnym naciśnięciu wyłącza się.

Obwód elektryczny.

## 296 BŁYSKAJĄCY wisiorek

obwody prądu zmiennego



Zasilana z baterii migająca dioda elektroluminescencyjna umieszczona na końcu walca wykonanego z przezroczystego tworzywa sztucznego. Po dokręceniu elementów obudowy baterii podświetla walec błyskającym światłem.

Obwód elektryczny, rozchodzenie się światła.

# BŁYSKAJĄCY sticker 297

promieniowanie elektromagnetyczne




Naklejka na telefon komórkowy, składająca się z antenki w postaci falistych ścieżek na płytce drukowanej, dwóch różnokolorowych diod elektroluminescencyjnych i układu elektronicznego. Diody wysyłają błyski światła podczas rozmowy lub nadawania sms-ów.

Indukcja elektromagnetyczna, rezonans, właściwości fal elektromagnetycznych.

# optyka

# WSKAŹNIK laserowy 298

optyka geometryczna

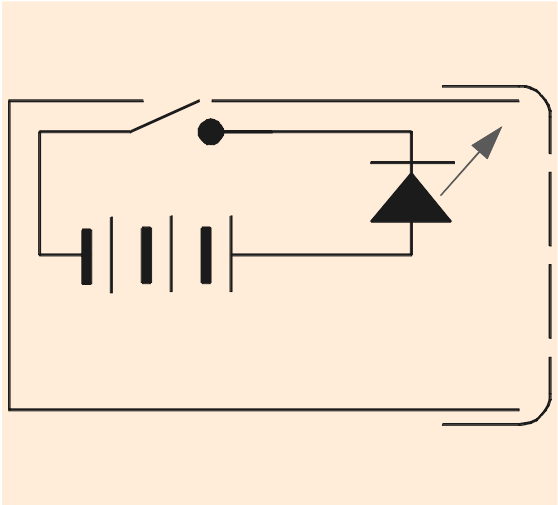


Dioda laserowa o mocy ok. 1 miliwata w rurkowej obudowie zawierającej baterie zasilające i włącznik przyciskowy. Wysyła monochromatyczną, spójną i skolimowaną wiązkę światła czerwonego.

Rozchodzenie się światła, dyfrakcja, interferencja.

# WSKAŹNIK laserowy z przesłonami 299

optyka geometryczna



Wskaźnik laserowy z wymiennymi przesłonami. (Podobny do zwykłego wskaźnika laserowego, zob. pkt. 298). Z tą różnicą, że ma dodatkowe przesłony z otworkami o różnym kształcie wkręcane na jego przednią część i pozwala na rzutowanie obrazów umieszczonych na przesłonach.

Rozchodzenie się światła, cień, dyfrakcja, interferencja.

# 300 MAGICZNA skarbonka

optyka geometryczna



Sześcienne pudełko ze szczeliną od góry do wrzucania monet i przezroczystą przednią ścianką zawiera zwierciadło płaskie ustawione wzdłuż przekątnej ścian dzielące przestrzeń wewnątrz sześcianu na połowy. Po wrzuceniu monety wpada ona za zwierciadło, co sprawia wrażenie jej znikania w pustym sześcianie.

Odbicie światła, obraz pozorny.

# 301 KALEJDOSKOP klasyczny

optyka geometryczna

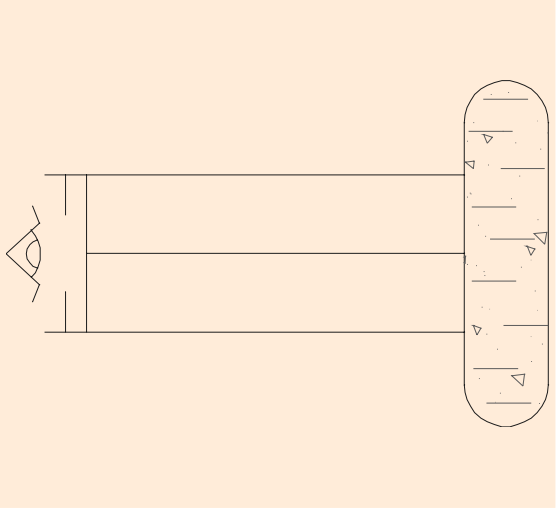


Rurka z trzema długimi płaskimi zwierciadłami ustawionymi pod kątem $60^0$ w przedniej części zawiera matówkę i przezroczystą płytkę a między nimi okruchy kolorowych szkiełek. Podczas obracania rurką szkiełka tworzą wzory, których zwielokrotnione obrazy o symetrii sześciokątnej widoczne są w zwierciadłach.

Wielokrotne odbicie światła, obrazy pozorne.

# KALEJDOSKOP dynamiczny 302

optyka geometryczna

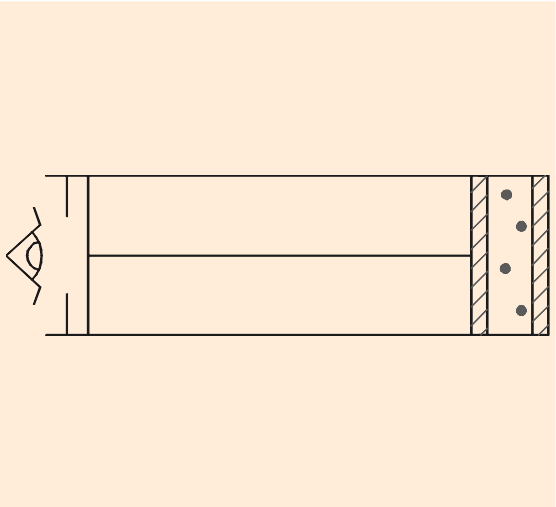


Podobny do kalejdoskopu klasycznego, zob. pkt. 301. Z tą różnicą, że zamiast kolorowych szkiełek ma rurkę wypełnioną gliceryną z opadającymi w niej różnokolorowymi ziarenkami brokatu.

Wielokrotne odbicie światła, obrazy pozorne, ruch w ośrodku lepkim.

# KALEJDOSKOP polaryzacyjny 303

optyka geometryczna

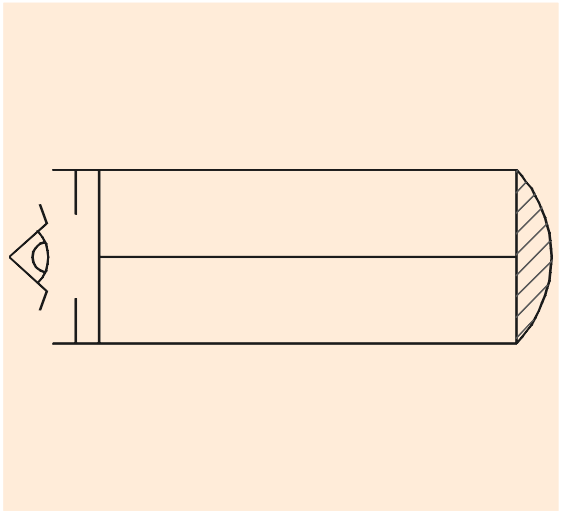


Podobny do kalejdoskopu klasycznego, zob. pkt. 301. Z tą różnicą, że ma kolorowe szkiełka z naprężeniami mechanicznymi umieszczone między skrzyżowanymi polaryzatorami.

Wielokrotne odbicie światła, obrazy pozorne, polaryzacja, skręcenie płaszczyzny polaryzacji, rozkład naprężeń.

# 304 KALEJDOSKOP z soczewką

optyka geometryczna

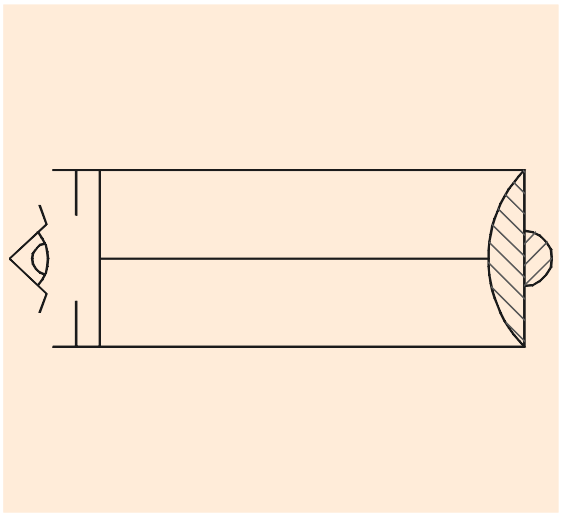


Podobny do kalejdoskopu klasycznego, zob. pkt. 301. Z tą różnicą, że zamiast kolorowych szkiełek ma soczewkę o krótkiej ogniskowej dającą zmniejszony obraz otoczenia, zwielokrotniony następnie przez układ zwierciadeł.

Wielokrotne odbicie światła, obrazy pozorne właściwości soczewek.

# 305 KALEJDOSKOP z dwiema soczewkami

optyka geometryczna

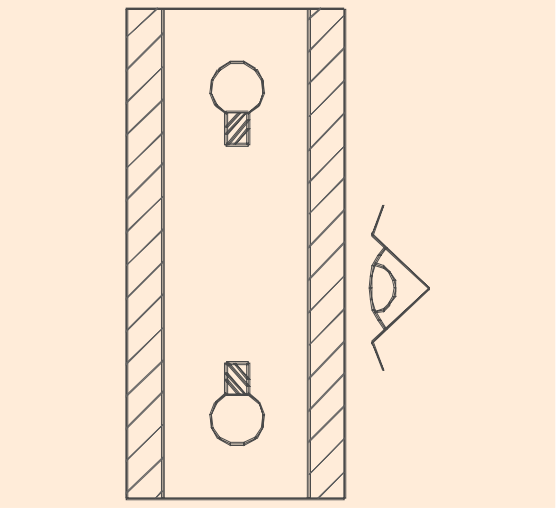


Podobny do kalejdoskopu z soczewką, zob. pkt. 304. Z tą różnicą, że dodatkowa soczewka typu rybie oko zniekształca obraz otoczenia.

Wielokrotne odbicie światła, obrazy pozorne, właściwości soczewek.

# ZWIERCIADŁO z tunelem 306

optyka geometryczna

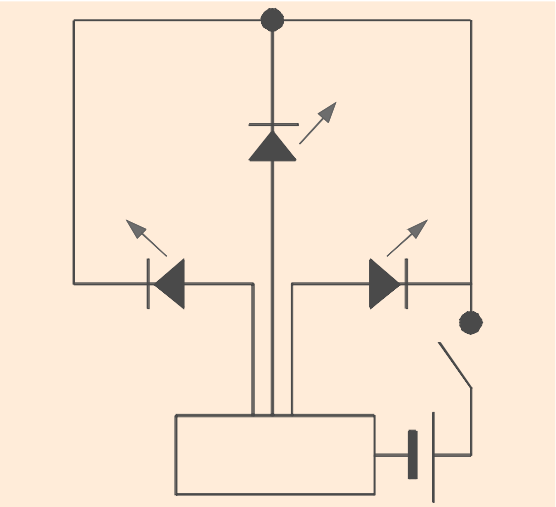


Dwa równolegle ustawione zwierciadła płaskie w tym zwierciadło przednie półprzepuszczalne oraz pierścień złożony z żaróweczek znajdujących się między zwierciadłami. Patrząc w zwierciadło półprzepuszczalne widać szereg obrazów pierścienia tworzących tunel.

Wielokrotne odbicie światła, obrazy pozorne.

# ŚWIECĄCY długopis 307

optyka geometryczna

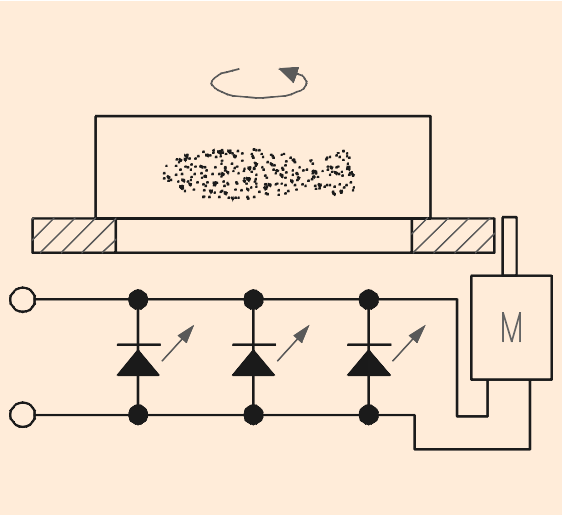


Składa się z przezroczystej części z wkładem piszącym oraz części nieprzezroczystej zawierającej obwód elektryczny złożony z trzech równolegle połączonych diod elektroluminescencyjnych dających światło czerwone, zielone i niebieskie oraz baterii, układu elektronicznego i przełącznika. Po naciśnięciu przełącznika odpowiednią liczbę razy świeci jedna z diod albo ich kombinacje w sposób stały albo pulsujący oświetlając część przezroczystą.

Rozchodzenie się światła, załamanie, wewnętrzne odbicie, obwód elektryczny.

# 308 LAMPA z obracanym kryształem

optyka geometryczna




Zasilana z sieci lub baterii lampa z diodami elektroluminescencyjnymi dającymi światło czerwone, zielone i niebieskie oraz obracanym wokół nich przez silniczek elektryczny lustrzanym pierścieniem, na którym ustawiany jest wypolerowany bloczek szklany z wzorami wewnątrz utworzonymi z pęcherzyków powietrza. Po włączeniu diody oświetlają pulsującymi barwnymi promieniami bloczek z wzorami.

Rozchodzenie się światła, załamanie, całkowite wewnętrzne odbicie.

# 309 MAGICZNA latarka

optyka geometryczna



Zawiera zasilaną z dwóch baterii żaróweczkę oświetlającą przez szczelinę z różnokolorowymi skrawkami przezroczystej folii wiązkę włókien światłowodowych. Podczas poruszania końce włókien świecą różnokolorowym światłem.

Całkowite wewnętrzne odbicie, światłowody, filtry optyczne.

# LAMPKA światłowodowa nie zmieniająca barw 310

optyka geometryczna



Lampa złożona z żarówki zasilanej z sieci i wiązki włókien światłowodowych tworzącej pióropusz. Po włączeniu końce włókien świecą światłem białym rozchodzącym się w światłowodach.

Całkowite wewnętrzne odbicie, światłowody.

# LAMPKA światłowodowa zmieniająca barwy 311

optyka geometryczna



Lampa złożona z żarówki zasilanej z sieci przez zasilacz obniżający napięcie i wiązki włókien światłowodowych tworzącej pióropusz oraz barwnych przesłon napędzanych silniczkiem elektrycznym umieszczonych między żarówką i wiązką. Po włączeniu końce włókien świecą światłem o zmiennych barwach rozchodzącym się w światłowodach.

Całkowite wewnętrzne odbicie, światłowody, filtry optyczne.

# 312 CZAPKA ze światłowodami

optyka geometryczna

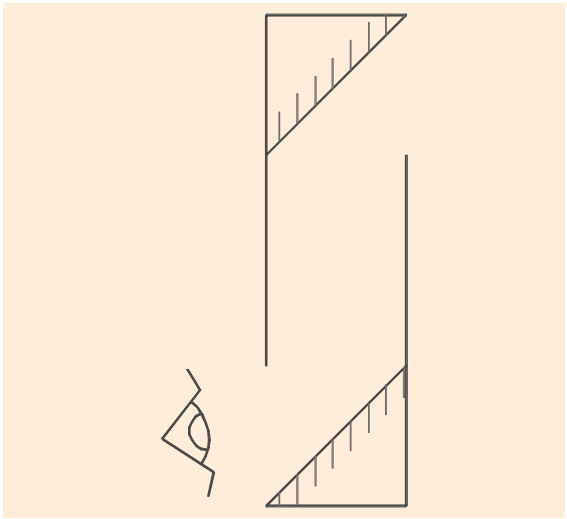


Czapka mająca nad daszkiem napis złożony z punktów stanowiących końce światłowodów zbiegających się w jedną wiązkę podświetlaną żaróweczką zasilaną z baterii poprzez wyłącznik i układ elektroniczny. Po włączeniu napis świeci pulsującym światłem.

Całkowite wewnętrzne odbicie, światłowody.

# 313 PERYSKOP nieodwracający

optyka geometryczna

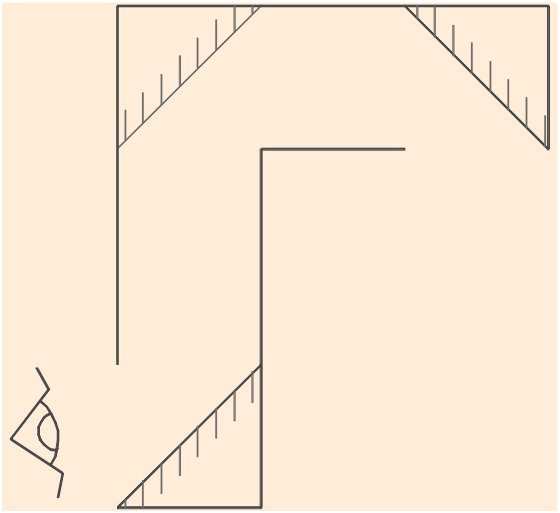


Prosta rura z umieszczonymi w niej dwoma zwierciadłami płaskimi ustawionymi równolegle względem siebie i pod kątem $45^0$ do osi rury przed okienkami wyciętymi w pobliżu jej końców. Umożliwia to oglądanie przedmiotów znajdujących się na wprost za wysoką przeszkodą.

Odbicie światła, obrazy pozorne.

# PERYSKOP odwracający 314

optyka geometryczna



Zgięta pod kątem prostym rura z umieszczonymi w niej trzema zwierciadłami płaskimi ustawionymi równolegle lub prostopadle względem siebie i pod kątem $45^0$ do osi rury przed okienkami wyciętymi w pobliżu jej końców oraz w miejscu zagięcia. Umożliwia to oglądanie przedmiotów znajdujących się za wysoką przeszkodą w jej pobliżu.

Odbicie światła, obrazy pozorne.

# OKULARY persykopowe 315

optyka geometryczna

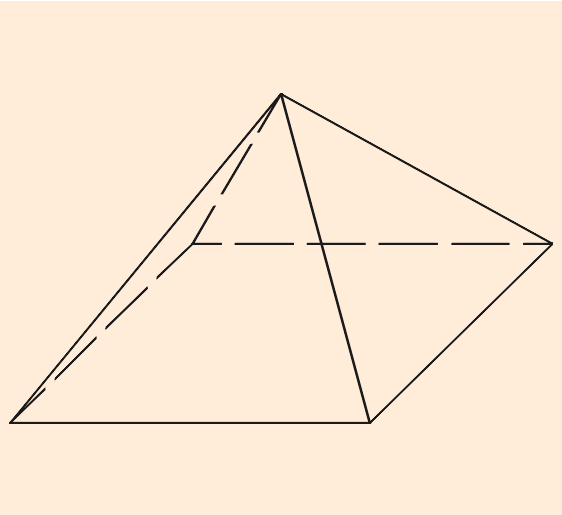


Okulary mające w przedniej części przesłonę z dwoma otworami i dwa zwierciadła płaskie jedno szersze poziome a drugie węższe nachylone pod kątem $45^0$. Pozwalają na oglądanie przedmiotów znajdujących się w dole podczas patrzenia na wprost i zasłaniają oczy

Odbicie światła, obrazy pozorne.

## 316 PIRAMIDKA szklana

optyka geometryczna

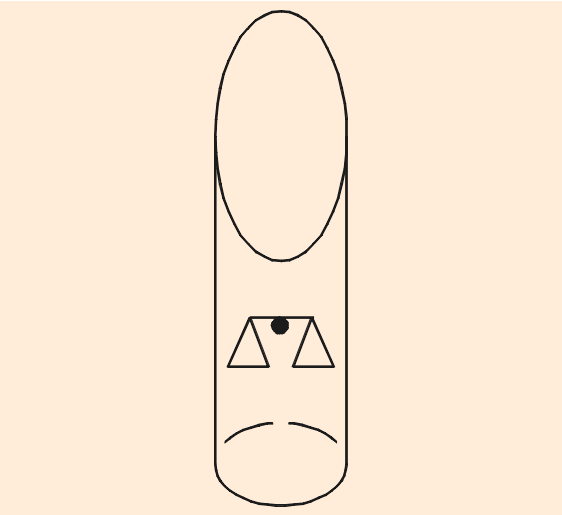


Ostrosłup czworokątny prawidłowy o wypolerowanych ściankach ze szkła o dużym współczynniku załamania światła. Światło ulega w nim załamaniom, całkowitym wewnętrznym odbiciom i rozszczepieniu.

Załamanie światła, wewnętrzne odbicie, rozszczepienie.

## 317 ŚCIĘTY WALEC zodiaku

optyka geometryczna

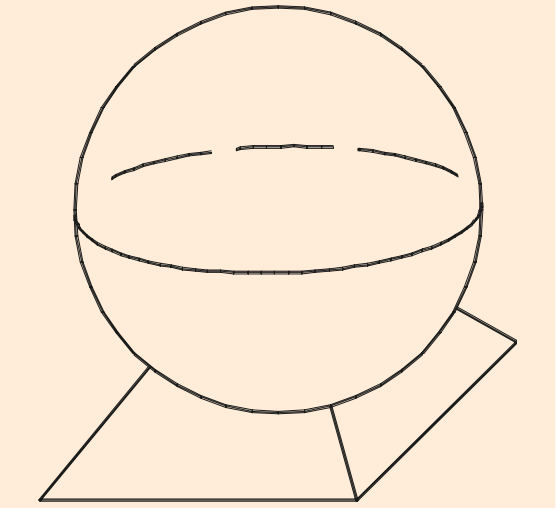


Ukośnie ścięty walec szklany ze szkła o dużym współczynniku załamania światła z wygrawerowanym znakiem zodiaku na tylnej części powierzchni bocznej i podstawą podklejoną folią zwierciadlaną. Światło ulega na nim załamaniu i rozszczepieniu.

Załamanie światła, rozszczepienie.

# KULA szklana 318

optyka geometryczna



Umieszczona na podstawce kilkucentymetrowej średnicy kula szklana używana do wróżenia. Działa, jak gruba soczewka dwuwypukła

Załamanie światła, właściwości soczewki skupiającej.

# KULKI szklane 319

optyka geometryczna



Kulki o średnicy kilkunastu milimetrów działają, jak grube soczewki dwuwypukłe.

Załamanie światła, właściwości soczewki skupiającej.

## 320 OKULARY krótkowidza

optyka geometryczna

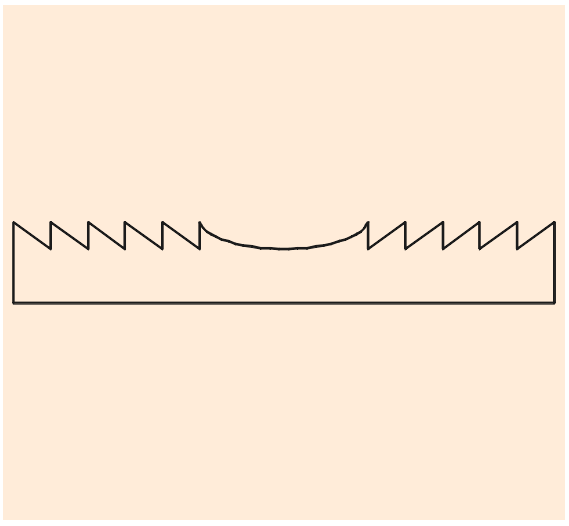


Z grubymi płasko-wklęsłymi soczewkami pierścieniowymi o środkowej części płaskiej. Dają dwa obrazy – zmniejszony przedmiotów znajdujących się z boku i naturalnej wielkości przedmiotów będących na wprost.

Obrazy pozorne, właściwości soczewki rozpraszającej, obrazy rzeczywiste.

## 321 PŁASKIE zwierciadło powiększające

optyka geometryczna

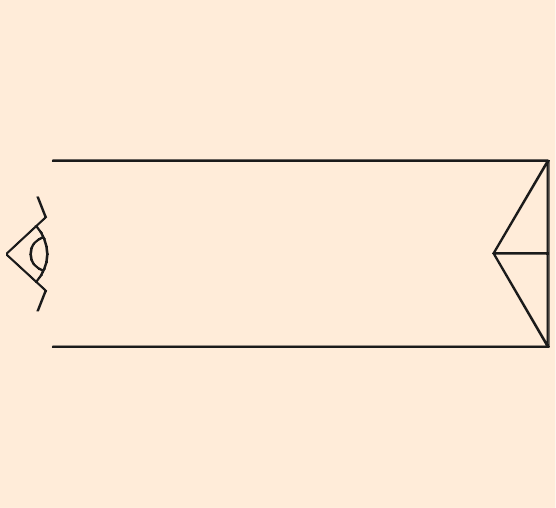


Kwadratowa płytka, której powierzchnia odbijająca pokryta jest współśrodkowymi rowkami o przekroju zbliżonym do trójkąta z wygiętą łukowo przeciwprostokątną podobnie, jak powierzchnia soczewki Fresnela, zob. pkt. 328.

Odbicie światła obrazy w zwierciadle wklęsłym.

# LUNETKA z potrójnym pryzmatem 322

optyka geometryczna

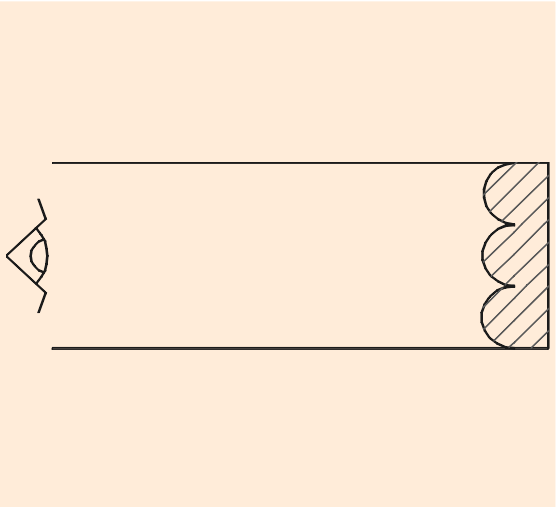


Nieprzezroczysta rurka w przedniej części zamknięta przezroczystym ostrosłupem trójkątnym prawidłowym z wierzchołkiem na osi rurki. Podczas patrzenia w otwarty koniec widać potrojony obraz otoczenia.

Załamanie światła, obrazy pozorne.

# LUNETKA wielosoczewkowa 323

optyka geometryczna

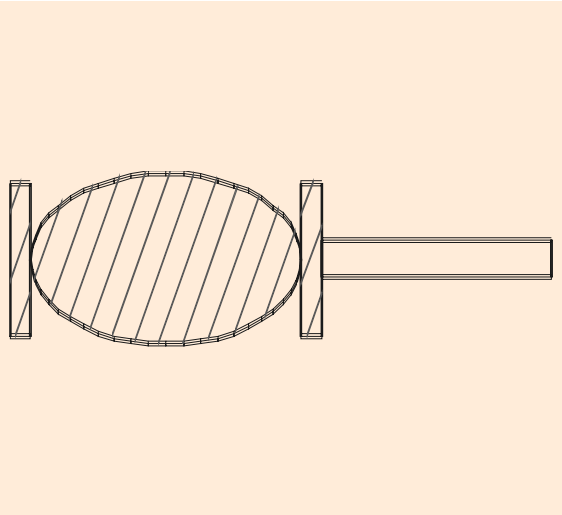


Nieprzezroczysta rurka w przedniej części zamknięta płytką szklaną utworzoną z wielu umieszczonych obok siebie soczewek. Podczas patrzenia widać zwielokrotniony obraz otoczenia.

Załamanie światła, obrazy pozorne.

# 324 LUPA

optyka geometryczna



Soczewka skupiająca o krótkiej ogniskowej zamocowana na rączce lub w oprawie. Daje powiększony, prosty i pozorny obraz przedmiotu umieszczonego w odległości mniejszej niż jej ogniskowa.

Załamanie światła, obrazy w soczewce skupiającej.

# 325 SOCZEWKA z butelki z wodą

optyka geometryczna

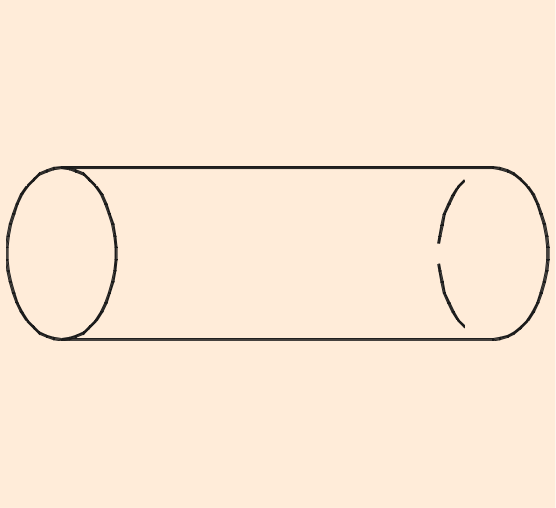


Zamknięta butelka plastikowa o spłaszczonym kształcie, np. od szamponu. Całkowicie wypełniona wodą stanowi cylindryczną soczewkę dwuwypukłą.

Załamanie światła, obrazy w soczewce skupiającej.

# SOCZEWKA z przezroczystego pręta 326

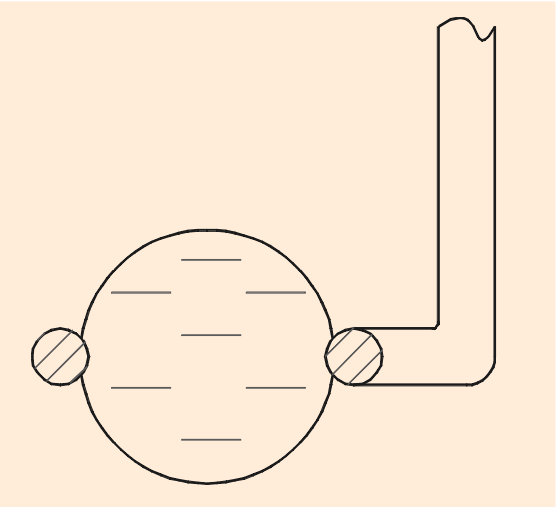
optyka geometryczna



Kawałek przezroczystego pręta z pleksiglasu lub ze szkła stanowi grubą cylindryczną soczewkę dwuwypukłą.
Załamanie światła, obrazy w soczewce skupiającej.

# SOCZEWKA z kropli wody 327

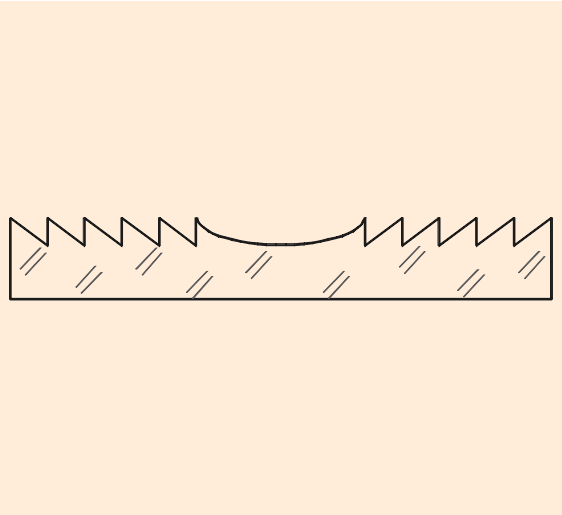
optyka geometryczna



Kropla wody umieszczona na oczku z rączką wygiętym z kawałka drutu działa, jak gruba soczewka kulista dwuwypukła. Można ją wykorzystać jako lupę, zob. pkt. 324.
Załamanie światła, obrazy w soczewce skupiającej.

## 328 SOCZEWKA Fresnela

optyka geometryczna

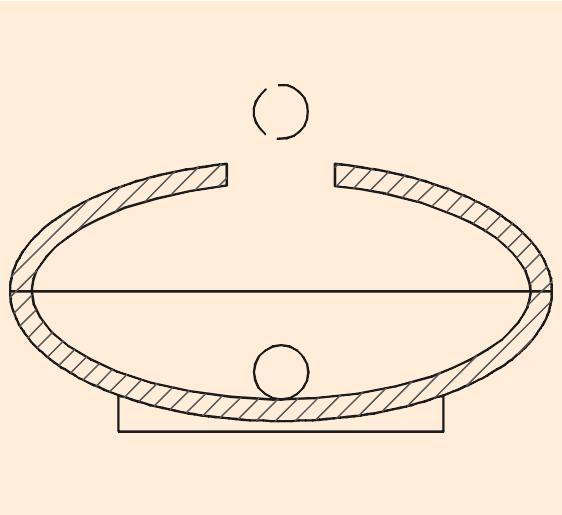


Arkusz giętkiej przezroczystej folii, której powierzchnia odbijająca pokryta jest współśrodkowymi rowkami o przekroju zbliżonym do trójkąta z wygiętą łukowo przeciwprostokątną.

Właściwości soczewek, obrazy w soczewce skupiającej.

## 329 TALERZ iluzjonistyczny

optyka geometryczna

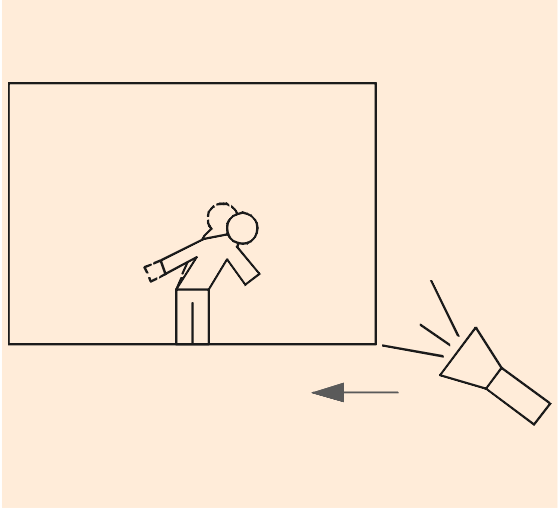


Dwa paraboliczne zwierciadła wklęsłe w tym jedno z otworem w środkowej części. Zwrócone powierzchniami odbijającymi ku sobie i ułożone jedno na drugim dają nad otworem górnego zwierciadła trójwymiarowy rzeczywisty obraz niewielkiego przedmiotu leżącego na środku dolnego zwierciadła.

Zwierciadła wklęsłe, obrazy przestrzenne rzeczywiste.

# CIENIE częściowo ruchome 330

optyka geometryczna

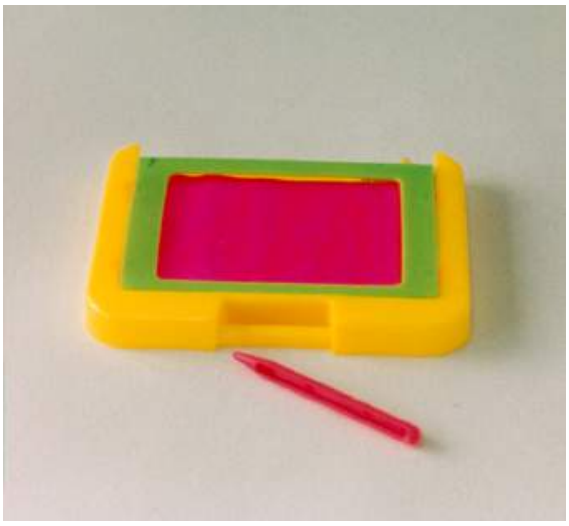


Kilka wyciętych z papieru figurek częściowo przylegających do płytki o białej powierzchni. Oświetlone poruszaną latarką dają na powierzchni płytki cienie poruszające się w tym większym zakresie im bardziej figurka odstaje od płytki.

Rozchodzenie się światła, cień.

# ZNIKOPIS optyczny 331

optyka geometryczna

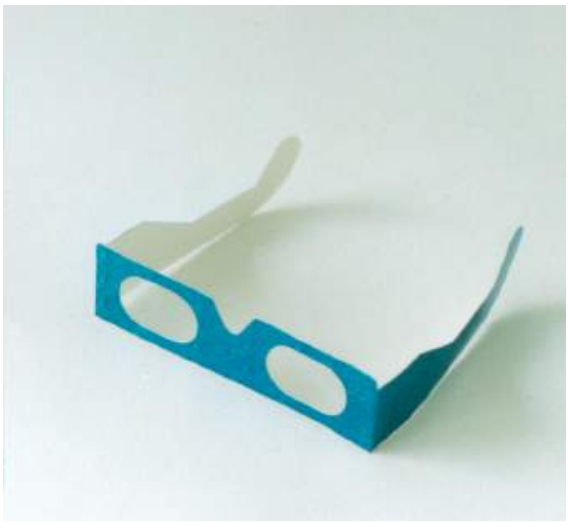


Tabliczka z dwiema warstwami folii oprawionymi w ramki ze szczeliną, w której może przesuwać się suwak w postaci listwy rozdzielającej folie. Po dociśnięciu folii pręcikiem stanowiącym pisak widoczny jest ślad jego ruchu, który można zlikwidować przez rozdzielenie folii suwakiem.

Ciała przezroczyste i nie przezroczyste, rozchodzenie się światła.

# 332 OKULARY chromatyczne

dyfrakcja

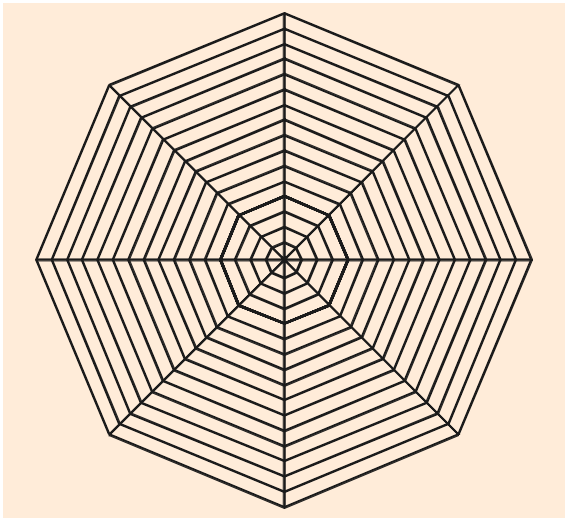


Wykonana kartonu z oprawka okularowa, której otwory na soczewki zamknięte są przezroczystą folią o rowkowanej powierzchni tworzącej mikropryzmaty. Podczas patrzenia przez okulary widoczne są tęczowe pasy wokół oglądanych przedmiotów.

Rozszczepienie światła, dyfrakcja, interferencja.

# 333 DYSK chromatyczny

dyfrakcja

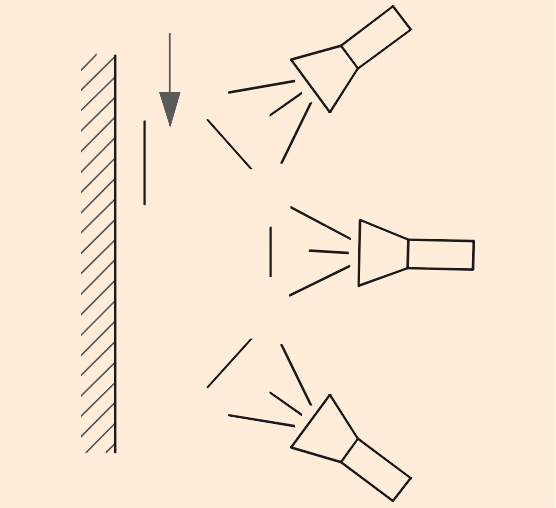


Okrągła płytka o odbijającej światło powierzchni górnej, wyprofilowanej przez drobne rowki rozszczepiające światło. Podczas patrzenia na płytkę widoczne są tęczowe pasy.

Rozszczepienie światła, dyfrakcja, interferencja.

# KOLOROWE cienie 334

barwy

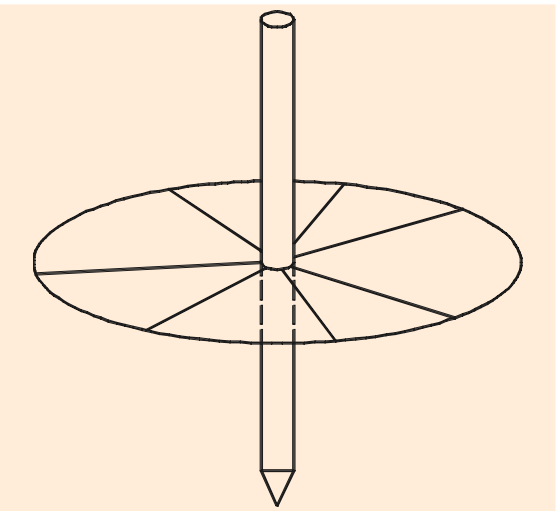


Trzy lampki z barwnymi filtrami – czerwonym, zielonym i niebieskim oraz przesłona umieszczona przed ekranem. Gdy światło z trzech lampek pada na jeden obszar ekranu wówczas widać białą świecącą plamę w wyniku mieszania się barw dopełniających. Po wyłączeniu którejś z lampek lub jej częściowym przesłonięciu pojawiają się barwne cienie.

Rozchodzenie się światła, składanie barw.

# BĄK z krążkiem Newtona 335

barwy

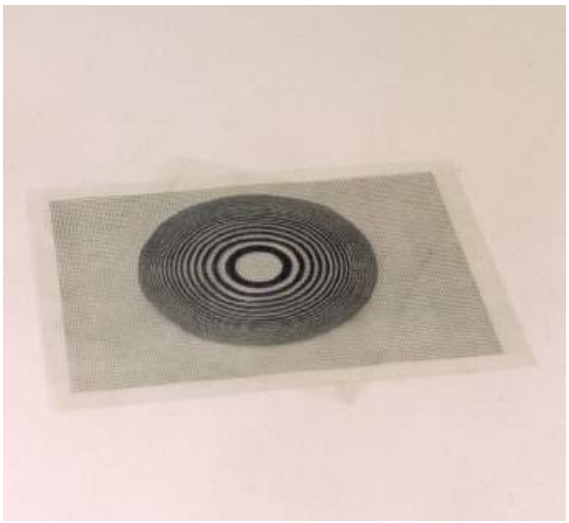


Osadzona na zaostrzonej osi tarcza podobna do klasycznego bąka, zob. pkt. 93, z trójkątnymi sektorami o barwach tęczy na górnej powierzchni. Po wprawieniu w ruch przez pokręcenie palcami widać zmianę koloru tarczy na szarą lub białą i zachodzi precesja.

Mieszanie barw, precesja.

## 336 OBRAZY morie

oko



Arkusze przezroczystej folii z nadrukowanymi regularnymi układami linii, punktów, pierścieni itp. Po nałożeniu na siebie widoczne są dodatkowe jasne i ciemne strefy łatwo zmieniające swój kształt podczas poruszania arkuszy.

Rozchodzenie się światła nakładanie cieni, efekt morie.

## 337 OKULARY holograficzne

oko



Okulary mające zamiast soczewek płytki z hologramami i filtry półprzepuszczalne. Dla noszącego je są okularami przeciwsłonecznymi a inne osoby widzą obrazy przestrzenne w normalnym oświetleniu.

Hologramy, filtry optyczne.

# ZMIENNE obrazki 338

oko

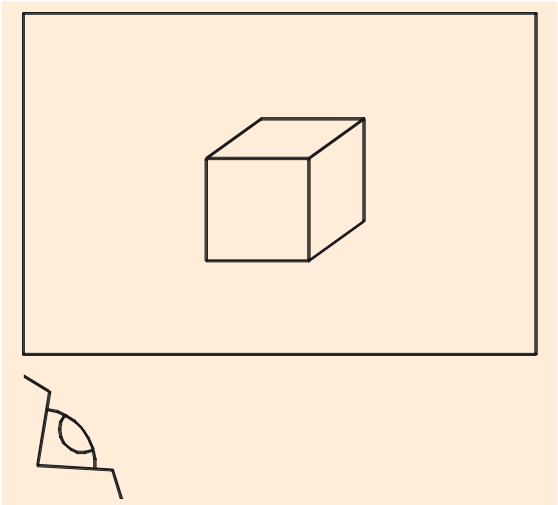


Dwa różne obrazki, z których części pierwszego nadrukowane są na jednych ściankach rowkowanej powierzchni a części drugiego na pozostałych ściankach. Zależnie od kąta patrzenia na powierzchnię widoczny jest jeden albo drugi obrazek.

Rozchodzenie się światła, obserwacja różnych obrazów zależnie od kąta widzenia.

# WIDOKÓWKI trójwymiarowe 339

oko

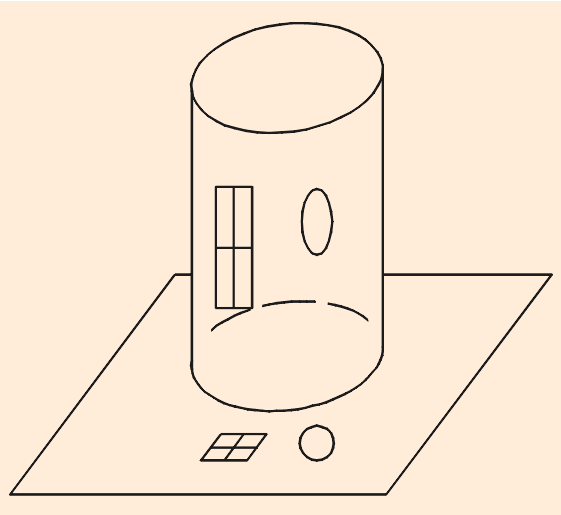


Dwa obrazki tego samego przedmiotu widziane z różnych punktów oddalonych od siebie na rozstaw oczu – ok. 70 mm nadrukowane na ściankach rowkowanej powierzchni podobnie jak zmienne obrazki, zob. pkt. 338. Podczas patrzenia na wprost widoczny jest jeden trójwymiarowy obraz w wyniku nałożenia się dwóch obrazów w ośrodku wzrokowym mózgu.

Rozchodzenie się światła widzenie przestrzenne.

## 340 ANAMORFOZA obrazów

oko

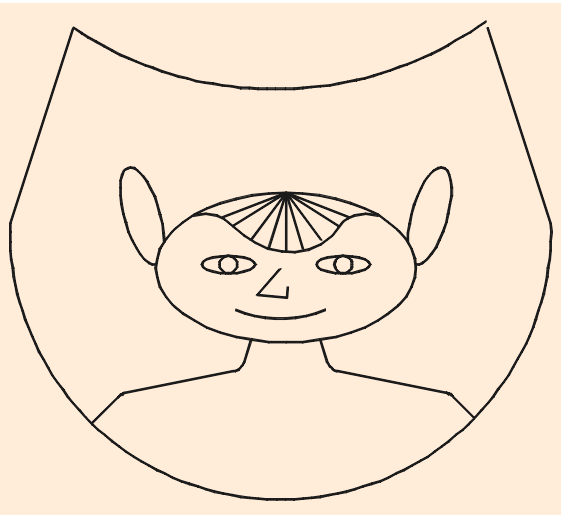


Zniekształcenie obrazów wydrukowanych na poziomej powierzchni. podczas oglądania ich na zewnętrznej odbijającej powierzchni pionowo ustawionego walca.

Odbicie światła, obrazy w zwierciadle cylindrycznym.

## 341 KRZYWE zwierciadła

oko

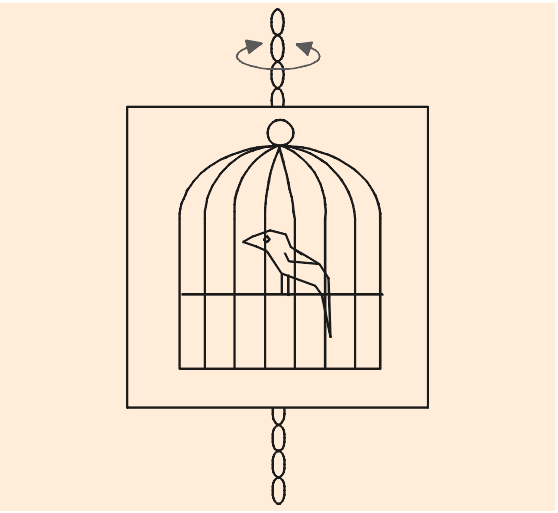


Zniekształcenie obrazu przez powierzchnie odbijające asferyczne, np. beczkową lub siodłową.

Odbicie światła, tworzenie obrazów.

# PTASZEK w klatce 342

oko

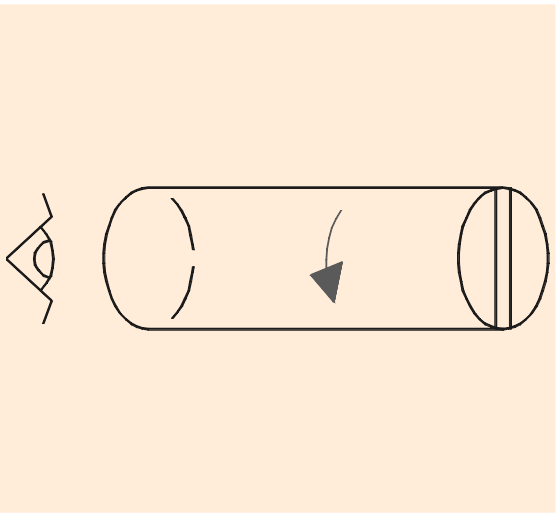


Obrazki ptaszka i klatki nadrukowane na dwóch stronach kartonika wprawianego w ruch nitką, podobnie jak wirujący guzik, zob. pkt. 81. Podczas patrzenia na wprost widoczny jest obraz ptaszka w klatce w wyniku nakładania się obu obrazów.

Bezwładność oka.

# TRWAŁOŚĆ widzenia 343

oko



Obserwacja otoczenia przez obracaną, rurkę zamkniętą przesłoną z wąską szczeliną. Podczas dostatecznie szybkiego obrotu widać pełny obraz w wyniku nakładania się fragmentów obrazu.

Bezwładność oka.

# 344 SKRĘCANIE siatki kropek

oko



Kwadratowa siatka złożona z kropek umieszczonych na wirującej tarczy. Widoczna jest jako układ współśrodkowych okręgów, w wyniku nakładania się obrazów pośrednich położeń kropek.

Bezwładność oka.

# 345 WIRUJĄCA spirala

oko



Spirala Archimedesa na wirującym dysku widoczna jest jako zbiegające lub rozbiegające się okręgi zależnie od kierunku obrotu, w wyniku nakładania się kolejnych położeń składowych radialnych i stycznych fragmentów spirali.

Bezwładność oka.

# DYSK Benham`a 346

oko

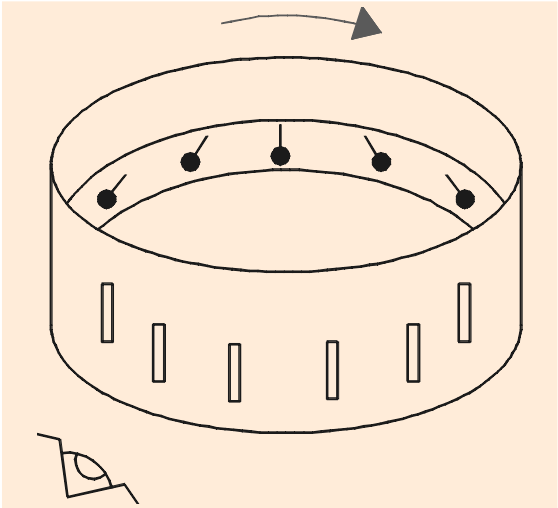


Do połowy ograniczonej średnicą zaczerniona tarcza a na drugiej połowie są fragmenty współśrodkowych łuków. Podczas wirowania widać brązowe pierścienie.

Bezwładność oka, widzenie barwne.

# STROBOSKOP 347

oko

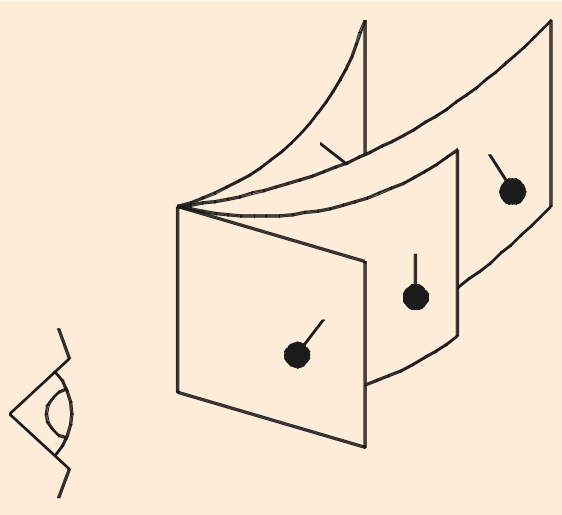


Otwarty od góry cylinder z szeregiem wąskich szczelin na bocznej powierzchni i umieszczanym wewnątrz paskiem papieru z szeregiem obrazków przedstawiających kolejne fazy ruchu, np. biegnącego konia lub wahadła. Po wprawieniu cylindra w obrót przez szczeliny obserwuje się ciągły ruch.

Bezwładność oka.

# 348 STROBOSKOP książeczkowy

oko

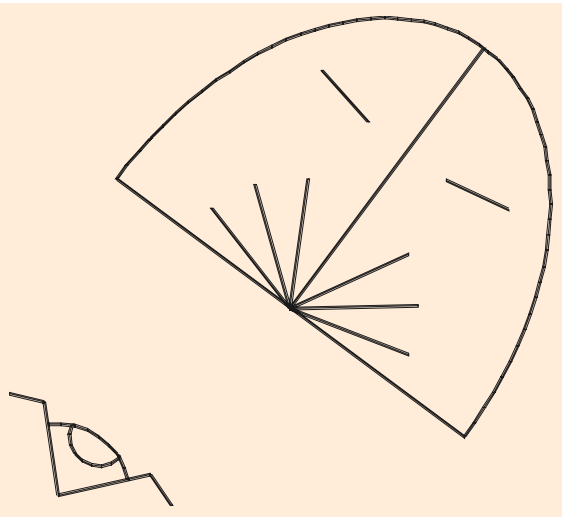


Niewielka książeczka, w której na każdej z kartek jest kolejna faza ruchu pewnego obiektu, np. biegnącego konia lub wahadła. Podczas szybkiego przewracania kartek przez ich zwalnianie palcem po uprzednim odgięciu obserwuje się ciągły ruch obiektu.

Bezwładność oka.

# 349 WIDZENIE peryferyjne

oko

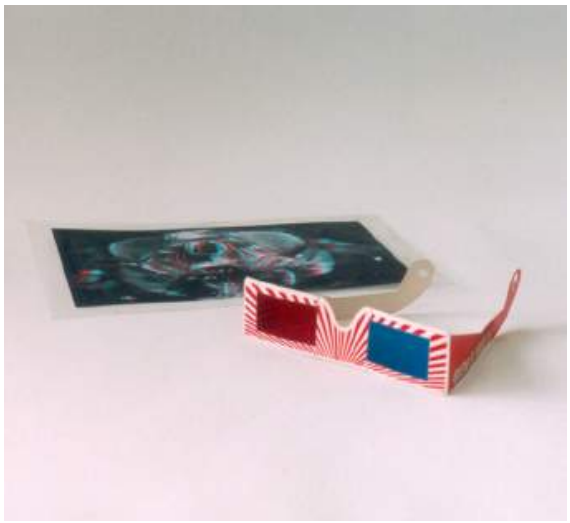


Obserwacja małych przedmiotów usytuowanych z boku półkolistej tarczy ustawionej w pobliżu oka i pomiar kąta pod którym można je jeszcze zobaczyć.

Kąt widzenia.

# ANAGLIFY 350

oko



Dwa umieszczone na jednej kartce rysunki lub fotografie tego samego przedmiotu w barwach czerwonej i niebieskiej wykonane z dwóch punktów widzenia odległych od siebie o rozstaw oczu, zob. pkt. 339. Podczas oglądania przez okulary z jednym szkłem niebieskim a drugim czerwonym dają wrażenie widzenia rzeczywistego przestrzennego przedmiotu.

Widzenie przestrzenne, filtry optyczne.

# STEREOSKOP 351

oko

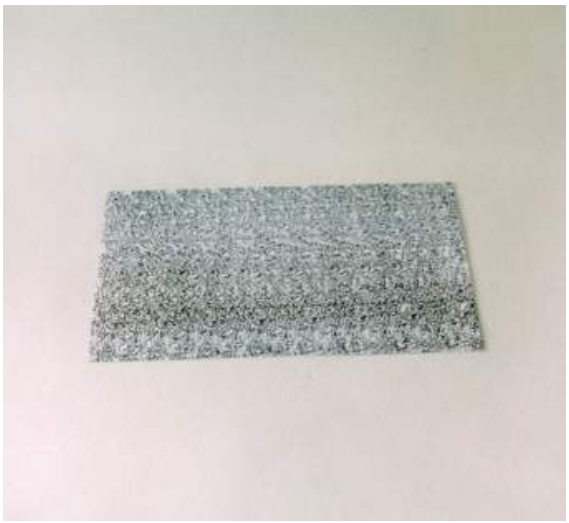


Dwa rozdzielone linią i umieszczone obok siebie rysunki lub fotografie tego samego przedmiotu wykonane z dwóch punktów widzenia rozsuniętych na odległość, rozstawu oczu, zob. pkt. 339. Podczas oglądania przez dwie soczewki umieszczone na stojaku z przegrodą ustawioną na linii rozdzielającej dają wrażenie widzenia rzeczywistego przestrzennego przedmiotu.

Widzenie przestrzenne.

# 352 STEREOGRAMY punktowe typu SIRDS

oko



Układy pozornie chaotycznie rozmieszczonych punktów, oglądane z niewielkiej odległości. Po ćwiczeniach w ustawieniu oczu dają wrażenie widzenia rzeczywistego przestrzennego przedmiotu.

Widzenie przestrzenne.

# 353 EFEKT Schwarchilda

oko

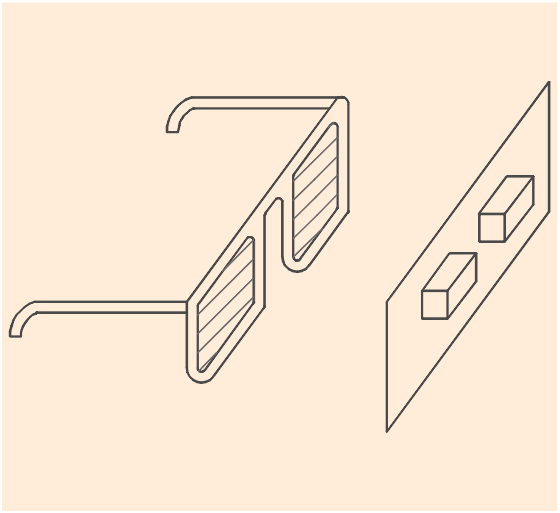


Okulary z filtrem szarym lub oliwkowym na jedno oko i purpurowym na drugie. Dają złudzenie trójwymiarowości podczas patrzenia na ruchomy przedmiot.

Psychofizjologia widzenia, widzenie przestrzenne.

# EFEKT trójwymiarowy z filtrami polaryzacyjnymi 354

oko

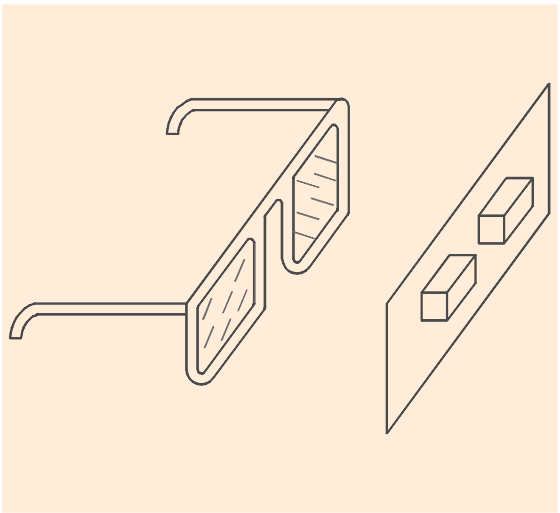


W oprawce okularów są dwa filtry polaryzacyjne o wzajemnie prostopadłych kierunkach przepuszczania. Jeden filtr wygasza obraz dla jednego oka, a drugi dla drugiego podobnie, jak w przypadku anaglifów, zob. pkt. 350.

Widzenie przestrzenne.

# EFEKT trójwymiarowy z filtrami ciekłokrystalicznymi 355

oko

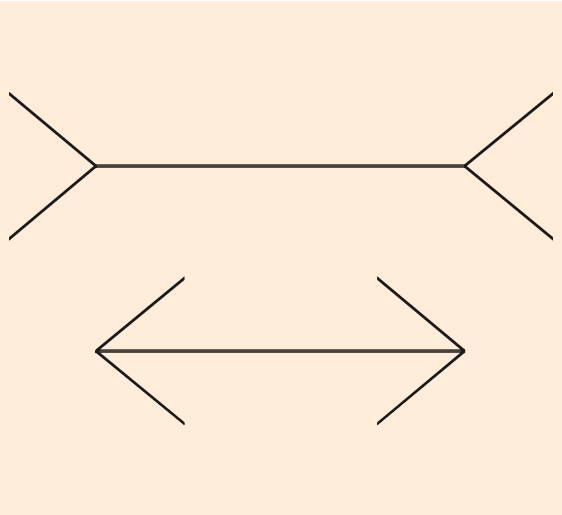


W oprawce okularów są dwa filtry ciekłokrystaliczne o wzajemnie prostopadłych kierunkach przepuszczania podobnie, jak filtry polaryzacyjne, zob. pkt. 354.

Widzenie przestrzenne.

## 356 ZŁUDZENIA optyczne

oko

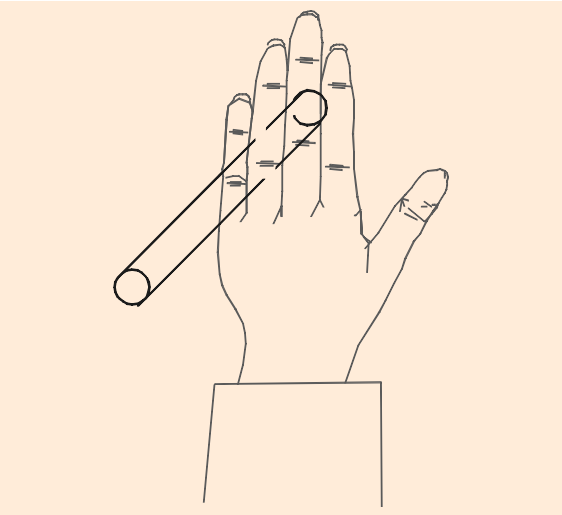


Specjalnie przygotowane rysunki, np. odcinków ze strzałkami, kół na tle spiral, przedmiotów ukrytych lub z błędami w perspektywie – grafiki Eshera. Podczas oglądania źle oceniana jest długość, prostoliniowość, kolistość lub przestrzenność oglądanych figur lub widoczne są tylko wybrane obrazy.

Psychofizjologia widzenia.

## 357 OTWÓR w dłoni

oko



Rurka, np. zwinięta z kartki papieru i przyłożona do grzbietu dłoni ustawionej przed oczyma. Podczas patrzenia jednym okiem w rurkę a drugim na dłoń ulega się złudzeniu, że w dłoni jest otwór.

Synteza obrazu podczas widzenia obuocznego.

# fizyka współczesna

# NEONÓWKA z napisem 358

fizyka atomowa



Bańka szklana w kształcie żarówki sieciowej wypełniona gazem pod zmniejszonym ciśnieniem z umieszczonymi w niej elektrodami w formie krótkiego napisu pokrytymi luminoforem. Po wkręceniu do oprawki żarówki zasilanej napięciem 220 V widać świecący, kolorowy napis otoczony poświatą.

Wyładowanie w gazie rozrzedzonym, elektroluminescencja.

# KULA plazmowa 359

fizyka atomowa

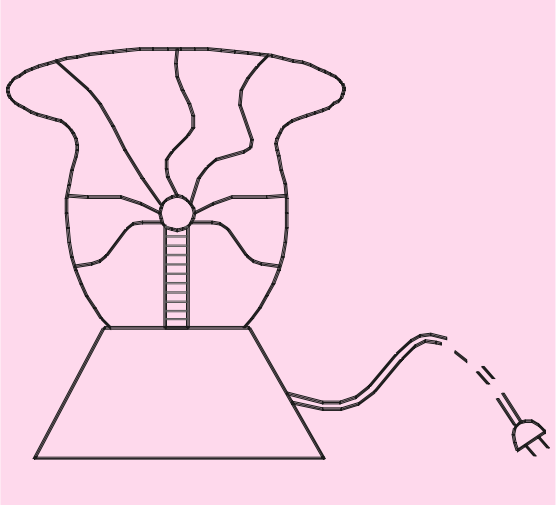


Sferyczna bańka szklana wypełniona neonem pod ciśnieniem ok. 10 mmHg z umieszczoną w niej centralnie kulistą elektrodą zasilaną z transformatora Tesli napięciem ok. 20 kV o częstotliwości ok. 30 kHz. Może być też załączana czujnikiem dźwięku. Podczas zasilania z sieci daje jasnofioletowe smugi wyładowań biegnące promieniście i zmieniające kształt po dotknięciu bańki lub zbliżeniu dowolnego przedmiotu. Zaczyna też działać przy dostateczne głośnym dźwięku.

Wyładowanie w gazie rozrzedzonym, potencjał elektryczny.

# 360 LAMPA plazmowa w kształcie grzyba

fizyka atomowa

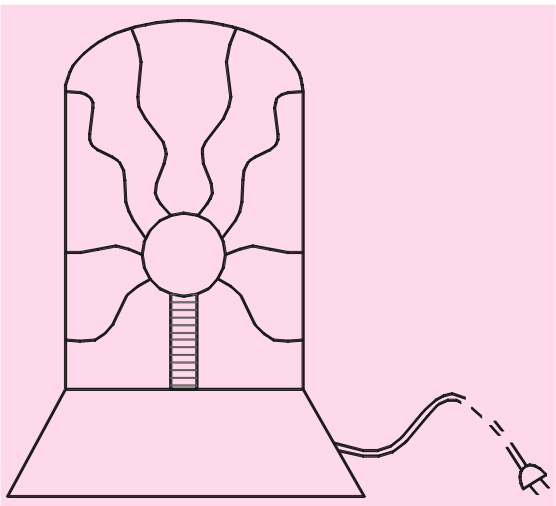


Podobnie zbudowana i działająca, jak kula plazmowa, zob. pkt. 359. Z tą różnicą, że bańka szklana ma kształt grzyba.

Wyładowanie w gazie rozrzedzonym, potencjał elektryczny.

# 361 LAMPA plazmowa w kształcie walca

fizyka atomowa

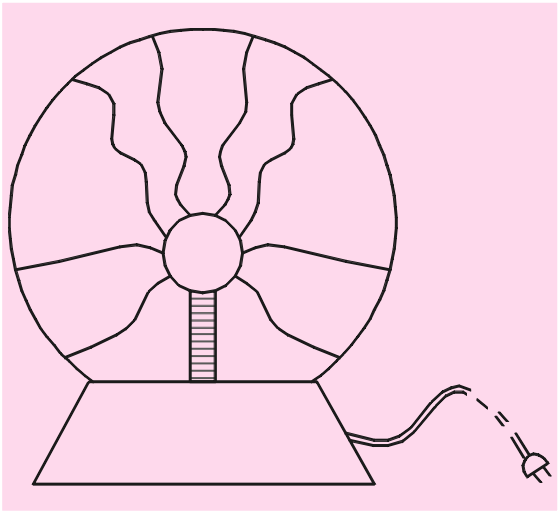


Podobnie zbudowana i działająca, jak kula plazmowa, zob. pkt. 359. Z tą różnicą, że bańka szklana ma kształt cylindra.

Wyładowanie w gazie rozrzedzonym, potencjał elektryczny.

# TARCZA plazmowa 362

fizyka atomowa

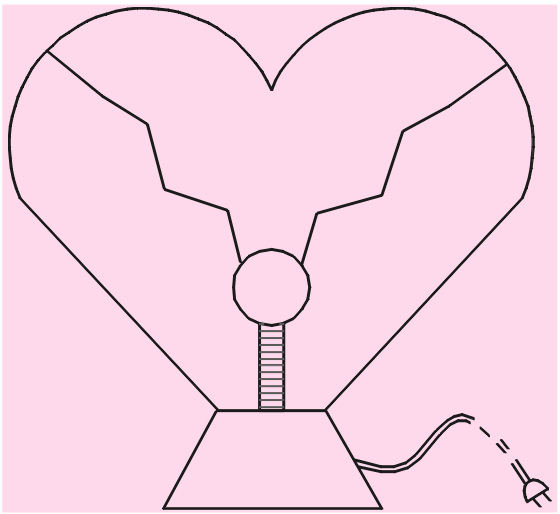


Podobnie zbudowana i działająca, jak kula plazmowa, zob. pkt. 359. Z tą różnicą, że bańka szklana ma kształt dysku.

Wyładowanie w gazie rozrzedzonym, potencjał elektryczny.

# PLAZMOWE serce 363

fizyka atomowa

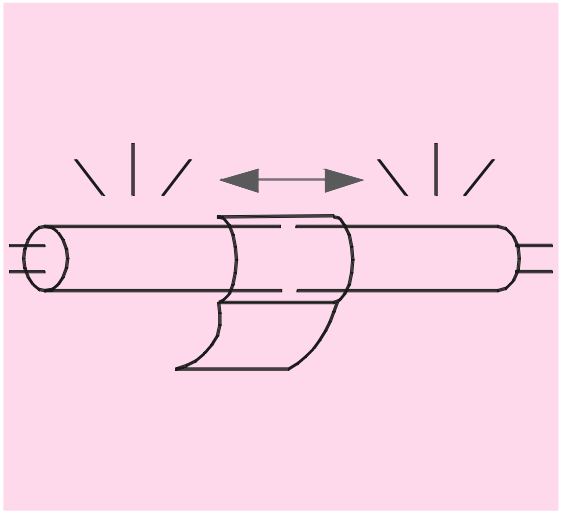


Podobnie zbudowana i działająca, jak kula plazmowa, zob. pkt. 359. Z tą różnicą, że bańka szklana ma kształt serca a wyładowanie koncentruje się gównie na dwóch smugach.

Wyładowanie w gazie rozrzedzonym, potencjał elektryczny.

## 364 POCIERANA świetlówka

fizyka atomowa



Wymontowana z oprawy świetlówka potarta kawałkiem folii lub ściereczką świeci. Jest to spowodowane bombardowaniem luminoforu przez elektrony przyciągane do naładowanej podczas tarcia szklanej rury świetlówki.

Wyładowanie w gazie rozrzedzonym, elektryzowanie przez tarcie, elektroluminescencja.

## 365 ŚWIECĄCE figurki

fizyka atomowa

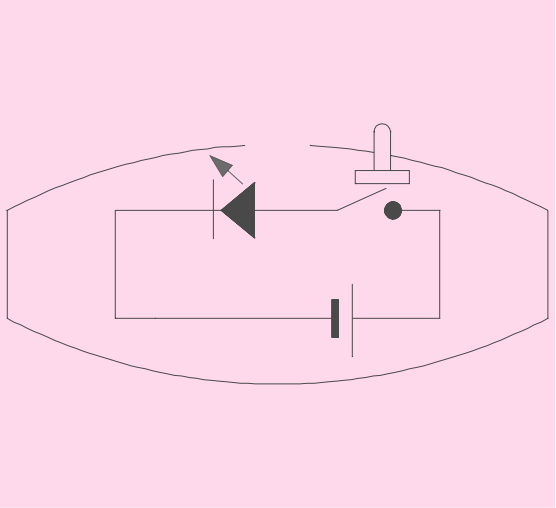


Wykonane z tworzywa sztucznego z dodatkiem substancji fluoryzującej figurki, np. zwierząt. Po oświetleniu i przeniesieniu do ciemności świecą zanikającym światłem.

Fluorescencja.

# TESTER do banknotów 366

fizyka atomowa



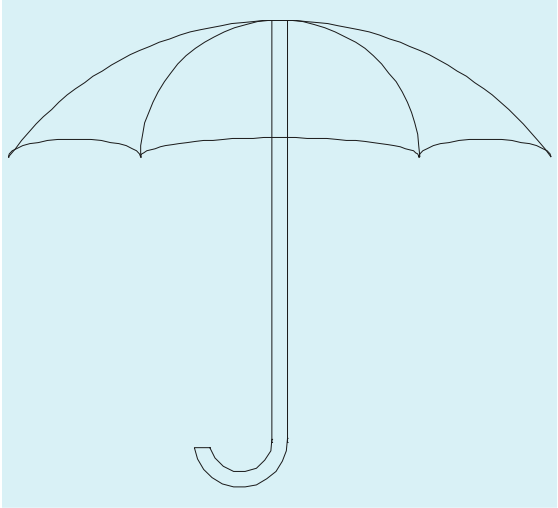
Dioda elektroluminescencyjna świecąca światłem niebieskim lub ultrafioletowym. Umieszczona wraz z bateriami zasilającymi i przyciskiem włączającym w breloczku do kluczy w kształcie dysku. Po wciśnięciu przycisku wysyła światło powodujące fluorescencję niektórych elementów nadrukowanych na banknotach i dokumentach, np. numerów.

Luminescencja, obwód elektryczny.

# astronomia

# NIEBOSKŁON w parasolce 367

astronomia gwiazdowa

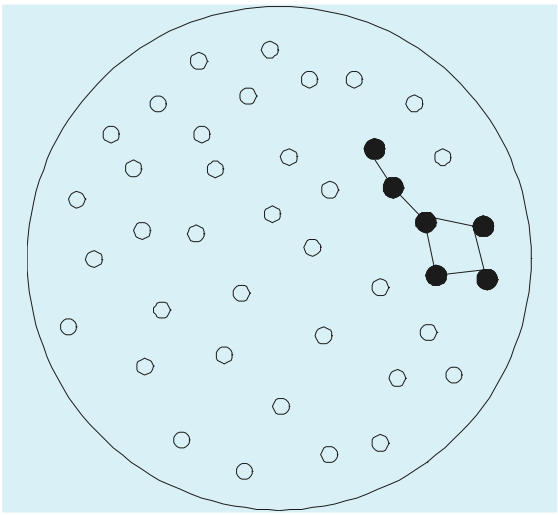


Widoczny z półkuli północnej układ gwiazdozbiorów z ich nazwami wydrukowany na wewnętrznej stronie parasolki. Daje możliwość symulacji ich ruchu przez obrót parasolki.

Obserwacja gwiazdozbiorów.

# NIEBO w piłce 368

astronomia gwiazdowa

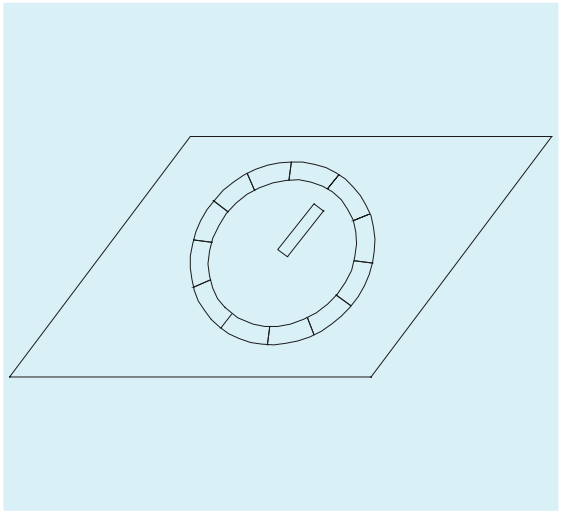


Widoczny z obu półkul układ gwiazdozbiorów z ich nazwami wydrukowany na zewnętrznej stronie piłki plażowej. Daje możliwość symulacji ich ruchu przez obrót piłki.

Obserwacja gwiazdozbiorów.

# 369 ZEGAR słoneczny

astronomia gwiazdowa



Tarcza z zaznaczonymi na pierścieniowej skali godzinami i nieco odchylonym od pionu prętem. Pozwala określić przybliżony czas w pogodny dzień na podstawie położenia cienia pręta na tle skali.

Pozorny ruch Słońca, pomiar czasu.

## Literatura cytowana


1. McCullbugh J. And R., The Role of Toys in Teaching Physics, American Association of Physics Teachers, College Park, Madison 2000.
2. B. Bończak, S. Bednarek, Zabawki jako środki dydaktyczne do nauczania fizyki, ,,Fizyka w Szkole", Nr 1, 2002 r., s. 13-17.
3. G. Karwasz, Fizyka i zabawki – obrazki z wystawy, ,,Postępy Fizyki" T. 51, 2000 r., Zesz. dod. s. 97-98.
4. S. Bednarek, Fizyka w sklepie z gadżetami, ,,Foton" Nr 79, Zima 2002 r., s. 36-40.
5. W. Niedzicki, Jak przełamać lęk przed fizyką?. ,,Postępy Fizyki", T. 53, 2002 r., Zesz. 5, s. 245-248.
6. www.wsip.com.pl
7. www.wsp.slupsk.pl
8. www.physics.nscu.edu
9. B. Bończak, S. Bednarek, Wyposażenie i potrzeby szkół w zakresie środków dydaktycznych do nauczania fizyki, "Fizyka w Szkole", Nr 4, 1994 r., s. 214-218 i 254.
10. E. Wojtania, Zabawki fizyczne, praca magisterska, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1986.
11. S. Bednarek, Wykorzystanie zabawek w eksploratorium fizycznym, "Fizyka w Szkole", Nr 3, 2002 r. s. 183-186.
12. K. Ernst, Wiecznie spragniony ptak, "Wiedza i Życie", Nr 9, 1998 r., s. 52-55.
13. K. Ernst, Bumerang, "Wiedza i Życie", Nr 8, 1994 r., s. 22-25.
14. K. Ernst Einstein na huśtawce, czyli fizyka zabaw, gier i zabawek, Prószyński i S-ka, Warszawa 2002.
15. S. Bednarek, Fizyka zabawek, recenzja [14], "Postępy Fizyki", T. 54, 2003 r., Zesz. 2, s. 84-85.


## Literatura uzupełniająca


1. 23 Cuda fizyki, dodatek do miesięcznika matematyczno-przyrodniczego Szkiełko i Oko, Wydawca: Filia Uniwersytetu Warszawskiego w Białymstoku, Białystok 1985.
2. AAPT Apparatus Competition Entries, American Association of Physics Teachers, College Park, Madison 1984.
3. Acta Universitatis Lodziensis, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego, Nauki Matematyczno-Przyrodnicze, Folia Physica, Środki dydaktyczne w nauczaniu fizyki, Seria II, Nr 26, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1979.
4. Antipin I., Zadania doświadczalne z fizyki, kurs podstawowy, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1977.
5. Backe H., Z fizyką za pan brat, Eksperymenty fizyczne, Państwowe Wydawnictwo ,,Iskry", Warszawa 1974.
6. Błażejewski R., 100 prostych doświadczeń z wodą i powietrzem, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1991.
7. Brown R. J., 200 doświadczeń dla dzieci, Wydawnictwo Prószyński i Spółka, Warszawa 1999.
8. Chyla K., Eksperymenty i demonstracje przeprowadzane przy pomocy światła laserowego, Instytut Kształcenia Nauczycieli im. Władysława Spasowskiego w Warszawie, Warszawa 1981.
9. Conner D. B. (editor), A Potpourri of Physics Teaching Ideas, American Association of Physics Teachers, College Park, Madison 1987.
10. Di Spezio M., Wizualne szaleństwo, zawiera wszystko co sprawi, że twoje oczy oszaleją, Wydawnictwo Wilga, Warszawa 1997.
11. Domański J., Domowe zadania doświadczalne z fizyki (z rozwiązaniami), Wydawnictwo Prószyński i Spółka, Warszawa 1999.
12. Domański J., Mazur B., Fizyka wokół nas, Doświadczenia pokazowe z fizyki, Poradnik dla nauczycieli gimnazjum i liceum, Wydawnictwo Edukacyjne Res Polona Łódź 2002.
13. Domański J., Nieobliczeniowe zadania z fizyki (z rozwiązaniami), Wydawnictwo Prószyński i Spółka, Warszawa 1997.

# literatura


14. Dryjeński J. (red.), Pomoce naukowe wykonywane w szkole, Zeszyt II, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1954.
15. Dryjeński J. (red.), Pomoce naukowe wykonywane w szkole, Zeszyt V, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1957.
16. Dryński T., Doświadczenia pokazowe z fizyki, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1966.
17. Edge R. D., String and Sticky Tape Experiments, American Association of Physics Teachers, College Park, Madison 1987.
18. Edmund Scientific, 1994 Annual Reference Catalog for Optics, Science and Education, Catalog #14N7, Barrington 1994.
19. Edmund Scientific, 1995 Annual Reference Catalog for Optics, Science and Education, Catalog #15N7, Barrington 1995.
20. Edmund Scientific, 1996 Optics and Optical Components, Catalog #16N1, Barrington 1996.
21. Ehrlich R., Turning the World Inside Out and 174 Other Simple Physics Demonstrations, Princeton University Press, Princeton, New Jersey 1990.
22. Erhlich R., Zen and Art of Physics Demonstrations, Why Toast Lands Jelly-Side Down, Princeton University Press, Princeton, New Jersey 1997.
23. Ernst K., Einstein na huśtawce, czyli fizyka zabaw gier i zabawek, Wydawnictwo Prószyński i S-ka, Warszawa 2002.
24. Ferier G. D., Anderson F. J., A Demonstration Handbook for Physics, American Association of Physics Teachers, College Park, Madison 1996.
25. Fizyka i chemia, Katalog, Zjednoczenie Przemysłu Pomocy Naukowych i Zaopatrzenia Szkół, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1963.
26. Gaj J. Laboratorium fizyczne w domu, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1985.
27. Gaj J., Elektryczność i magnetyzm, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2000.
28. Gębura G., Subieta R., Metodyka eksperymentu fizycznego w szkołach podstawowych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1976.
29. Gibbs K., The Resourceful Physics Teacher, 600 Ideas for Creative Teaching, Institute of Physics Publishing Ltd., Bristol and Philadelphia 199.
30. Glücksman S., Technika demonstracji z fizyki, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Łódź, Kraków 1956.
31. Godlewska M., Szot-Gawlik D., Doświadczenia z fizyki dla uczniów gimnazjum, część 1, Wydawnictwo ,,Zamiast Korepetycji", Kraków 2000.
32. Godlewska M., Szot-Gawlik D., Doświadczenia z fizyki dla uczniów gimnazjum, część 2, Wydawnictwo ,,Zamiast Korepetycji", Kraków 2001.
33. Godlewska M., Szot-Gawlik D., Doświadczenia z fizyki dla uczniów gimnazjum, część 3, Wydawnictwo ,,ZamKor", Kraków 2001.
34. Goodman D. S., Optics Demonstrations with the Overhead Projector, Optical Society of America, Washington 2000.
35. Halaunbernner M., Ćwiczenia praktyczne z fizyki, kurs podstawowy, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1976.
36. Halaunbernner M., Ćwiczenia praktyczne z fizyki, kurs średni, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1982.
37. Katalog pomocy naukowych i sprzętu szkolnego, Zrzeszenie Przemysłu Pomocy Naukowych i Zaopatrzenia Szkół ,,Biofiz" oraz Fabryka Pomocy Naukowych, Warszawa 1985.
38. Kostić Z., Między zabawą a fizyką, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1965.
39. Kruczek W., Moment pędu w 20 doświadczeniach w mechanice, elektromagnetyzmie, atomie, Akademicki Instytut Naukowy, Warszawa 2002.
40. Lange W. N., Fizyczne paradoksy, sofizmaty i zajmujące zadania, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1966.
41. Leybold, General Catalogue Physics, 110.3.70.31.024.02, 7.5.493 DK, Huerth 1993.
42. Leybold, General Catalogue Physics, 12.001.02, 15.4.96 DK, Huerth 1996.
43. Leybold, Productkatalog Physik, 12.0005.01, 34.9.00.lgh/dk, Huerth 2000.

44. Łukaszik W. I., Olimpiada fizyczna w szkole podstawowej, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1982.
45. Mamola K. C. (editor), Apparatus for Teaching Physics, American Association of Physics Teachers, College Park, Madison 1998.
46. McCulbugh J. And R., The Role of Toys in Teaching Physics, American Association of Physics Teachers, College Park, Madison 2000.
47. McDermott L. C., Shaffer P. S., Rosenquist M. L., W poszukiwaniu praw fizyki, Tom1, Wydawnictwo Prószyński i Spółka, Warszawa 2000.
48. McDermott L. C., Shaffer P. S., Rosenquist M. L., W poszukiwaniu praw fizyki, Tom2, Wydawnictwo Prószyński i Spółka, Warszawa 2000.
49. Meiani A. (red.), Wielka księga eksperymentów, ponad 200 doświadczeń, pozwalających zgłębić tajemnice nauki przy zabawie, Wydawnictwo Elżbieta Jarmołkiewicz, Zielona Góra 2001.
50. Nelson J., Nelson B., The Role of the Laboratory in Teaching Introductory Physics, An AAPT/PTRA Workshop Manual, American Association of Physics Teachers, College Park, Madison, 1995.
51. Pasco scientific, Pysics catalog 2000 (Pasco, Roseville 2000)
52. Patrick G., Oczom nie wierzę, zagadki i zadania dla całej rodziny, Wydawnictwo Dertor, Warszawa 1997.
53. Perelman J., Sztuczki figle i zadania, Instytut Wydawniczy ,,Nasza Księgarnia", Warszawa 1962.
54. Perelman J., Zajmująca fizyka, ,,Wiedza Powszechna" Wydawnictwo Popularno-Naukowe, Warszawa 1954.
55. Pędzisz B. (red.), Instrukcje do podstawowych przyrządów w pracowni dydaktyki fizyki, Wydawnictwo Skryptowe Wyższej Szkoły im. Powstańców Śląskich w Opolu, Opole 1988.
56. Pędzisz B. (red.), Pracownia dydaktyki fizyki, część 2, Wykorzystanie doświadczeń fizycznych w procesie nauczania, Wydawnictwo Skryptowe Wyższej Szkoły im. Powstańców Śląskich w Opolu, Opole 1985.
57. Pędzisz B., Od żaby do radia, historia fizyki w szkolnych doświadczeniach fizycznych, Wydawnictwo TiT, Opole 1993.
58. Pędzisz B., Tokar D., Pracownia dydaktyki fizyki, część 1, Przygotowywanie i wykonywanie doświadczeń fizycznych, Wydawnictwo Skryptowe Wyższej Szkoły im. Powstańców Śląskich w Opolu, Opole 1988.
59. Physics Products Catalog for the 2000-2001 Academic Years, American Association of Physics Teachers, Madison 2000.
60. Physics Products Catalog for the 2001-2002 Academic Years, American Association of Physics Teachers, Madison 2001.
61. Physics Products Catalog for the 2002-2003 Academic Years, American Association of Physics Teachers, Madison 2002.
62. Phywe, Equipment for the Teaching of Science and Technology consultants and Manufactures, Catalogue 00003.22, Göttingen.
63. Phywe, Physics 00042.72, University Laboratory Experiments, Göttingen 1993.
64. Phywe, Physics Laboratory Experiments 98.10.12, Order No. 16505.22, Göttingen 1998.
65. Phywe, Physics, Chemistry, Biology, Catalogue No. 00009.22, Göttingen 2000.
66. Phywe, Physics, State-of-the-art physics3.32, Catalogue No 92.143, Göttingen 1992.
67. Phywe, Physik, Hauptkatalog 3.21, Göttingen 1993.
68. Phywe, Physik, Systemkatalog, Katalog Bestell-Nr. 00003.21, Götttingen 1998.
69. Phywe, Schülervesuche Physik, Systemkatalog 00018.31, Göttingen 1994.
70. Phywe, University Laboratory Experiments, Physics, Experimental literature, HP-P-L 00067.72, Vol. 1-4, Göttingen 1990.
71. Phywe, University Laboratory Experiments, Physics, Experimental literature, HP-P-L 00067.72, Vol. 5, Göttingen 1993.
72. Pizzo J. (editor), Interactive Physics Demonstrations, American Association of Physics Teachers, College Park, Madison 2002.
73. Press H. J., Przez zabawę do wiedzy, Wydawnictwo Świat książki, Warszawa 1997.
74. Simkins G., Milea D. (red.), Domowa szkoła, eksperymenty 1, światło, kolory, kształty, siły, przemiany, gry i zabawy, Wydawnictwo Podsiedlik-Raniowski i Spółka, Poznań 1998.

# literatura


75. Simkins G., Milea D. (red.), Domowa szkoła, eksperymenty 2, elektryczność, co się dzieje w cieczy, magnesy, dźwięk, gry i zabawy, Wydawnictwo Podsiedlik-Raniowski i Spółka, Poznań 1998.
76. Sosiński R., Fizyka i my, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1987.
77. Sutton M. R. (editor), Demonstration Experiments in Physics, McGraw-Hill Book Company Inc., New York and London 1938.
78. Szczeniowski Sz., Fizyka doświadczalna, część I, mechanika i akustyka, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1972.
79. Szczeniowski Sz., Fizyka doświadczalna, część II, ciepło i fizyka drobinowa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1964.
80. Szczeniowski Sz., Fizyka doświadczalna, część III, elektryczność i magnetyzm, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1966.
81. Szczeniowski Sz., Fizyka doświadczalna, część IV, Optyka, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1967.
82. Szczeniowski Sz., Fizyka doświadczalna, część V, fizyka atomu, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974.
83. Szczeniowski Sz., Fizyka doświadczalna, część VI, fizyka jądra i cząstek elementarnych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974.
84. Tabaszewski K., Fizyka z prostymi doświadczeniami, Wydawnictwo Prószyński i Spółka, Warszawa 2000.
85. Tokar B. Elektroniczny generator samodławny w doświadczeniach pokazowych z fizyki, Skrypt dla Pracowni Dydaktyki Fizyki, Wydawnictwo Skryptowe Wyższej Szkoły im. Powstańców Śląskich w Opolu, Opole 1990.
86. Tokar B., Pędzisz B., Tokar D., Wykorzystanie przedmiotów i materiałów codziennego użytku do doświadczeń fizycznych, Wydawnictwo Skryptowe Wyższej Szkoły im. Powstańców Śląskich w Opolu, Opole 1984.
87. Tokar D, Tokar B., Łabuz P., Zbiór zadań doświadczalnych z fizyki, kurs średni, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1980.
88. Tokar D., Tokar B., Pędzisz B., Doświadczenia z fizyki dla szkoły podstawowej z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1990.
89. Tokar D., Tokar B., Tokar J., Fizyka w zadaniach doświadczalnych i doświadczeniach, Praktikum dla uczniów i nauczycieli, Część I, Elektrostatyka, Wydawnictwo Nowik, Opole 2002.
90. Van Cleave J., Fizyka dla każdego dziecka, 101 ciekawych doświadczeń, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1994.
91. Weinhold A. F., Physikalische Demonstrationen, Anleitung zum Experimentieren Verlagsbuchhandlung von Quandt and Händel, Leipzig 1905.
92. www.aapt.org
93. www.arborsci.com
94. www.edusci.com
95. www.eduseek.ids.pl
96. www.exploratorium.edu
97. www.exploratoriumstore.com
98. www.fpnnysa.com.pl
99. www.infm.it
100. www.leybold-didactic.com
101. www.natura-co.it
102. www.pasco.com
103. www.phywe.com
104. www.psrc-online.org
105. www.stark-verlag.de
106. www.wsip.com.pl
107. www.wsp.slupsk.pl

# alfabetyczny spis zabawek


A
Akrobata 29
Akwarium w rurze 113
Alpinista 42
Anaglify 207
Anamorfoza obrazów 202
Armatka pneumatyczna 152
Astronomiczny strzelec 55
B
Baletnica 30
Balon na gorące powietrze 101
Balon z piszczałką 130
Balonik 101
Balony do modelowania 91
Bardzo zrównoważony miś 31
Barometr Goethego 110
Bateria ręczna 162
Bąk asymetryczny 73
Bąk elastyczny 75
Bąk grający 71
Bąk klasyczny 65
Bąk lewitujący 72
Bąk lewitujący z napędem 72
Bąk napędzany dmuchaniem 67
Bąk napędzany paskiem zębatym 66
Bąk napędzany sznurkiem 65
Bąk napędzany śrubą 66
Bąk odwracający się 73
Bąk piszący 68
Bąk sprężynowy 71
Bąk świecący 70
Bąk świecący napędzany paskiem 70
Bąk w zatoce 69
Bąk wężowy 68
Bąk z barwnymi kołami zębatymi 69
Bąk z krążkiem Newtona 193
Bąk z wodą 74
Bąk żyroskopowy klasyczny 74
Bąk żyroskopowy świecący 75
Błyskająca kula 36
Błyskająca lampa 146
Błyskająca piłka 36
Błyskające serce 176
Błyskający sticker 177
Błyskający wisiorek 176
Błyskawica na talerzu 160
Bojler ręczny 150
Bransoletka z cieczą 107
Bumerang 105
Bumerang pokojowy 106
Butla Mariotte'a 112
C
Chodzący skorpion 90
Cienie częściowo ruchome 197
Cymbałki 138
Czapka z wiatraczkiem 175
Czapka ze światłowodami 188
D
Diabelska pętla 39
Diabolo 62
Długopis do puszczania baniek 88
Długopis w kształcie strusia 144
Drabina Jakubowa 161
Dwaj kowale 24
Dysk Benham'a 205
Dysk chromatyczny198
Dzwonki powietrzne 137
Dzwonki powietrzne drewniane 137
Dzwonki szeregowe 138
E
Efekt Schwarchilda 208
Efekt trójwymiarowy z filtrami ciekłokrystalicznymi 209
Efekt trójwymiarowy z filtrami polaryzacyjnymi 209
F
Falownica 126
Flet prosty 135
Folia magnetooptyczna 164
Fontanna Herona 111
Fujarka z ptaszkiem 136
G
Gimnastyk 30
Gra wodna 112
Gra wodna – hipopotam 113
Grzechotka z podwójnymi kulkami 133
Grzmiące pudełko 132
Gwizdek 129
H
Harmonijka ustna 136
Harmonograf 121
Helikopter napędzany balonem 46
Huśtawka świetlna 154
I
Iskrzące koło 40
J
Jajko dyngusowe 108
Jo-jo klasyczne 61
Jo-jo świecące 61
Jo-jo ze sprzęgłem 62

# alfabetyczny spis zabawek


K
Kalejdoskop dynamiczny 183
Kalejdoskop klasyczny 182
Kalejdoskop polaryzacyjny 183
Kalejdoskop z dwiema soczewkami 184
Kalejdoskop z soczewką 184
Kamień celtycki 78
Karmiące się ptaszki 35
Kij indiański 79
Klepsydra 95
Klepsydra pływająca 96
Klepsydra żelowa 96
Kliny cieczowe 87
Kolorowe cienie 199
Koło Maxwella 53
Koło z przesuwnymi koralikami 38
Kołysząca się butelka 117
Kołysząca się kula 64
Kompas 169
Koń na biegunach 117
Koń napędzany wahadłem 118
Krążąca kulka 60
Krzywe zwierciadła 202
Kubek ze zmiennym obrazkiem 148
Kula olejowa 100
Kula plazmowa 213
Kula szklana 191
Kula śnieżna 108
Kula tocząca się pod górę 34
Kule satelitarne 49
Kulka gumowa 54
Kulka prowadzona magnesem 166
Kulka z zawiesiną 80
Kulka żelowa 82
Kulki magnetyczne 165
Kulki szklane 191
L
Lalka do zgniatania 80
Lampa konwekcyjna 149
Lampa plazmowa w kształcie grzyba 214
Lampa plazmowa w kształcie walca 214
Lampa światłowodowa zmieniająca barwy 187
Lampa z obracanym kryształem 186
Lampa z wirującym abażurem 145
Lampka światłowodowa nie zmieniająca barw 187
Lampka włączana naciskiem klosza 163
Latające pierścienie 76
Latające śmigiełka 63
Latający balon 47
Latawiec 90
Latawiec helikopterowy 91
Lejek grawitacyjny 52
Lepkosprężyniak 83
Lewitująca kulka 114
Lewitujące magnesy krążkowe 172
Lewitujące magnesy pierścieniowe 171
Lewitujący długopis 173
Lewitujący hindus 171
Lewitujący walec magnetyczny 173
Linijka z cieczą 107
Lunetka wielosoczewkowa 193
Lunetka z potrójnym pryzmatem 193
Lupa 194
Ł
Łódka napędzana świeczką 24
Łyżworolki 58
M
Magiczna butelka 97
Magiczna latarka 186
Magiczna skarbonka 182
Magiczny kieliszek 97
Magnes lewitujący między diamagnetykami 172
Magnetoskop 169
Magnetyczne koło Maxwella 54
Magnetyczne kule do gry 166
Magnetyczne puzzle 167
Magnetyczny jeż 168
Magnetyczny notesik 169
Mewa nad latarnią 33
Mieszadełko magnetyczne 167
Mikrofon pogłosowy 134
Mikserek do kakao 45
Mistyczna aureola 159
Młotek bożonarodzeniowy 128
Młyn napędzany piaskiem 95
Młyn wodny 94
Mówiąca sfera 131
Mówiące elastyczne serce 81
Myszka na huśtawce 122
N
Naczynie do puszczania baniek 87
Naczynie do puszczania trwałych baniek 88
Nadmuchiwany samotny arbiter 67
Najkrótsza droga 20
Najprostszy silnik elektryczny 161
Neonówka z napisem 213
Nie tocząca się kula 47
Niebo na piłce 221
Nieboskłon w parasolce 221
Nieprzewracalny kubek 32
Nurek Kartezjusza 98
Nurek Kartezjusza mieszkowy 99

Nurek Kartezjusza wirujący 98
Nurek Kartezjusza z zapałki 99
O
Obrazy morie 200
Obrotowa szopka bożonarodzeniowa 145
Okulary chromatyczne 198
Okulary holograficzne 200
Okulary krótkowidza 192
Okulary peryskopowe 189
Okulary ze sprężynkami 51
Ornitopter 41
Ośnieżona choinka 89
Otwór w dłoni 210
P
Papuga z ptaszkiem na ogonie 31
Peryskop nieodwracający 198
Peryskop odwracający 189
Piaskowe krajobrazy 114
Pierścień z rowkiem 39
Piesek kiwający głową 42
Pijący ptaszek 153
Piłeczka pingpongowa 55
Piłka z przyssawkami 102
Piramidka szklana 190
Pistolet dyngusowy 109
Piszczący ślimak 132
Plazmowe serce 215
Płaskie zwierciadło powiększające 192
Pocierana świetlówka 216
Podskakująca rybka 45
Podskakująca żabka 102
Podskakujący krążek 79
Poduszkowiec 105
Podwójny nurek Kartezjusza 100
Podwójny stożek toczący się pod górę 34
Powracające figury 76
Powracający ptaszek żelowy 83
Powracający walec 53
Pozytywka 139
Przekorna szpulka 58
Przelatująca kolejka kulkowa 77
Przelewanka spiralna 93
Przelewanka w bibelocie 92
Przelewanka w breloczku 92
Przelewanka w pojemniku toroidalnym 93
Przelewanka z turbinką 94
Przezroczysty dysk z żelem 110
Przezroczysty krążek z wodą 109
Przyjazny lew 25
Przylegające klocki 78
Ptak machający skrzydłami 35
Ptak na sprężynie 119
Ptak na uwięzi 44
Ptaszek w klatce 203
R
Radiometr Crookesa 155
Rakieta wodna 23
Robot z przyssawkami 104
Rozetograf 21
Rozgrzewacz 149
Rozkładająca się kula 25
Rozwijalna piszczałka z kulą 133
Ruchomi tancerze 170
Rzutka z magnesem 170
Rzutka z ostrzem 21
Rzutka z rzepami 22
S
Samochód na każdą przeszkodę 37
Samochód z napędem bezwładnościowo-sprężynowym 52
Samolot na uwięzi 44
Schodząca kapsułka 28
Schodząca lalka 29
Schodząca ośmiornica żelowa 82
Schodzące kaczki 28
Schodzący dzięcioł 40
Schodzący jeż 27
Schodzący krasnoludek 26
Schodzący słoń 27
Serce z pamięcią kształtu 81
Silnik Stirlinga 154
Skacząca plastelina 84
Skaczący kotek 89
Skręcanie siatki kropek 204
Soczewka Fresnela 196
Soczewka z butelki z wodą 194
Soczewka z kropli wody 195
Soczewka z przezroczystego pręta 195
Spadające klocki 26
Spadające sznury z kulkami 19
Spirala konwekcyjna 143
Sprężynka slinky 49
Sprężynka slinky figurowa 50
Sprężynka slinky na schodkach 50
Stereogramy punktowe typu SIRDS 208
Stereoskop 207
Stroboskop 205
Stroboskop książeczkowy 206
Strzała z przyssawką 103
Sympatyczna folia 159
Szpachlówka 84
Szybowce 22

# alfabetyczny spis zabawek


Ś
Ścięty walec zodiaku 190
Śmigło w kształcie nasienia klonu 104
Śpiewająca rura 128
Śpiewająca rura 130
Śpiewająca świeczka 146
Śpiewający młotek 127
Śrubowa równia pochyła 38
Świder konwekcyjny 144
Świecące figurki 216
Świecące serce 175
Świecący breloczek do kluczy 162
Świecący długopis 185
Świecący naszyjnik 163
T
Talerz iluzjonistyczny 196
Tańczące figurki 127
Tańczące figurki elektryczne 160
Tańczący byczek 119
Tarcza plazmowa 215
Telefon mechaniczny 134
Tenis na uwięzi 51
Terkotka 139
Termometr ciekłokrystaliczny lekarski 147
Termometr do napojów 148
Termometr Galileusza 147
Termometr gazowy 151
Termometr namiętności 150
Tester do banknotów w breloczku 217
Tiki tiki (klik-klak) klasyczne 56
Tiki tiki (klik-klak) świecące 57
Tiki tiki (klik-klak) ze sztywnym zawieszeniem 57
Tornado w butelce 77
Totolotek 152
Tracz 118
Transformator Tesli 174
Trąbka fanfarowa 129
Trąbka rowerowa 131
Trąbka z piszczałką 135
Trwałość widzenia 203
Turbina Herona 155
U
Uciekające kulki 43
Uparte pudełko 63
Uparty walec 32
W
Waga sprężynowa 19
Waga torsyjna 121
Wagon napędzany balonem 46
Wahadełka magnetyczne sprzężone 125
Wahadło chaotyczne człekokształtne 124
Wahadło chaotyczne z kulki 122
Wahadło chaotyczne z napędem elektromagnetycznym 125
Wahadło chaotyczne z napędem mechanicznym 124
Wahadło chaotyczne z pręta 123
Wahadło elastyczne 120
Wahadło elastyczne z czujnikiem ruchu 120
Wahadło Newtona 56
Wahadło Toda 123
Wahadło Wilberfoce'a 126
Wańka-wstańka 33
Wesoła i smutna kulka 37
Wiatraczek konwekcyjny 143
Wiatraczek z prostymi śmigłami 48
Wiatraczek z zawiniętymi śmigłami 48
Widokówki trójwymiarowe 201
Widzenie peryferyjne 206
Wieszak jeżdżący po żyłce 20
Wieszak z przyssawką i dźwignią 103
Wieża z Hanoi 153
Wiosłująca rybka 111
Wip-Tip 41
Wirnik magnetyczny 174
Wirująca butelka z wodą 23
Wirująca czasza 151
Wirująca kula 64
Wirująca spirala 204
Wirujące koło 59
Wirujący dysk 60
Wirujący guzik 59
Wskaźnik laserowy 181
Wskaźnik laserowy z wymiennymi przesłonami 181
Wspinający się miś 43
Wyścigi wokół puszki 168
Z
Zegar słoneczny 222
Złudzenia optyczne 210
Zmienne obrazki 201
Znikopis magnetyczny 164
Znikopis optyczny 197
Zwierciadło z tunelem 185
Ż
Żabka z kulą żelową 106



Dr hab. Stanisław Bednarek pracuje na stanowisku profesora nadzwyczajnego w Zakładzie Modelowania Procesów Nauczania Instytutu Fizyki Uniwersytetu Łódzkiego. Główne kierunki jego prac badawczych to właściwości materiałów z rozproszoną fazą ferromagnetyczną – elastycznych kompozytów, przewodzących zawiesin magnetoreologicznych oraz metody wytwarzania silnych i ultrasilnych pól magnetycznych. Zajmuje się również problemami dydaktyki, szczególnie środkami dydaktycznymi, zabawkami fizycznymi i edukacyjnym eksperymentem fizycznym oraz popularyzacją fizyki.

Książka „Wstęp do fizyki zabawek – przewodnik encyklopedyczny" przeznaczona jest dla szerokiego kręgu czytelników. Zawiera zwięzłe opisy 369 zabawek, w których zjawiska, prawa fizyki i właściwości ciał zostały wykorzystane w szczególnie interesujący i atrakcyjny sposób. Każdy opis uzupełniony jest fotografią albo rysunkiem przedstawiającymi wygląd zabawki oraz jej zasadnicze elementy. Opisy zabawek zostały zamieszczone w kolejności odpowiadającej uporządkowaniu działów fizyki najczęściej występującemu w podręcznikach i programach nauczania tego przedmiotu. Taki układ treści pozwoli na łatwiejsze wykorzystanie książki przez uczniów i nauczycieli. Na końcu każdego opisu podano tematy związane z działaniem danej zabawki i sugerujące jej wykorzystanie do celów poznawczych i dydaktycznych.

ISBN 83-900015-9-6