

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 247366 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441088**

(22) Data zgłoszenia: **2022.05.04**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.11.06 BUP 45/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.06.16 WUP 24/2025**

(51) MKP:

**G09B 23/10** (2006.01)

**G09B 23/18** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**UNIwersytet Łódzki, Łódź, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**STANISŁAW BEDNAREK, Łódź, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Wojciech Zajączkowski, Łódź, PL**

(54) Tytuł:

**Przyrząd do sprawdzania zasady zachowania pędu i badania oddziaływań magnetycznych**

**PL 247366 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przyrząd do sprawdzania zasady zachowania pędu i badania oddziaływań magnetycznych, mający zastosowanie do celów naukowych w laboratoriach fizycznych oraz do celów edukacyjnych.

Z artykułu autorstwa Grzegorza Derfla pod tytułem „Wahadło Newtona”, opublikowanego w 2016 r. w miesięczniku „Delta, Matematyka, Fizyka, Astronomia, Informatyka”, nr 5 na str. 12–14 jest znany przyrząd przeznaczony do doświadczeń, umożliwiających wykazanie zachowania pędu podczas zderzeń sprężystych szeregu jednakowych kulek. Znany przyrząd składa się z prostokątnej ramki, wygiętej z pręta stalowego. Boki tej ramki są usytuowane wzdłuż krawędzi sześciianu. Na dwóch równoległych do siebie górnych bokach ramki jest zawieszonych pięć kulek, wykonanych ze sprężystego metalu. Wszystkie kulki mają takie same masy i takie same średnice oraz są zawieszane w jednym szeregu na takiej samej wysokości w ten sposób, że sąsiednie kulki dotykają do siebie. Każda z kulek jest zawieszona na dwóch niciach, tworzących kształt litery V. Górne końce nici są przywiązane do górnych, poziomych boków ramki, a dolne końce tych nici są zamocowane w górnej części każdej z kulek. Zamocowanie dolnych końców nici jest wykonane za pomocą plastikowych tulejek z nacięciami na koniec nici, wciśniętych w otwory wykonane w górnych częściach kulek.

Zasada działania znanego przyrządu polega na tym, że z szeregu początkowo spoczywających kulek odchyła się jedną, skrajną kulkę o pewien kąt od pionu i puszcza ją swobodnie. Opadająca kulka zderza się sprężysto i centralnie z sąsiednią kulką. W wyniku tego opadająca kulka przekazuje swój pęd energię kinetyczną sąsiedniej kulce, która z kolei przekazuje te wielkości kolejnym kulkom w szeregu. W końcowym efekcie z szeregu ulega odbiciu ostatnia kulka, a odchylona kulka i wszystkie inne kulki szeregu pozostają nieruchome. Ostatnia kulka szeregu odchyła się od pionu o prawie taki sam maksymalny kąt jak kulka odchylona na początku, a następnie wraca do pozycji pionowej i uderza w szereg kulek, podobnie jak kulka odchylona na początku. Następnie opisane zderzenia się powtarzają, przy czym maksymalne kąty odchylenia kulek maleją, ponieważ materiał, z którego są wykonane kulki nie jest idealnie sprężysty. Możliwe jest też odchylenie na początku dwóch, trzech, a nawet czterech kulek jednocześnie. Wtedy odbiciu od szeregu początkowo nieruchomych kulek ulega tyle samo kulek, ile zostało odchylonych.

Również w artykule F. Hermann'a, M. Seitz'a, M., zatytułowanym „How does the ball-chain work?” i opublikowanym w 1982 r. w czasopiśmie „American Journal of Physics”, tom 50, str. 977–981 oraz w artykule F. Gauld'a, zatytułowanym „Newton's Cradle in Physics Education” i opublikowanym 2006 r. w czasopiśmie „Science and Education” tom 15, nr 6, str. 597–617 są opisane analogicznie zbudowane i tak samo działające przyrządy.

Z publikacji zatytułowanej „Katalog pomocy naukowych i sprzętu szkolnego”, oznaczonej numerem ZW-017911 i wydanej przez Wydawnictwo AGPOL w Warszawie w 1985 r. jest znany przyrząd przeznaczony do pokazu oddziaływań magnetycznych, składający się z pionowego walca połączonego z poziomą podstawą w kształcie koła. Walec i podstawa zostały wykonane z materiału nieferromagnetycznego. Na walec są nałożone trzy magnesy w kształcie pierścieni, zwrócone ku sobie biegunami jednoimiennymi. W wyniku tego dolny magnes leży na podstawie, a pozostałe dwa magnesy – środkowy i górny, utrzymują się nad dolnym magnesem w pewnych odległościach w wyniku działania sił odpychających między sąsiednimi, jednoimiennymi biegunami wszystkich magnesów. Działanie przyrządu polega na tym, że naciskając ręką na górny magnes powoduje się zbliżenie górnego i środkowego magnesu do siebie i do magnesu dolnego. Po zaprzestaniu nacisku na górny magnes obserwuje się oscylacyjny ruch magnesów górnego i środkowego wzdłuż pręta, wokół ich położeń początkowych, będących położeniami równowagi. Ten ruch jest spowodowany działaniem sił odpychania między sąsiednimi magnesami i ciężaru tych magnesów. Po pewnym czasie ruch oscylacyjny ustaje na skutek działania sił oporu, a magnesy środkowy i górny zatrzymują się początkowych położeniach.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że przyrząd do sprawdzania zasady zachowania pędu i badania oddziaływań magnetycznych zawiera postawę w kształcie prostokątnej, poziomej płyty z otworami rozmieszczonymi wzdłuż podłużnej osi symetrii podstawy, w których są osadzone na wcisk dolne końce dwóch pionowych słupków i dolne końce czterech pionowych przewodnic, zaś górne końce tych słupków i przewodnic są osadzone na wcisk w otworach poziomej belki w kształcie płaskownika. Słupki i przewodnice mają kształt prętów o przekroju poprzecznym kołowym. Na każdą z czterech przewodnic są nałożone po dwa magnesy w kształcie walca, mające przelotowe otwory, przechodzące wzdłuż średnicy tych magnesów i umożliwiające ich ruch posuwisty wzdłuż przewodnic.

Wszystkie magnesy są wykonane z tego samego materiału magnetycznie twardego o dużej remanencji i koercji, korzystnie ze spieku proszków żelaza, neodymu i boru, oraz są namagnesowane w kierunku osiowym i zwrócone ku sobie biegunami jednoimiennymi, przy czym magnesy nałożone na pierwszą prowadnicę mają równe masy, średnice i wysokości, magnesy nałożone na drugą prowadnicę mają różne masy, średnice i wysokości, zaś magnes dolny ma większą masę, średnicę i wysokość, niż magnes górny. Magnesy nałożone na trzecią prowadnicę także mają różne masy, średnice i wysokości, zaś magnes dolny ma mniejszą masę, średnicę, i wysokość, niż magnes górny, natomiast na czwartą prowadnicę są nałożone magnesy o różnych masach, średnicach i wysokościach, zaś magnes górny jest zaopatrzony od góry w cylindryczną nasadkę połączoną współosiowo z tym magnesem na wcisk i mającą otwór, przez który przechodzi czwarta prowadnica, a ponadto magnes górny wraz z tą cylindryczną nasadką mają taką samą masę, jak masa magnesu dolnego, umieszczonego na czwartej prowadnicy i ta cylindryczna nasadka jest wykonana z materiału magnetycznie twardego, korzystnie ze stali kobaltowej, zawierającej 3–40% kobaltu. Pod każdym z magnesów dolnych znajduje się poziome ramię jednego z czterech trzymaczy wykonanych z prętów o przekroju poprzecznym kołowym i wygiętych w kształcie litery L, zaś pionowe ramiona tych trzymaczy przechodzą przez otwory w poziomej belce i wszystkie trzymacze są ustawione w podłużnej płaszczyźnie symetrii przyrządu, a na górnym końcu każdego z tych pionowych ramion jest osadzone koło zębate, zabezpieczone przed zsunieniem z trzymacza kołkiem, przechodzącym przez otwór wykonany wzdłuż średnicy piasty koła zębatego i górnego końca trzymacza, na który koło zębate jest nałożone, oprócz tego między boczną, dolną powierzchnią koła zębatego i górną powierzchnią poziomej belki jest umieszczona sprężyna śrubowa ściskana. Każde z kół zębatach jest zazębione z poziomą listwą zębatą, o przekroju poprzecznym prostokątnym, zakończoną na końcu odgiętym prostopadłe do tej listwy odcinkiem bez zębów, stanowiącym uchwyt, a ponadto listwa zębata przechodzi przez otwory w dwóch płaskich, prostokątnych i skierowanych pionowo wspornikach, umieszczonych na końcach listwy zębatej i dolne końce wsporników są osadzone na wcisk w otworach poziomej belki. Na podstawie jest umieszczona płaska płyta odbiciowa w kształcie prostokąta z otworami na słupki i prowadnice, wykonana z materiału magnetycznie twardego, o dużej remanencji i koercji, korzystnie ze spieku proszków żelaza neodymu i boru, namagnesowana w kierunku równoległym do prowadnic i zwrócona w stronę dolnych magnesów biegunem jednoimiennym. Podstawa, słupki, prowadnice, belka, trzymacze, koła zębate, kołki, listwa zębata, uchwyt i wsporniki są wykonane z materiału nieferromagnetycznego i elektroizolacyjnego, korzystnie z poliamidu, natomiast sprężyny są wykonane z drutu sprężystego i nieferromagnetycznego, korzystnie z brązu fosforowego, albo z brązu berylowego.

Głównymi zaletami rozwiązania według wynalazku są funkcjonalność, która umożliwia łatwe zobrazowanie i wyznaczenie ilości przekazanego pędu, podczas oddziaływania na odległość za pośrednictwem pola magnetycznego, co odbywa się przez obserwację i pomiar wysokości wzniesienia magnesów o różnym stosunku mas po ich oddziaływaniu ze sobą, oraz możliwość jednoczesnej obserwacji i porównania kilku wariantów oddziaływania. Dodatkowymi zaletami rozwiązania są prosta i pogładowa konstrukcja, łatwe zapoczątkowanie spadku wszystkich magnesów oraz niezawodność działania przyrządu.

Przedmiot wynalazku jest pokazany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok przyrządu od strony dłuższego boku, fig. 2 stanowi widok przyrządu od strony krótszego boku, natomiast fig. 3 pokazuje widok przyrządu z góry.

Przyrząd do sprawdzania zasady zachowania pędu i badania oddziaływań magnetycznych zawiera postawę 1 w kształcie prostokątnej, poziomej płyty z otworami rozmieszczonymi wzdłuż podłużnej osi symetrii podstawy 1, w których są osadzone na wcisk dolne końce pionowych słupków 2, 3 i dolne końce pionowych prowadnic 4, 5, 6, 7, zaś górne końce słupków 2, 3 i prowadnic 4, 5, 6, 7 są osadzone na wcisk w otworach poziomej belki 8 w kształcie płaskownika. Słupki 2, 3 i prowadnice 4, 5, 6, 7 mają kształt prętów o przekroju poprzecznym kołowym. Na każdą z prowadnic 4, 5, 6, 7 są nałożone po dwa magnesy w kształcie walca, mające przelotowe otwory, przechodzące wzdłuż średnicy tych magnesów i umożliwiające ich ruch posuwisty wzdłuż prowadnic 4, 5, 6, 7. Wszystkie magnesy 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 są wykonane ze spieku proszków żelaza, neodymu i boru, oraz są namagnesowane w kierunku osiowym i zwrócone ku sobie biegunami jednoimiennymi, przy czym magnesy 9, 10 nałożone na pierwszą prowadnicę 4 mają równe masy, średnice i wysokości, magnesy 11, 12 nałożone na drugą prowadnicę 5 mają różne masy, średnice i wysokości, zaś magnes dolny 11 ma większą masę, średnicę i wysokość, niż magnes górny 12. Magnesy 13, 14 nałożone na trzecią prowadnicę 6 także mają różne masy, średnice i wysokości, zaś magnes dolny 13 ma mniejszą masę, średnicę, i wysokość, niż magnes

górnym 14, natomiast na czwartą prowadnicę 7 są nałożone magnesy 15, 16 o różnych masach, średnicach i wysokościach, zaś magnes górny 16 jest zaopatrzony od góry w cylindryczną nasadkę 17 połączoną współosiowo z magnesem 16 na wcisk i mającą otwór, przez który przechodzi prowadnica 7. Ponadto magnes górny 16 wraz z cylindryczną nasadką 17 mają taką samą masę, jak masa magnesu dolnego 15, umieszczonego na prowadnicy 7 i cylindryczna nasadka 17 jest wykonana ze stali kobaltowej, zawierającej 3-40% kobaltu. Pod każdym z magnesów dolnych 9, 11, 13, 15 znajduje się poziome ramię jednego z trzymaczy 18, 19, 20, 21, wykonanych z prętów o przekroju poprzecznym kołowym i wygiętych w kształcie litery L, zaś pionowe ramiona tych trzymaczy przechodzą przez otwory w poziomej belce 8 i wszystkie trzymacze są ustawione w podłużnej płaszczyźnie symetrii przyrządu, a na górnym końcu każdego z tych pionowych ramion jest osadzone koło zębate 22, zabezpieczone przed zsunieniem z trzymacza kołkiem 23, przechodzącym przez otwór wykonany wzdłuż średnicy piasty koła zębatego 22 i górnego końca jednego z trzymaczy 18, 19, 20, 21, na który koło zębate jest nałożone. Między boczną, dolną powierzchnią koła zębatego 22 i górną powierzchnią poziomej belki 8 jest umieszczona sprężyna śrubowa ściskana 24. Każde z kół zębatach 22 jest zazębione z poziomą listwą zębatą 25, o przekroju poprzecznym prostokątnym, zakończoną na końcu odgiętym prostopadłe do tej listwy odcinkiem bez zębów, stanowiącym uchwyt 26. Listwa zębata 25 przechodzi przez otwory w dwóch płaskich, prostokątnych i skierowanych pionowo wspornikach 27, umieszczonych na końcach listwy zębatej 25 i dolne końce wsporników 27 są osadzone na wcisk w otworach poziomej belki 8. Na podstawie 1 jest umieszczona płaska płyta odbiciowa 28 w kształcie prostokąta z otworami na słupki 2, 3 i prowadnice 4, 5, 6, 7, wykonana ze spieku proszków żelaza neodymu i boru, namagnesowana w kierunku równoległym do prowadnic 4, 5, 6, 7 i zwrócona w stronę dolnych magnesów 9, 11, 13, 15 biegunem jednoimiennym. Podstawa 1, słupki 2, 3, prowadnice 4, 5, 6, 7, belka 8, trzymacze 18, 19, 20, 21, koła zębata 22, kołki 23, listwa zębata 25, uchwyt 26 i wsporniki 27 są wykonane z poliamidu, natomiast sprężyny 24 są wykonane z drutu sprężystego i nieferromagnetycznego, z brązu fosforowego albo z brązu berylowego.

Zasada działania przyrządu do sprawdzania zasady zachowania pędu i badania oddziaływań magnetycznych polega na tym, że pociągając za uchwyt 26 przesuwa się listwę zębatą 25, która zazębiając się z kołami zębatymi 22 powoduje ich obrót, a wraz z nimi obrót trzymaczy 18, 19, 20, 21 w kierunku prostopadłym do poziomej belki 8. W wyniku tego poziome ramiona trzymaczy 18, 19, 20, 21 zostają wysunięte spod magnesów dolnych 9, 11, 13, 15 i wszystkie magnesy zaczynają jednocześnie spadać wzdłuż prowadnic 4, 5, 6, 7, aż do zbliżenia się na minimalną odległość do płyty odbiciowej 28 i zbliżenia się na minimalną odległość par magnesów, które zsuwały się po tej samej prowadnicy. Ponieważ wszystkie magnesy 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 i płyta odbiciowa 28 są skierowane ku sobie biegunami jednoimiennymi, to te elementy odpychają się wzajemnie i przez to zmniejszają swoje prędkości podczas spadania, aż do zatrzymania się w minimalnych odległościach od siebie. W tych oddziaływaniach magnesów spełnione są zasady zachowania pędu i energii. Zgodnie z tymi zasadami para magnesów 9, 10, które mają równe masy, wznosi się na taką samą wysokość. Magnes 15 i magnes 16, który wraz z cylindryczną nasadką 17 ma taką samą masę jak magnes 15, również wznoszą się na taką samą wysokość. Inaczej jest w przypadku pozostałych magnesów. Po oddziaływaniu ze sobą o magnesów 11 i 12, mających różne masy, magnes o mniejszej masie 12 wznosi się na większą wysokość od zajmowanej na początku i zatrzymuje w położeniu 29, a magnes o większej masie 11 wznosi się na mniejszą wysokość od zajmowanej na początku i zatrzymuje w położeniu 30. Z kolei po oddziaływaniu ze sobą magnesów 13, 14, też mających różne masy, magnes o większej masie 14 uzyskuje mniejszą prędkość, ale jest przyspieszany ku górze przez magnes o mniejszej masie 13, który przy oddziaływaniu uzyskał większą prędkość. W końcowym efekcie oba magnesy 13, 14 osiągają początkowe wysokości, co jest zgodne z zasadą zachowania energii mechanicznej. Następnie opisane oddziaływania i ruchy magnesów się powtarzają, ale wskutek oporów ruchu, takich jak opór powietrza, tarcie na prowadnicach, 4, 5, 6, 7, osiągnięte wysokości maksymalne maleją aż do zatrzymania się wszystkich magnesów w najniższych położeniach na prowadnicach 4, 5, 6, 7. Pomiar maksymalnych wysokości magnesów po odbiciu oraz porównanie ze sobą wartości energii kinetycznej i potencjalnej pozwala wyznaczyć prędkości i pędy magnesów po oddziaływaniu i porównać z wartościami, przewidywanymi przez zasadę zachowania pędu. Po zatrzymaniu się wszystkich magnesów nad płytą odbiciową 28, przesuwa się listwę zębatą 25 i trzymacze 18, 19, 20, 21 do początkowego położenia, popychając listwę zębatą 25 ręką za pomocą uchwyty 26. Następnie trzymacz 18 pociąga się ręką w dół, co powoduje, że ten trzymacz przestaje zazębiać się z listwą zębatą 24. Po tym obraca się trzymacz 18 w kierunku prostopadłym

do poziomej belki 8 i nadal trzyma w tym położeniu. Wtedy przesuwają się magnesy 9, 10 powyżej poziomego ramienia trzymacza 18, obraca ten trzymacz do położenia początkowego i przestaje go trzymać, a magnesy 9, 10 opuszcza na poziome ramie trzymacza 18. Opisane czynności powtarza się dla pozostałych trzymaczy 19, 20, 21 oraz magnesów 11, 12, 13, 14 i 15, 16, przywracając w ten sposób przyrząd do stanu początkowego, co umożliwia powtórzenie doświadczenia. Wykonując opisane wyżej czynności można również umieścić magnesy na dowolnej kombinacji tylko dwóch lub trzech spośród wszystkich trzymaczy 18, 19, 20, 21, co pozwala na wykonywanie różnych wariantów doświadczenia i rozszerza funkcjonalność przyrządu. Wykonanie wszystkich magnesów 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 i płyty odbiciowej 28 z materiału magnetycznie twardego, o dużej remanencji i koercji, korzystnie ze spieku proszków żelaza neodymu i boru zapewnia silne oddziaływanie magnetyczne i dobrą widoczność efektów pracy przyrządu. Z kolei wykonanie podstawy 1, słupków 2, 3, przewodnic 4, 5, 6, 7, belki 8, trzymaczy 18, 19, 20, 21, kół zębatach 22, kołków 23, listwy zębataj 25, uchwyty 26 i wsporników 27 z materiału nieferromagnetycznego i elektroizolacyjnego, korzystnie z poliamidu, oraz wykonanie sprężyn 24 z drutu sprężystego i nieferromagnetycznego, korzystnie z brązu fosforowego, albo z brązu berylowego, zabezpiecza przed niepożądanym oddziaływaniem tych elementów z rozproszonymi polami magnetycznymi. Ponadto zastosowanie cylindrycznej nasadki 17, wykonanej korzystnie ze stali kobaltowej o zawartości 3-40% kobaltu, pozwala pokazać, że przekaz pędu między magnesami 15 i 16 o różnych rozmiarach zależy od ich mas, a nie zależy od ich rozmiarów i umożliwia namagnesowanie nasadki. Dzięki czemu nasadka 17 wraz magnesem 16 wyglądają, jak magnes o większej masie, co powoduje zaskakujący efekt.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Przyrząd do sprawdzania zasady zachowania pędu i badania oddziaływań magnetycznych, mający postawę w kształcie prostokątnej, poziomej płyty, **zamienny tym**, że w podstawie (1) są otwory rozmieszczone wzdłuż podłużnej osi symetrii podstawy (1), w których są osadzone na wcisk dolne końce pionowych słupków (2, 3) i dolne końce pionowych przewodnic (4, 5, 6, 7), zaś górne końce słupków (2, 3) i przewodnic (4, 5, 6, 7) są osadzone na wcisk w otworach poziomej belki (8) w kształcie płaskownika, a ponadto słupki (2, 3) i przewodnice (4, 5, 6, 7) mają kształt prętów o przekroju poprzecznym kołowym, przy czym na każdą z przewodnic (4, 5, 6, 7) są nałożone po dwa magnesy w kształcie walca, mające przelotowe otwory, przechodzące wzdłuż średnicy tych magnesów i umożliwiające ich ruch posuwisty wzdłuż przewodnic (4, 5, 6, 7), a ponadto wszystkie magnesy (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16) są wykonane z tego samego materiału magnetycznie twardego o dużej remanencji i koercji oraz są namagnesowane w kierunku osiowym i zwrócone ku sobie biegunami jednoimiennymi, przy czym magnesy (9, 10) nałożone na pierwszą przewodnicę (4) mają równe masy, średnice i wysokości, magnesy (11, 12) nałożone na drugą przewodnicę (5) mają różne masy, średnice i wysokości, zaś magnes dolny (11) ma większą masę, średnicę i wysokość, niż magnes górny (12), a z kolei magnesy (13, 14) nałożone na trzecią przewodnicę (6) także mają różne masy, średnice i wysokości, zaś magnes dolny (13) ma mniejszą masę, średnicę i wysokość, niż magnes górny (14), natomiast na czwartą przewodnicę (7) są nałożone magnesy (15, 16) o różnych masach, średnicach i wysokościach, zaś magnes górny (16) jest zaopatrzony od góry w cylindryczną nasadkę (17) połączoną współosiowo z magnesem (16) na wcisk i mającą otwór, przez który przechodzi przewodnica (7), a ponadto magnes górny (16) wraz z cylindryczną nasadką (17) mają taką samą masę, jak masa magnesu dolnego (15), umieszczonego na przewodnicy (7) i cylindryczna nasadka (17) jest wykonana z materiału magnetycznie twardego, a oprócz tego pod każdym z magnesów dolnych (9, 11, 13, 15) znajduje się poziome ramie jednego z trzymaczy (18, 19, 20, 21), wykonanych z prętów o przekroju poprzecznym kołowym i wygiętych w kształcie litery L, zaś pionowe ramiona tych trzymaczy przechodzą przez otwory w poziomej belce (8) i wszystkie trzymacze są ustawione w podłużnej płaszczyźnie symetrii przyrządu, a na górnym końcu każdego z tych pionowych ramion jest osadzone koło zębate (22), zabezpieczone przed zsunięciem z trzymacza kołkiem (23), przechodzącym przez otwór wykonany wzdłuż średnicy piasty koła zębataj (22) i górnego końca jednego z trzymaczy (18, 19, 20, 21), na który koło zębate jest nałożone, a oprócz tego między boczną,

dolną powierzchnią koła zębatego (22) i górną powierzchnią poziomej belki (8) jest umieszczona sprężyna śrubowa ściskana (24), a ponadto każde z kół zębatych (22) jest zazębione z poziomą listwą zębatą (25), o przekroju poprzecznym prostokątnym, zakończoną na końcu odgiętym prostopadłe do tej listwy odcinkiem bez zębów, stanowiącym uchwyt (26), a ponadto listwa zębata (25) przechodzi przez otwory w dwóch płaskich, prostokątnych i skierowanych pionowo wspornikach (27), umieszczonych na końcach listwy zębatej (25) i dolne końce wsporników (27) są osadzone na wcisk w otworach poziomej belki (8), a ponadto na podstawie (1) jest umieszczona płaska płyta odbiciowa (28) w kształcie prostokąta z otworami na słupki (2, 3) i prowadnice (4, 5, 6, 7), wykonana z materiału magnetycznie twardego o dużej remanencji i koercji oraz namagnesowana w kierunku równoległym do prowadnic (4, 5, 6, 7) i zwrócona w stronę dolnych magnesów (9, 11, 13, 15) biegunem jednoimiennym, a oprócz tego podstawa (1), słupki (2, 3), prowadnice (4, 5, 6, 7), belka (8), trzymacze (18, 19, 20, 21), koła zębate (22), kołki (23), listwa zębata (25), uchwyt (26) i wsporniki (27) są wykonane z materiału nieferromagnetycznego i elektroizolacyjnego, natomiast sprężyny (24) są wykonane z drutu sprężystego i nieferromagnetycznego.

2. Przyrząd według zastrz. 1, **zamienny tym**, że wszystkie magnesy (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16) i płyta odbiciowa (28) są wykonane ze spieku proszków żelaza, neodymu i boru.
3. Przyrząd według zastrz. 1, **zamienny tym**, że nasadka (17) jest wykonana ze stali kobaltowej, zawierającej 3-40% kobaltu.
4. Przyrząd według zastrz. 1, **zamienny tym**, że podstawa (1), słupki (2), (3), prowadnice (4, 5, 6, 7), belka (8), trzymacze (18, 19, 20, 21), koła zębate (22), kołki (23), listwa zębata (25), uchwyt (26) i wsporniki (27) są wykonane z poliamidu.
5. Przyrząd według zastrz. 1, **zamienny tym**, że sprężyny (24) są wykonane z brązu fosforowego, albo z brązu berylowego.

Rysunek

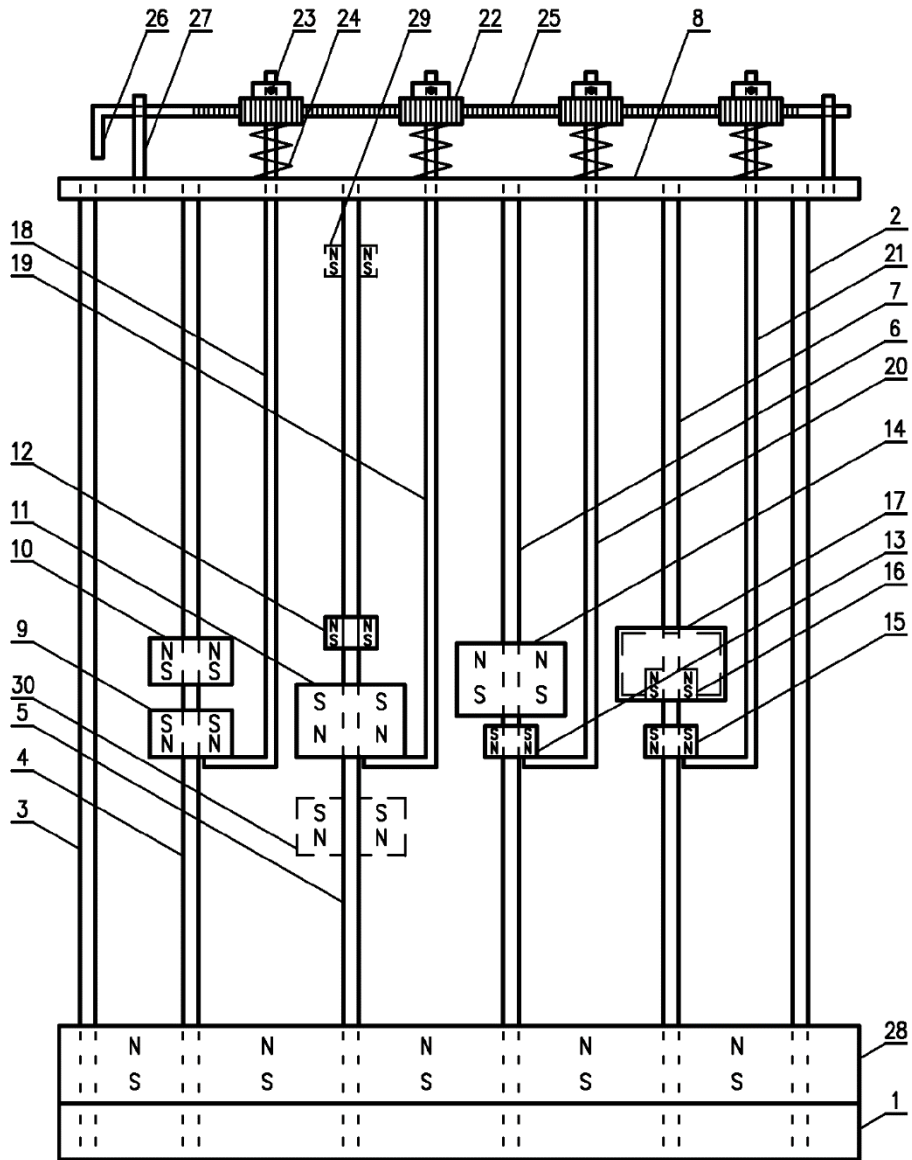


Fig.1