

NA GRANICY ZABAWY I TECHNIKI

Chcielibyśmy zaprezentować Czytelnikom lubiącym nie tylko majsterkowanie, ale również refleksje, kilka interesujących zabawek, które można wykonać we własnym zakresie, niewielkim nakładem czasu i kosztów. Nasze propozycje nie będą jednak dotyczyły klasycznie rozumianej zabawki, w postaci modelu czy makiety. Chodzi nam tutaj o nieco szersze spojrzenie na problematykę zabawek, albowiem powstają one często, jako efekt uboczny, całkiem poważnych zamierzeń i przedsięwzięć. Zwykle cała historia zmagania o nowe oblicze techniki pozostaje okryta milczeniem, natomiast mówi się tylko o sukcesach. Zabawka w naszym sensie może być właśnie wynikiem nie do końca rozwiązanego problemu technicznego, może wręcz ilustrować niemożność rozwiązania konkretnego problemu, może demonstrować nieoczywistość jakiegoś prawidła fizyki – tak zwany paradoks, albo wreszcie demonstrować określone prawo fizyki i przy tym powinna to być nadal zabawka, a nie, np. przyrząd naukowy, którego użycie wymaga określonej wiedzy.

Proste, frapujące, nieoczywiste, zaskakujące – oto nasze hasła. To wytyczne dla miłośników majsterkowania – przed Wami stoi otwarty cały świat techniki, otwarty Waszą młodą, niczym nie skrepowaną, śmiałą myślą twórczą. Działajcie w zgodzie z prawami natury, pamiętając o tym, że zastane, to, co jest, nie stanowi ostatecznego kryterium naszej rzeczywistości technicznej. Bar-

dzo często od zabawy do techniki tylko jeden mały krok. Zachęcamy zatem do działania na pograniczu zabawy i techniki – zmieniajcie, poprawiajcie, udoskonalcie, twórcie, gdyż pełny smak majsterkowania nie tkwi w naśladownictwie produktów fabrycznych, ale właśnie w nowym. Ten kierunek nie jest bynajmniej łatwy, tym niemniej zawsze dostarcza niekłamanej radości, a co więcej, przyczynia się do powstania nowego oblicza techniki.

Nowe – to nie zawsze znaczy odkrywcz. Nowe – to raczej coś uchwycone własną myślą po raz pierwszy. Kto zechce poszukiwać, ten wielokrotnie trafi na ślady poprzedników, którzy pracowali nad tym samym – dlatego dobrze jest wiedzieć! Z pewnością jednak wielu z Was pójdzie nieco dalej i dokona odkrycia, a wówczas nowe osobniczo stanie się również nowatorsko odkrywcz, albowiem będzie małym wyłomem w dotychczas nieznanym.

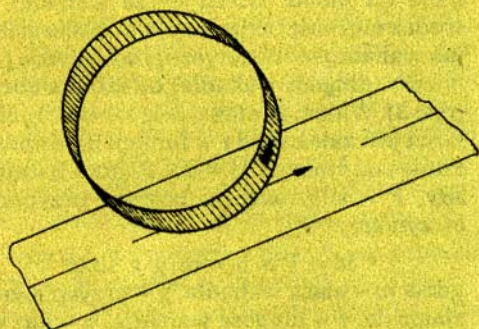
W tym miejscu nadmienimy tylko, że nie mamy recepty na nowe, ale być może to, co zaprezentujemy w kolejnych odcinkach będzie nie znane dla niektórych Czytelników i, być może, zainspiruje, zachęci, skusi do poszukiwań. Życzymy powodzenia w realizacji nieszablonych pomysłów.

Zaskakujący napęd

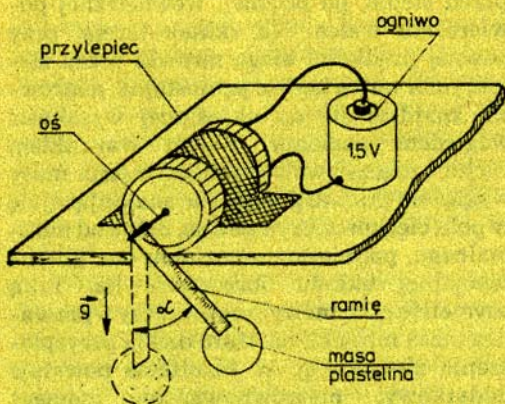
Naszym przyzwyczajeniem jest wyobrażenie pojazdu, jako maszyny osadzonej na wielu kołach lub na gąsienicach. Wyobraźmy sobie jednak sytuację, że całą maszynę umieszczamy wewnątrz koła. Swego czasu podejmowano próby konstrukcji takich pojazdów. Były to zwykle odmiany rowerów, bądź motorowerów, które jeździły wewnątrz dużej obręczy. Pojazdy takie były kierowane wychyleniami ciała.

Żeby bliżej przeanalizować zasadę napędu pojazdu jednokołowego rozpatrzmy cienką, symetryczną obręcz, umieszczoną na płaszczyźnie. Niech wewnątrz obręczy (rys. 1) kroczy sobie mrówka. W czasie wędrówki mrówki przed siebie powstaje niesymetryczny rozkład masy obręcz-mrówka względem punktu podparcia i obręcz toczy się. Mrówkę możemy zamknąć we wnętrzu płaskiego pudełka walcowego tak, żeby napęd był niewidoczny. Założmy, że nasza mrówka jest wytresowana tak, iż biegnie ona zawsze

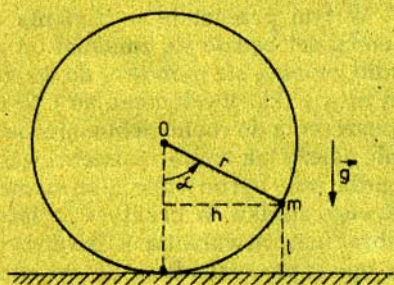




Rys. 1



Rys. 2



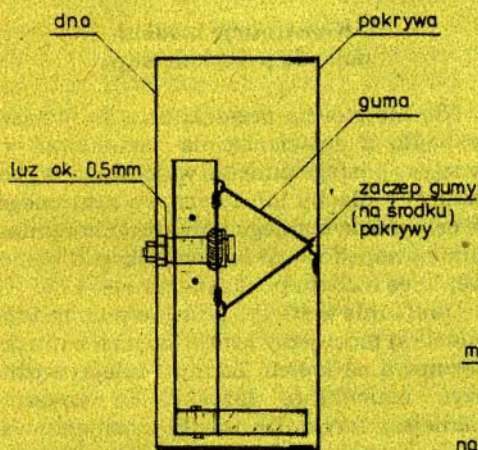
Rys. 3

$$F = m \cdot g$$

$$E_p = mgh$$

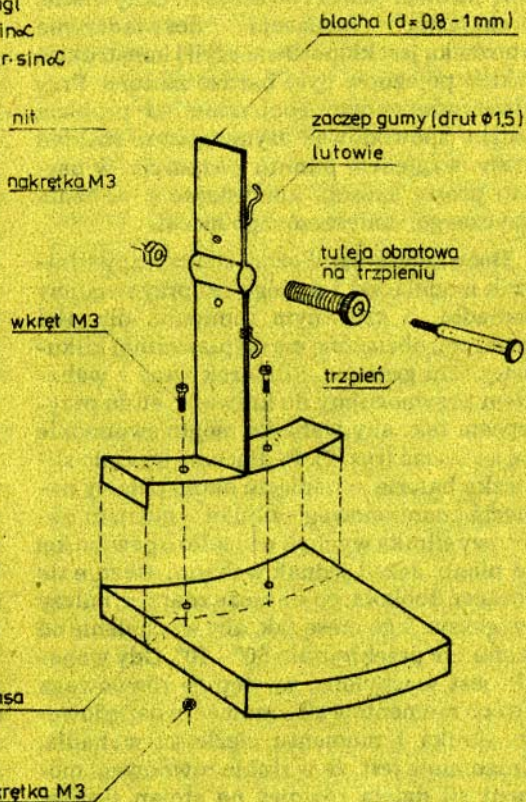
$$h = r \cdot \sin \alpha$$

$$M = mgr \cdot \sin \alpha$$



Tuleję i zaczepy lutować.
Przed montażem naoliwić trzpień.

Rys. 5 Sposób montażu wahadła w pudełku



Rys. 4. Elementy wahadła

przed siebie, po bocznej, wewnętrznej powierzchni walca. Na skutek tarcia, przy pewnej prędkości biegu mrówki przed siebie, ruch walca będzie jednostajny, a mrówka znajdzie się na określonej wysokości względem poziomu. Zatem warunkiem ruchu obręczy (walca) jest asymetria masy względem punktu podparcia, znajdujące się w polu ciężkości, czyli pewne, różne od minimalnego, podniesienie poziomu energii potencjalnej układu obręcz-mrówka. Taką asymetrię na symetrycznej obręczy wprowadza masa mrówki, na którą działa przyspieszenie ziemskie g . W rezultacie powstaje dodatkowy, niezrównoważony moment ciężkości, względem punktu podparcia obręczy i obręcz toczy się.

Konstrukcje rowerów, o których wspomnieliśmy, poruszały się wg opisanej zasady – rolę mrówki pełnił rowerzysta. Oczywiście, praktyczna realizacja doświadczenia z mrówką jest kłopotliwa, czyli i konstrukcje takich pojazdów były bardzo złożone. Przy nieco odmiennym spojrzeniu na problem można spowodować asymetryczny rozkład masy względem punktu podparcia w bardzo prosty sposób, korzystając z wahadła fizycznego, umieszczonego na osi.

Doświadczenie: Weźmy elektryczny silniczek modelarski i do jego osi przymocujmy wahadło, o sztywnym ramieniu, długości kilku cm, obciążone masą (plasteliną) kilkudziesięciu gramów. Silniczek wraz z wahadłem przymocujmy do krawędzi stołu przyklepcem tak, aby wahadło mogło swobodnie się zwieszać (rys. 2). Podłączmy teraz do silniczka baterię, o napięciu około połowy napięcia znamionowego silnika – moment obrotowy silnika wychyli wahadło o pewien kąt od pionu. Jeżeli jednak wahadło znacznie się obraca dookoła, co się może zdarzyć, należy zwiększyć jego masę tak, aby wychylenie od pionu nie przekraczało $50^\circ - 70^\circ$. Gdy wahadło jest wychylone, występuje równowaga dwóch momentów sił – momentu napędowego silnika i momentu ciężkości wahadła. Zrozumiałe jest, że w stanie równowagi moment sił działa również na stojan silnika, przytwierdzony do stołu, usiłując go obrócić w przeciwną stronę do wychylenia wahadła. Oczywiście, stojan nie może się obrócić, ze względu na bardzo duży moment ciężkości stołu względem punktu podparcia.

Warto tutaj przeanalizować zależność

momentu ciężkości wahadła od kąta odchylenia od pionu. Niech nasze wahadło ma środek ciężkości skupiony w punkcie m (tak, jak wahadło matematyczne) odległym o promień r (długość wahadła) od środka obrotu (rys. 3). Widać, że efektywne ramie siły ciężkości jest zależne od r w funkcji kąta obrotu. Ponieważ moment $M = h \times F$, gdzie h – ramie siły, F – siła, więc w naszym przypadku otrzymamy:

$$M = F \times h = m \cdot g \cdot r \cdot \sin \alpha$$

gdzie m – masa wahadła, g – przyspieszenie ziemskie, r – długość wahadła, α – kąt wychylenia od pionu.

Dla naszych celów wystarczy rozpatrzyć przedział wychylenia od pionu w zakresie $0^\circ - 90^\circ$. W tym przedziale wychylenia moment ciężkości będzie się zmieniał od zera (wahadło zwiesza się pionowo) do wartości równej $m \cdot g \cdot r$ (kąt wychylenia 90°). W celu niedopuszczenia do ruchu pełnობrotowego wahadła należy tak dobrać moment ciężkości wahadła, żeby był on większy od momentu napędowego silnika. W praktyce najłatwiej jest dobrać masę m wahadła. Kilka doświadczeń z opisanym wahadłem na osi silnika i plasteliną pozwoli łatwo zrozumieć o co tutaj chodzi. Dodajmy, że zamiast regulacji masy, lub długości wahadła, równie dobrze można regulować moment napędowy silnika, zmieniając napięcie zasilające.

Konstrukcja modelu pojazdu jednobkołowego

Nic nie stoi na przeszkodzie, żeby nasze wahadło z doświadczenia zamocować we wnętrzu pustego pudełka walcowego, wykonanego z blachy lub tworzywa sztucznego. W celu maksymalnego uproszczenia zamiast silnika napędowego użyjemy skrzętki gumowej. Ideę modelu pokazano na rys. 4 i 5.

Dokładnie w środku podstawy walca (dna pudełka) mocujemy krótki trzpień z tulejką obrotową na końcu. Zamiast tulejki można użyć maleńkiego łożyska, co znacznie zmniejszy tarcie. Do tulejki mocujemy wahadło, o masie około 100 gramów i ramieniu tak dobranym, aby wahadło nie ocierało o powierzchnię wewnętrzną walca. Środek ciężkości wahadła powinien być maksymalnie oddalony od osi obrotu. Na trzpień można wykorzystać śrubę z częściowym gwintem. Jako tulejkę można zastosować gniazdz-

ko radiowe, do którego lutujemy ramię wahadła. Masę wahadła może stanowić kawałek grubego płaskownika metalowego, lub bryłka ołowiu. Między ramieniem wahadła a pokrywą pudełka, napinamy kilka gumek „recepturek”. Po zamknięciu pudełka model jest gotowy. Na podstawie walca można nakleić dwie spirale Archimedesesa, które w czasie toczenia dają ciekawe efekty wizualne.

Nakręcanie pojazdu odbywa się poprzez obracanie pudełka w dłoniach dookoła osi wahadła. W czasie nakręcania wyraźnie odczuwa się wzrastający moment napędowy. Trzeba nakręcać z wyczuciem. W przeciwnym razie wahadło zacznie rotować – po przekroczeniu przez moment napędowy momentu ciężkości wahadła. Nakręcony pojazd wystarczy postawić na stole, lub podłodze – natychmiast zacznie się toczyć. Oczywiście, pudełko będzie również wjeżdżało na pochyłości, co sprawia wręcz niesamowite wrażenie. Po prostu, samoczynny ruch pudełka wydaje się dla niewtajemniczonych niemożliwy, tym niemniej jest to tylko złudzenie, prowokowane przyzwyczajeniem!

Model z napędem gumowym dobrze jest wykonać z pudełka o średnicy np. 10–15 cm. W celu zapewnienia większej przyczepności na powierzchnię boczną walca (bieżnię) można założyć cienkie opaski gumowe. Wówczas udaje się postawić model na równi pochyłej (po nakręceniu) tak, aby nie zjeżdżał, zachowując równowagę trwałą na pochyłości (następny paradoks) – patrz fot. na str. 66.

Modyfikacje modelu

O ile wykonamy model z pudełka przezroczystego, z pewnością zauważymy, że wahadło znajduje się w prawie stałym położeniu, odchylone o pewien kąt od pionu. Na pudełko działa moment obrotowy, równoważony momentem ciężkości wahadła. Wychylone wahadło powoduje asymetrię masy modelu w polu ciężkości. Układ wahadło-pudełko dąży do obniżenia poziomu energii potencjalnej – model toczy się. Jednocześnie z obniżeniem poziomu wahadła zmniejsza się moment ciężkości, następuje zachwianie równowagi i wahadło odchyła się do poprzedniego położenia. W istocie więc wahadło cały czas spada (wraz z obrotem pudełka i cały czas się wznosi, na skutek równoważe-

nia momentu obrotowego – praktycznie pozostaje w stałym odchyleniu od pionu) dla stałego momentu napędowego. Występuje tutaj automatyczne doregulowywanie momentu ciężkości do momentu napędowego. Przy zbyt silnym skręceniu gumy zakres automatycznej regulacji może zostać przekroczony. Wtedy wahadło zaczyna rotować wokół osi.

Bardzo interesującym modelem pojazdu jednokołowego jest tocząca się kula, która na płaszczyźnie wyczynia najdziwniejsze ewolucje, związane z poprzecznymi wahaniami w stosunku do kierunku jazdy.

Model w kształcie kuli budujemy analogicznie jak model w kształcie walca.

Kto zdecydowanie lubi niezwykłość ten może wykonać model w obudowie w postaci graniastosłupa prawidłowego, np. o podstawach ośmiokątnych. Graniastosłup łatwo wykonać z grubego papieru.

Można również wykonać model pojazdu wodno-ładowego z napędem silnikowym, umieszczonym w szelnej obudowie. Taki pojazd musi być dobrze wyważony. Ruch pojazdu na wodzie jest czymś pośrednim między pływaniem a ślizganiem. W tym przypadku, na skutek małego oporu wody, obudowa pojazdu wpada w szybki ruch wirowy, wytwarzając dodatkową siłę nośną i opór dla momentu napędowego.

Niemal stałe położenie wahadła (wychylenie) nasuwa myśl o zastąpieniu masy wahadła, np. silnikiem z bateriami. W końcu nawet można pomyśleć o umieszczeniu w zmodyfikowanym wahadle-kabinie pasażera. A może ktoś z Czytelników pokusi się o wykonanie ciekawego roweru jednokołowego. W każdym razie taki rower byłby bardzo prosty, w przeciwieństwie do rowerów budowanych na zasadzie „wędrującej mrówki”.

Ogólnie rzecz biorąc, prostota pojazdu jednokołowego jest urzekająca. Obudowa pełni jednocześnie funkcje „karoserii” i kół, pasażer siedzący w wahadle jest doskonale „resorowany”, a poza tym świetnie zabezpieczony przed zderzeniami – wtedy wahadło wykona ruch pełnoobrotowy. W praktyce pojazd może jeździć i pływać (jeździć po wodzie). Tyle zalet – lecz powstają również niebagatelne problemy konstrukcyjne związane ze stabilnością, sterowaniem i widocznością.