



**Wielofunkcyjny mechaniczny model
samochodu**

www.merikon.pl



Wstęp

Autko fizyki to praktyczne narzędzie dydaktyczne, które demonstruje zarówno zasady w mechanice, jak i zjawiska fizyczne. Z ową pomocą nauczania można w sposób ilustracyjny pokazać poszczególne zjawiska fizyczne i uzupełnić je o praktyczne obliczenia, które uczeń ma możliwość zweryfikować, zmierzyć i realnie wypróbować. Auto jest solidnej konstrukcji, co

zapewnia jego stabilność i odporność na uszkodzenia. W tym podręczniku użytkownika podajemy kilka przykładów praktycznych, dzięki którym autko może je poszerzyć i przeanalizować. Uczniowie nauczą się fizyki praktycznie, co przyniesie im wiedzę przydatną w ich przyszłym życiu. Samochód jest zaprojektowany tak, aby miał jak najszersze możliwości użytkowania i zapewniał pokaz niemal wszystkich zjawisk fizycznych w mechanice. Fantazji nie stawia się granic i zależy tylko od państwa, w jakiej formie poszczególne zjawiska przedstawi.

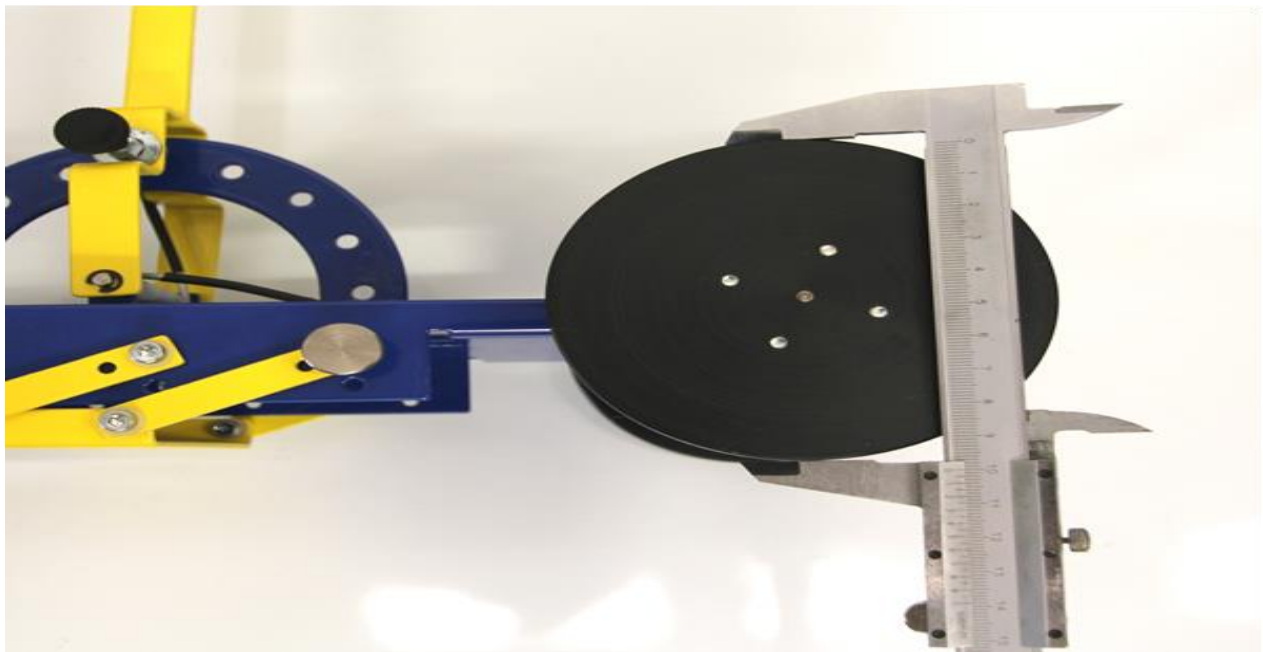
Zadania praktyczne z autkiem fizycznym

1. Pomiar długości ciała

Do pomiaru długości ciała potrzebujemy kółko z wielozadaniowego samochodzika fizyki i linijkę. Na początku rozluźniamy ramię za pomocą bolca bezpieczeństwa do pozycji końcowej, aby uniknąć urazu. Autko obrócimy tak, by leżało dwoma kółkami na stole (w tę stronę, po której kółka nie zawierają żadnych elementów wystających). Następnie bierzemy suwmiarkę i kilka razy mierzymy średnicę kółka.

Wyniki zapiszemy w tabelę. Kontynuujemy dalej według projektu do ćwiczeń praktycznych. Po samym mierzeniu obliczamy:

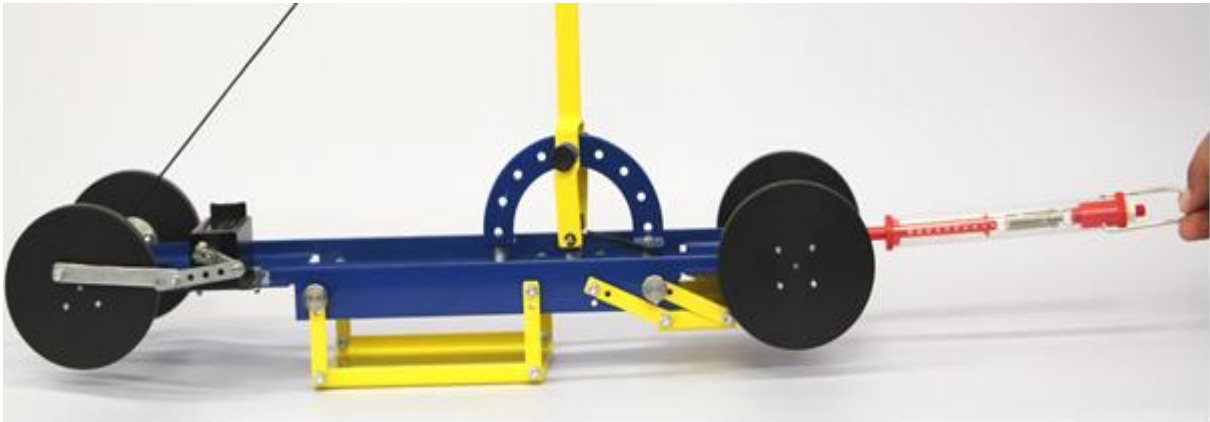
- średnia arytmetyczna:
- średnie odchylenie względne:
- średnie odchylenie bezwzględne:



2. Siła tarcia

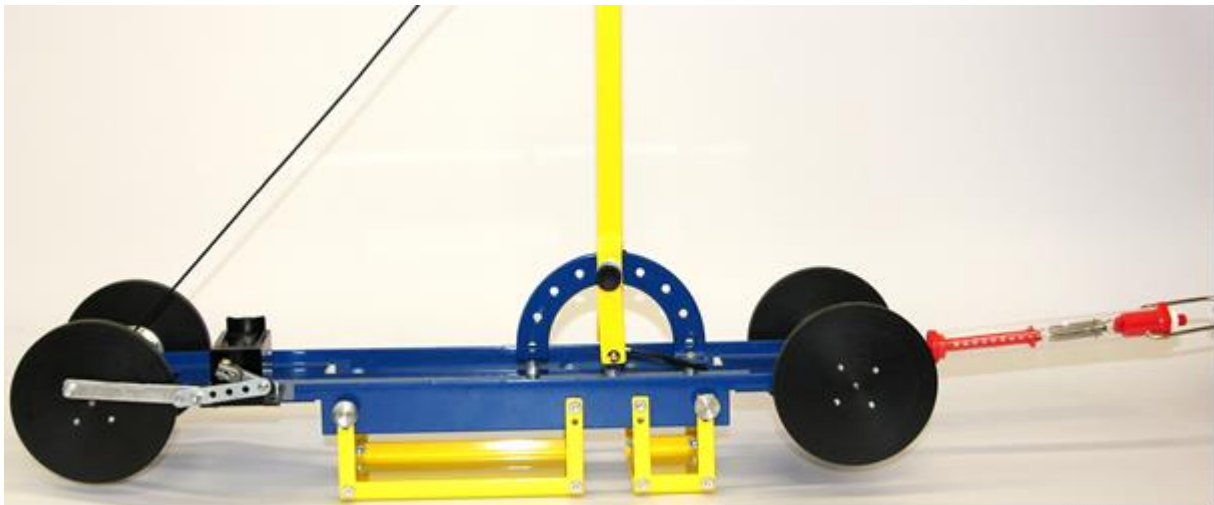
Aby wyjaśnić siłę tarcia, jej zależność od siły ciśnienia oraz jak obliczyć współczynnik tarcia poślizgowego, do tego służy podwozie wysuwane na spodzie autka. Składa się z dwóch

odrębnie spuszczać się części. Poprzez stopniowe uruchamianie jednej lub obu części udowodnimy, że tarcie nie zależy od wielkości powierzchni styku.



Zdjęcie – jedna powierzchnia tarcia

Po opuszczeniu tych części zawsze musimy powierzchnie tarcia zabezpieczyć śrubami, by podczas pomiaru nam się nie pochyliły. Po zabezpieczeniu powierzchni tarcia możemy przystąpić do pomiaru siły tarcia za pomocą miernika siły.



Zdjęcie – dwie powierzchnie tarcia

Na powierzchniach tarcia umocowany jest także rzep. Na niego uchwycają się różne podkładowe z innym czynnikiem tarcia poślizgowego. W ten sposób demonstruje się bezpośrednią proporcjonalność czynnika tarcia poślizgowego i siły tarcia, która może dojść do etapu, w którym z ciałem po powierzchni innego ciała w normalnych warunkach nie da się ruszyć. Na

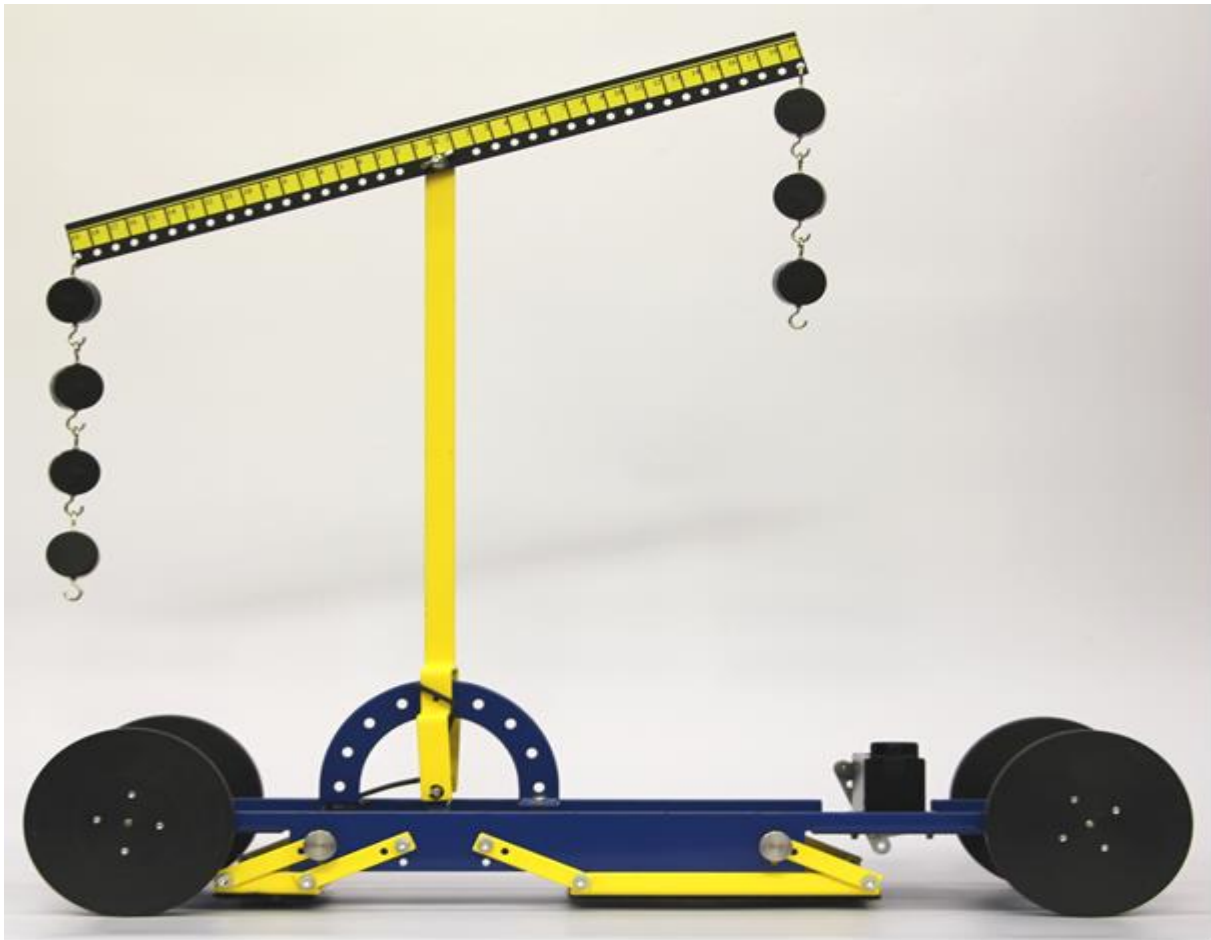
autko można też umieścić odważniki i zmierzyć siłę tarcia w zależności od masy. W ten sposób udowodnimy zaś, że tarcie w sposób bezpośredni zależne jest również od wielkości siły nacisku przyłożonej prostopadle do powierzchni ciała, po której porusza się drugie ciało. W naszym przypadku jest to autko. Wielkość siły tarcia stwierdzamy, na podstawie ciągnięcia miernika siły, uchwyconego w przedniej lub tylnej części autka podczas wszystkich pomiarów.

3. Dźwignia równoramienna

Dla ilustracji zasady działania dźwigni równoramiennej służy linijka umocowana na szczycie ruchomego ramienia w środku ich ruchu obrotowego za pomocą śruby. Linijka musi być wsunięta w jego środek. Na linijkę można zawiesić dowolną liczbę odważników o tej samej wadze. Obserwujemy, że jeśli obie strony linijki są obciążone równomiernie, to linijka znajduje się w pozycji poziomej.



Jeśli dodajemy odważniki po jednej lub drugiej stronie, to linijka zacznie się przechylać w stronę cięższej strony w wyniku działania siły grawitacji.



4. Przyspieszony ruch prostoliniowy

Do tego eksperymentu nie potrzebujemy żadnych dodanych nadbudówek. Linijkę i odważniki trzeba odmontować i spróbować, czy w trajektorii ramienia napinającego się sprężyną nie przeszkadza. Zasuniemy powierzchnie tarcia, zabezpieczamy je i tym samym od razu rozluźniamy kółka, byśmy na bęben połączony z kółkami nawineli linkę. Ramię zabezpieczymy bolcem w pozycji poziomej tak, by ramię było zwrócone w stronę kółek z bębniem na linkę. Linkę nawiniemy na bęben, a koniec linki z pętlą na końcu uchwycimy na śrubę na szczycie ramienia. Wyzerujemy licznik obrotów koła. Jeżeli jesteśmy przygotowani, poluzujemy bolec bezpieczeństwa (ramię przytrzymamy). Gdy puścimy ramię, auto zaczyna poruszać się prostoliniowym, przyspieszonym ruchem. Jeśli chcemy wiedzieć jaką odległość autko przejechało, po zatrzymaniu autka sprawdzamy stan licznika obrotów. Ponieważ wiemy, że kółka mają średnicę 10 cm, z formuły $\sigma = \pi \cdot d$ łatwo wywnioskować, że ich obwód wynosi 31,4cm, co jest trasą jaką przejedzie auto na jednym obrocie. Tym samym dodaliśmy też wiedzę z matematyki. Wystarczy już tylko śledzić czas i od razu mamy gotowy przykład. Bęben, na który nawinięta jest linka, posiada 4 otwory, do których można wsunąć śruby. W ten sposób zmieniamy obwód bębna, z którego podczas ruchu ramienia odwija się linka, co powoduje zmianę prędkości obrotu kół.

5. Zwolniony ruch prostoliniowy

W tym przypadku musimy zrobić to samo, co przy przyspieszeniu. Zaczekamy tylko, aż auto osiągnie najwyższą prędkość. Wtedy zacznie automatycznie zwalniać. Możemy ciągle mierzyć czas i liczyć obroty, aż się zatrzyma.

6. Przeciętna prędkość

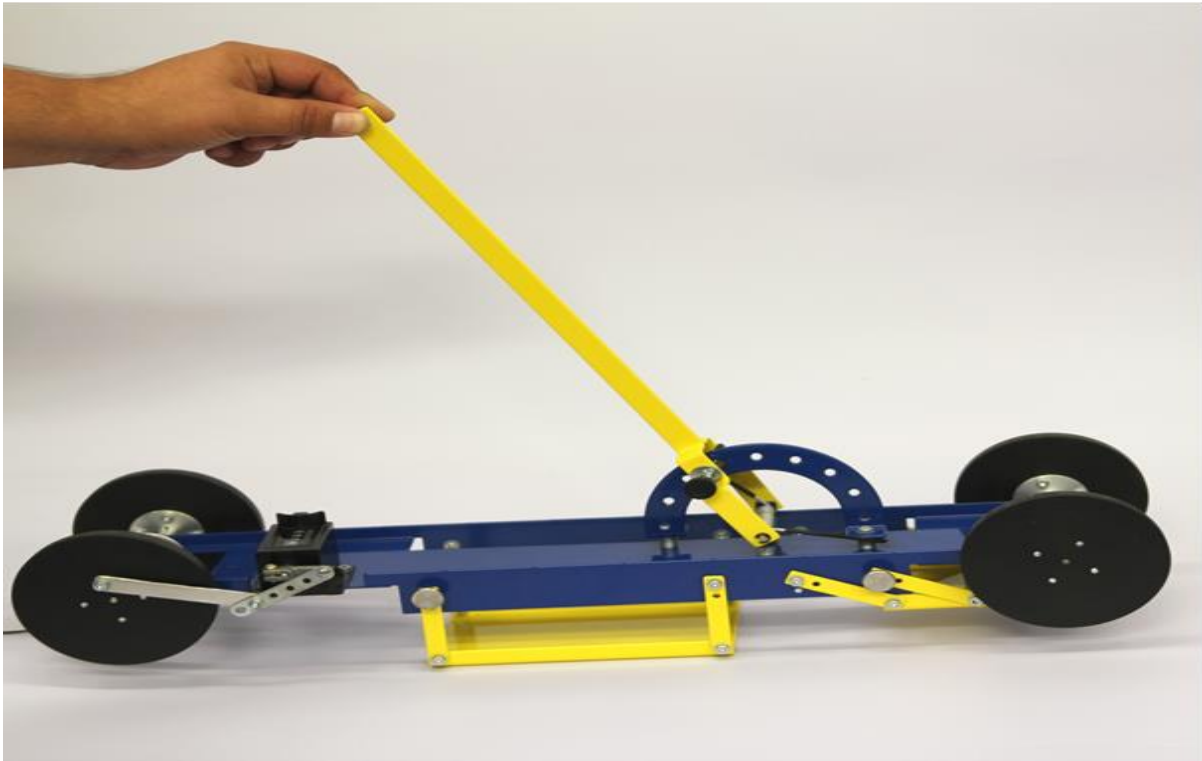
Proces jest taki sam jak w przypadku ruchu przyspieszonego lub zwolnionego, z tym jednak, że na końcu obliczamy czas trwania całego ruchu. Zarówno przyspieszonego, jak i zwolnionego i mierzymy całkowitą długość toru ruchu. Po wypełnieniu formuły $v_p = \frac{s}{t}$.

Obliczenie długości toru i czasu, za który droga została przejechana, odbywa się poprzez zastosowanie powszechnie znanych formuł.

1. Prawo ruchu Newtona (prawo zachowania pędu) - przy tym pokazie musimy zrobić to samo, co przy ruchu przyspieszonym i zwolnionym. Poczekamy, aż profil metalowy dokona całej swojej drogi, czyli przejedzie 180 stopni. W tym momencie koła przestają być napędzane siłą, a samochodzik wciąż przez pewien czas się porusza. To pokazuje prawo zachowania pędu.

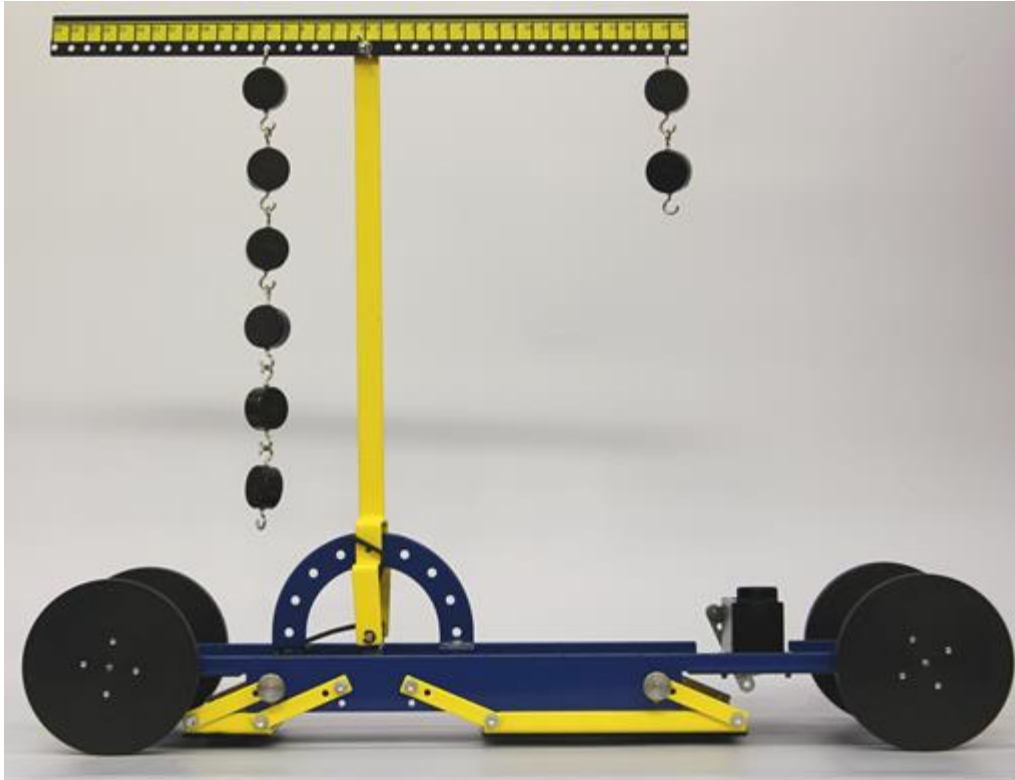
7. Ruch obrotowy punktu materialnego wokół osi obrotu

Do pokazania tej zasady i jej właściwości służy znów ruchome ramię. Tutaj możemy pokazać jak duży kąt φ przejdzie punkt materialny. Poprzez zmierzenie czasu, w którym ramię poruszało się w danym kącie, ustalimy prędkość kątową. Następnie możemy pokazać fazę. Można tu również wyjaśnić siłę dośrodkową i odśrodkową oraz przyspieszenie dośrodkowe i odśrodkowe. Po odmierzeniu promienia koła możemy dalej dosadzić do wzorów wielkości i po prostu ustalić wartość prędkości chwilowej, przeciętnej, siły odśrodkowej i dośrodkowej, przyspieszenia odśrodkowego i dośrodkowego oraz wartość ruchu przyspieszonego, zwolnionego, równomiernie przyspieszonego i zwolnionego, fazę i częstotliwości, czyli tak naprawdę odwróconą wartość fazy.



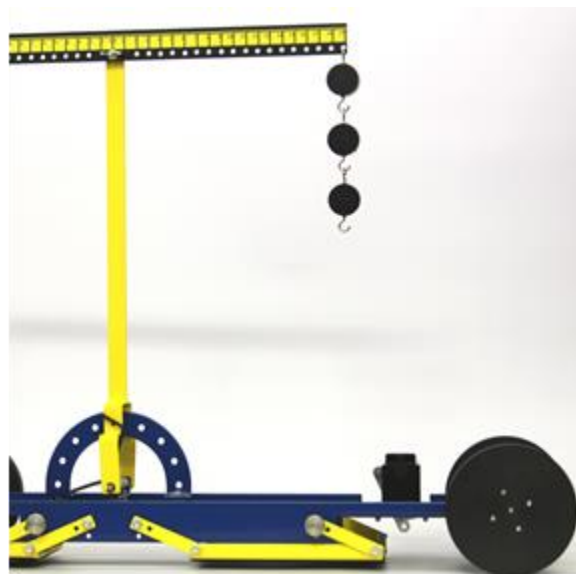
8. Dźwignia nierównoramienna

Ruchome ramię uchwycimy w środku jego trajektorii obracania bolcem bezpieczeństwa i wsuniemy linijkę na śrubę na jego szczycie. Na linijkę zawieszamy odważniki w różnej odległości od środka linijki. Sami przekonamy się, że na krótszym ramieniu dźwigni trzeba zawiesić odważniki o większej masie. Otwory wiercone są 2 cm od środka, a odstęp otworów wynosi 1 cm. Jeśli weźmiemy pod uwagę, w jakich dziurach zawiesiliśmy ciężary, możemy obliczyć, po której stronie należy dodać ciężary, aby osiągnąć stan równowagi.



9. Energia potencjalna (położenia)

Wysuniemy podwozie do pomiaru siły tarcia i zabezpieczymy go, by autko samoczynnie nie poruszało się. Umocujemy ruchome ramię w pozycji prostopadłej do podwozia. Do śruby zaś przymocujemy linijkę w pozycji prostopadłej do ramienia i zabezpieczamy ją. Na koniec linijki następnie dodajemy odważniki o różnej masie. Linijkę z odważnikami możemy przesuwając w górę i w dół, zmieniając tym samym potencjalną energię. W ten sposób łatwo pokazać i obliczyć wartość potencjalnej energii jako iloczyn masy, przyspieszenia grawitacyjnego i wysokości ciała od podłoża.



10. Pęd ciała

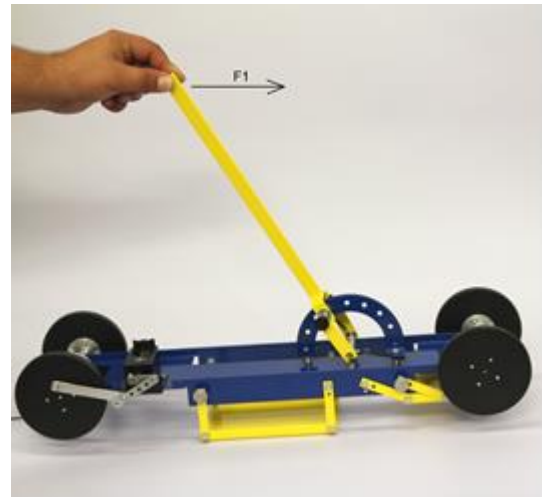
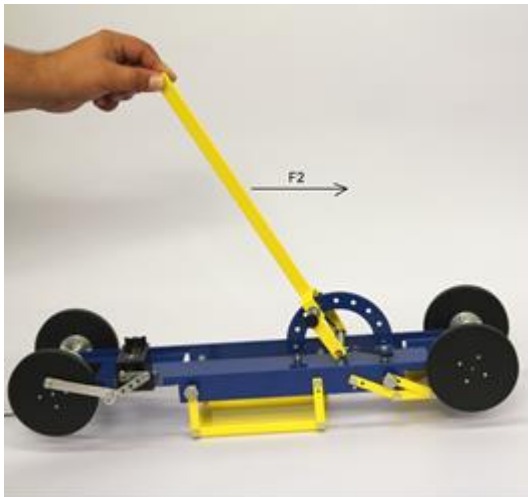
Przy tym pokazie i obliczeniu musimy zdemontować wszystkie elementy dodatkowe. Zasuniemy powierzchnie tarcia i zabezpieczamy je. Sprawdzamy, czy w trajektorii ruchomego ramienia, które będzie napędzać samochód, nic nie stoi na przeszkodzie. Zwijamy strunę i chwytamy bolcem ubezpieczenia, by się nie ruszały. Sprawdzimy przewidywaną trajektorię, odbezpieczymy, a wielozadaniowe autko wpadnie w ruch. Mierzymy długość toru i czas, za jaki został tor przejechany. Następnie, dzieląc całkowity tor przez całkowity czas przejazdu, obliczamy przeciętną prędkość autka. Odmierzymy jego masę, a następnie mnożymy ją z już obliczonym wynikiem prędkości.

2. Prawo ruchu Newtona (Prawo siły)

Z tego prawa potrafimy wyrazić stosunek zmiany pędu i czasu, podczas którego ta zmiana nastąpiła. W ten sposób wypełniamy wzór $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ wielkości i obliczamy całkowitą siłę samochodu, gdy za pęd dodajemy iloczyn masy i prędkości.

12. Dźwignia jednoramienna

Na tę demonstrację musimy wysunąć powierzchnie tarcia i zabezpieczyć je. Z metalowego profilu uchwyconego do sprężyny demontujemy wszystkie elementy dodatkowe, łącznie z haczykiem uchwycony na strunie. Tu możemy symulować wagi jednoramienne, czyli właściwie nasz metalowy profil uchwycony o sprężynę z pułapki. Możemy na nim pokazać, że jeśli złapiemy koniec profilu najdalej od sprężyny i dźwignią poruszamy tak, by sprężyna się napinała, wystarczy nacisnąć nam mniejszą siłą, niż gdybyśmy nacisnęli dźwignię gdzieś w mniejszej odległości od sprężyny. Tak łatwo i po prostu potrafimy pokazać uczniom, jak ta jednoramienna dźwignia w praktyce działa i jakie ma właściwości.



F_2 –

siła działająca na dźwignię o długości l_2

l_2 – długość dźwigni jednoramiennej

$$F_1 < F_2 \quad l_1 > l_2$$

13. Przemiana energii potencjalnej w energię kinetyczną

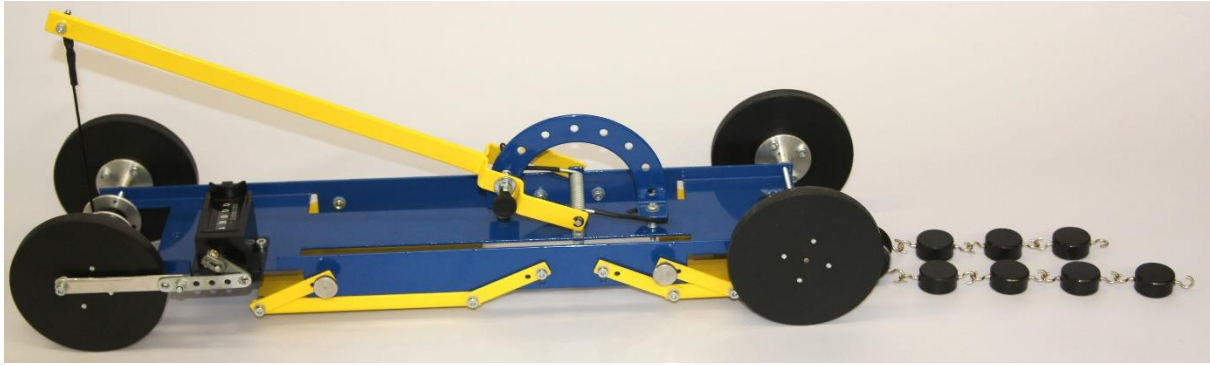
Przemianę energii potencjalnej na kinetyczną możemy sobie demonstrować poprzez wprowadzenia autka w ruch. Ramię zabezpieczamy w pozycji poziomej z wierzchołkiem przy bębnie z linką i nawiniemy linkę na bęben. Pętlę na końcu linki zakładamy na śrubę na szczycie ramienia, przytrzymujemy ramię i luzujemy bolec ubezpieczeniowy. W tym przypadku samochód nie porusza się, dopóki nie poluzujemy ramienia. Autko ma energię pozycyjną. Po rozluźnieniu ramienia auto zaczyna się poruszać w wyniku przemiany energii potencjalnej (energia sprężyny) w energię kinetyczną (ruch autka).



Zdjęcie – autko z energią potencjalną

14. Praca mechaniczna

Wielkość tę definiujemy jako iloczyn siły i czasu, w którym została ta siła wykonana. Czas po prostu zmierzmy, a siłę dodajemy albo z 2. Prawa ruchu Newtona jako iloraz zmiany pędu i czasu, w którym ta zmiana nastąpiła, ale możemy sobie tu dołożyć na przykład siłę tarcia. Aby dodać wielkość siły tarcia, miernikiem siły musimy zmierzyć wartość siły tarcia ciała o masie m . Następnie podłączmy dane ciało za nasze wielofunkcyjne, autko fizyki. Jeśli ciało jest podłączone, wystarczy oddać je już tylko w ruch tak samo jak przy pomiarze wartości ruchu lub pomiarze wartości przyspieszonego i zwolnionego ruchu. Mierzmy czas potrzebny na przejechanie samochodu po torze z podłączonym ciałem. Tak więc od razu dostaliśmy wartość czasu, a siła, którą autko wykonywało w zmierzonym czasie to w rzeczywistości siła tarcia. Już tylko te dwie wartości sobie pomnożymy i odzyskamy całkowitą pracę wykonaną przez autko. W ten sposób możemy pokazać nie tylko praktyczny przykład, ale także relacje między formułami fizycznymi.



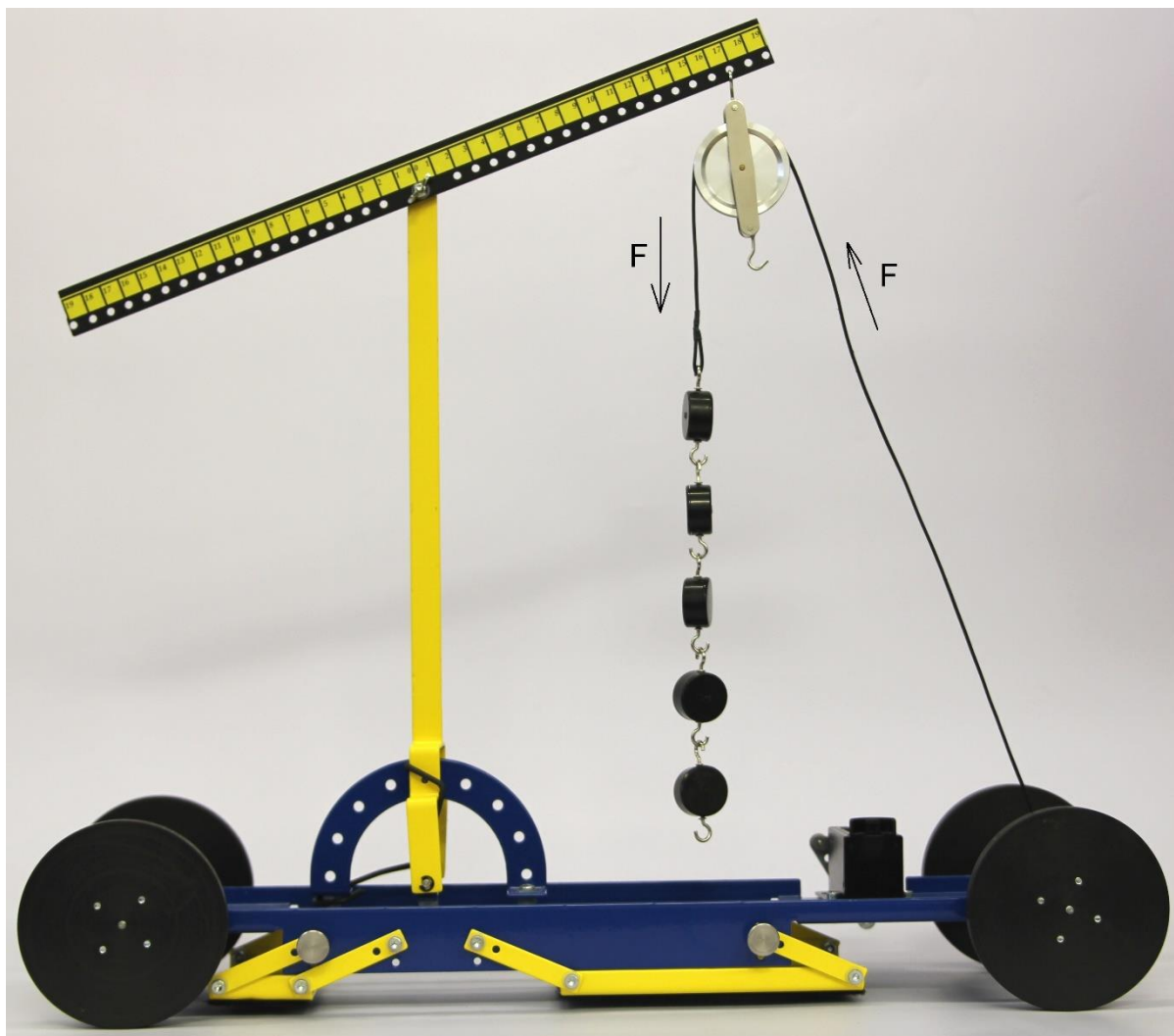
Zdjęcie – autko podczas wykonywania pracy

15. Moc

Moc to iloraz pracy i czasu, za jaki wykonano tę pracę. Po dodaniu wartości pracy i czasu mamy gotowy kolejny przykład. Jeśli chcemy ponownie pokazać uczniom kilka wariantów obliczania mocy możemy zrobić to samo, co przy obliczaniu pracy, aby uzyskać siłę, jaką autko działało na ciało i dodać sobie przeciętną prędkość autka na całej trasie jego ruchu. Obliczanie prędkości jest definiowane przy poprzednich zjawiskach i prawach fizycznych. Już tylko pomnożymy wartości siły i prędkości, z jaką siła była wykonywana. Otrzymaliśmy kolejny praktyczny przykład i demonstrację.

16. Krążek liniowy

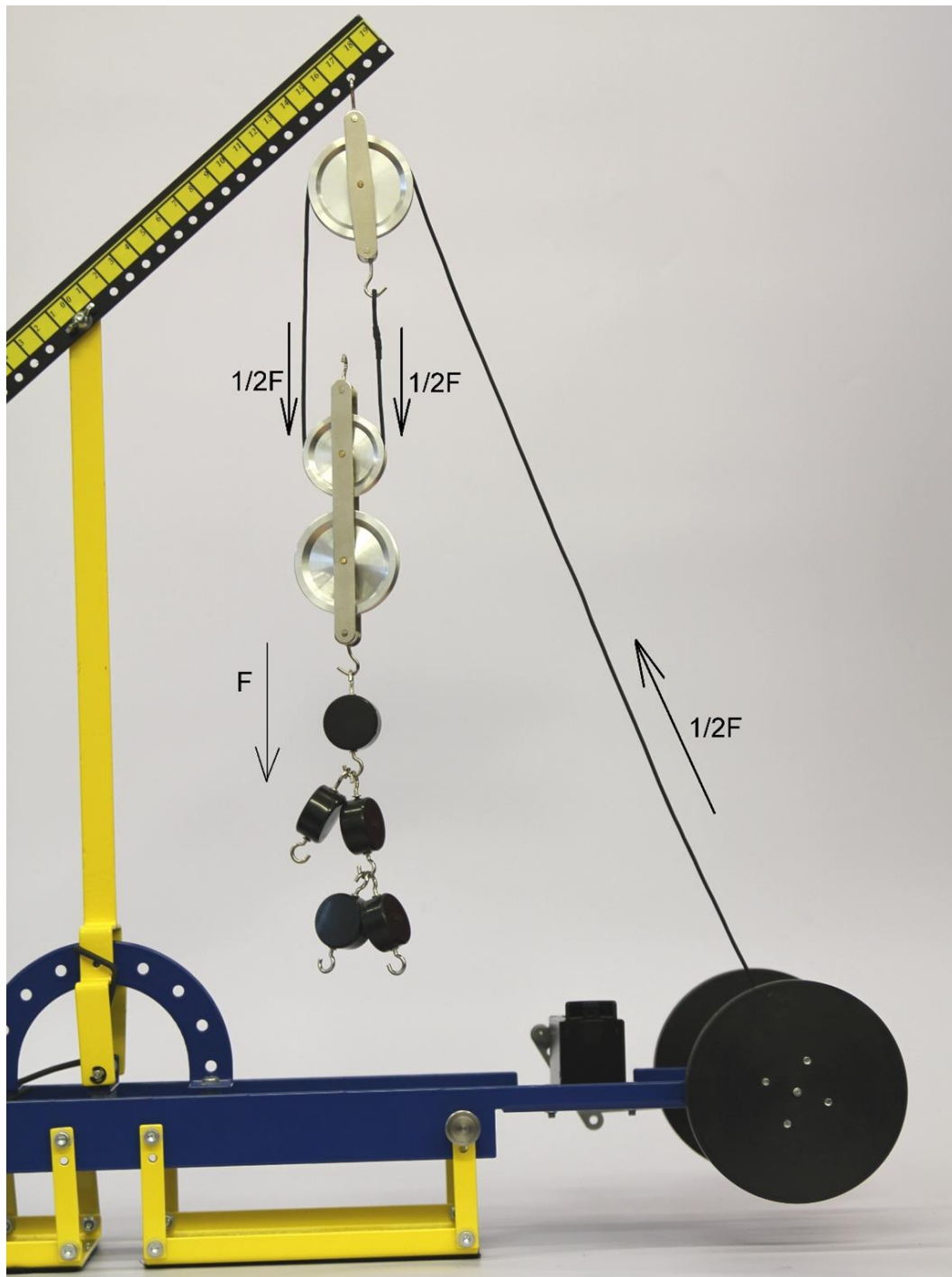
Przy tym eksperymencie musimy wysunąć powierzchnie tarcia, aby nie dopuścić do ruchu autka. Ruchome ramię zabezpieczamy w pozycji prostopadłej, przymocujemy linijkę do śruby i zabezpieczymy, by linijka była sztywna. Na końcu linijki powiesimy krążek liniowy i wsadzimy linkę. Na koniec linki zawieszamy odważnik tak, by był wolno nad podkładką. Po drugiej stronie linki możemy zmierzyć siłę, jaką działa ciężar na linkę. Tę siłę możemy również sprawdzić obliczając do wzoru $F=m \cdot g$. W tym przypadku widzimy, że stosując krążek, do podniesienia odważnika musimy użyć taką samą siłę, jaką odważnik działa na linkę.



17. Podwójny krążek

W tej próbie poszerzamy skład o jeszcze jeden krążek, jak widać na zdjęciu.

Zaletą takiego wielokrążka jest to, że siły na niej rozkładają się równomiernie, a siła, jaką podnosimy ciężar jest połowiczna.



Parametry części składowych

Autka fizyki

1. Kółko:

- a) Średnica kółka jest 100 mm
- b) Obwód koła jest 314,16 mm

2. Powierzchnie tarcia:

- a) Rozmiar małej powierzchni tarcia jest 100 x 50 mm
- b) Rozmiar dużej powierzchni tarcia to 100 x 150 mm
- c) Powierzchnia małej powierzchni tarcia to 5000 mm²
- d) Powierzchnia dużej powierzchni tarcia to 15000 mm²

3. Kątomierz:

- a) Rozstaw między poszczególnymi dziurami jest 22,5 °

4. Bęben linkowy:

- a) Średnica bębna linkowego wynosi 10 mm
- b) Długość bębna linkowego wynosi 20 mm
- c) Obwód bębna linkowego wynosi 31,416 mm
- d) Obwód bębna po założeniu śrub wynosi 100 mm

5. Linijka / dźwignia:

- a) Odległość 1.dziury od osi obrotu wynosi 20 mm
- b) Rozstaw pozostałych dziur jest stały - 10 mm

6. Masa:

- a) Obciążniki 10 g

