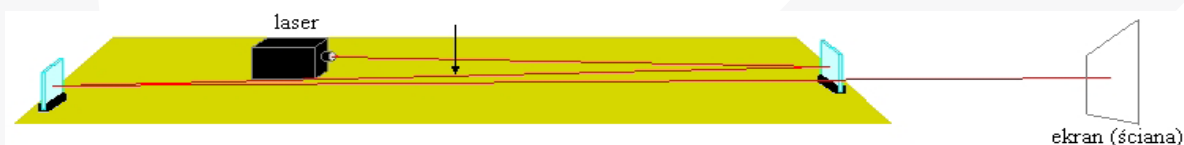




Jeszcze trochę mechaniki

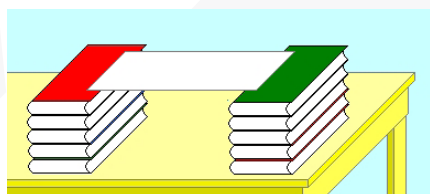
Juliusz Domański

- 1. Czy można ugiąć płytę stołu, naciskając jednym palcem?** Spróbujemy to sprawdzić. W tym celu wykorzystamy dźwignię optyczną. W pobliżu końców płyty stołowej ustawiamy pionowo dwa lusterka. Laser stawiamy mniej więcej w 1/3 długości płyty. Poprawiamy ustawienie tak, aby wiązka laserowa po odbiciu od obu zwierciadeł trafiła na możliwie odległą ścianę (rys. 1). Przykładamy kciuk do środka płyty stołowej i silnie naciskamy. Jeśli plamka laserowa na ścianie przesunęła się w górę, udało nam się ugiąć płytę.

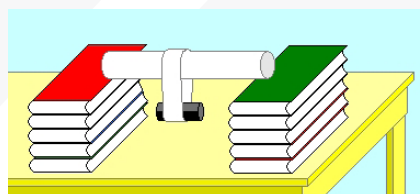


Rys. 1

- 2. Wytrzymałość konstrukcji.** Na stole ustawiamy dwa pudełka o jednakowej wysokości (lub dwie sterty książek) w odległości nieco mniejszej od długości kartki o formacie A4. Na pudełkach kładziemy kartkę. Kartka silnie się ugina i spada (rys. 2). Zwijamy kartkę w rurkę o średnicy ok. 5 cm, zabezpieczamy przed rozwinięciem dwoma gumkami recepturkami i kładziemy ponownie na pudełkach. Jeśli nasuniemy na rurkę niewielką pętlę sklejoną z papieru, będziemy mogli nasz „most” obciążyć nawet dość masywnym przedmiotem (o masie rzędu 200–300 g). Pokazuje to rysunek 3.

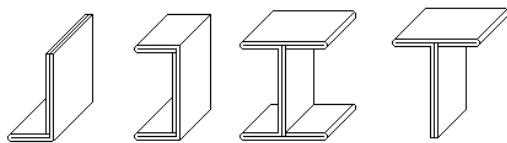


Rys. 2

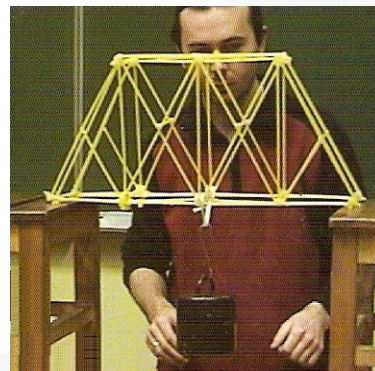


Rys. 3

Znacznie ciekawszą konstrukcją widzimy na zdjęciu (fot. 1). Ten model mostu został sklejoný z rurek spaghetti w Instytucie Fizyki Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu. Jak widać, wytrzymuje dość znaczne obciążenie – masa zawieszonyego odważnika wynosi 10 kg. Jeśli naszym marzeniem jest kariera inżyniera konstruktora, warto zabawić się w sklejanie z cienkiego kartonu różnych, stosowanych w praktyce, profili (rys. 4) i porównanie ich wytrzymałości.



Rys. 4



Fot. 1

(fot. Hanna Męczyńska)

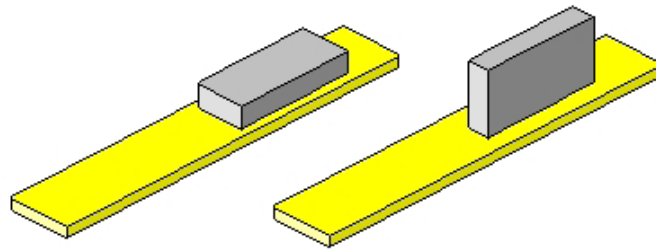


- 3. Jazda pod górę.** Sklejamy ze sobą dwa lejki o jednakowych rozmiarach. Z dwóch listewek i paru książek budujemy równię pochyłą (rys. 5). Rozstaw listewek w górnej części powinien być nieco większy. Jeśli położymy nasz „pojazd” na równi w jej dolnej części, zacznie się on toczyć pod górę. Czy naprawdę jest to toczenie się pod górę?

UWAGA! Wysokość równi i kąt między listewkami należy dostosować do lejków.

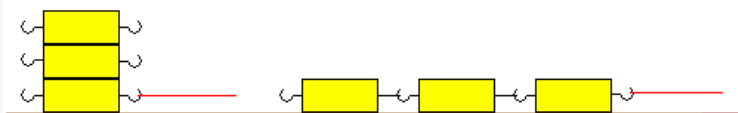


Rys. 5

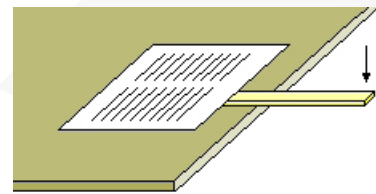


Rys. 6

- 4. Czy siła tarcia statycznego zależy od wielkości powierzchni stykających się ciał (I)?** Prostopadłościenny klocek stawiamy na równi pochyłej raz na boku o mniejszej, a raz na boku o większej powierzchni. Sprawdzamy, czy klocek zaczyna się zsuwać przy tym samym kącie nachylenia równi (rys. 6).
- 5. Czy siła tarcia statycznego zależy od wielkości powierzchni stykających się ciał (II)?** W dowolny sposób łączymy dwa (lub więcej) kločki ze sobą i ciągniemy za pomocą gumki recepturki (rys. 7). Notujemy wydłużenie gumki. Kločki układamy w stos i ponownie ciągniemy. Czy wydłużenie gumki uległo zmianie?

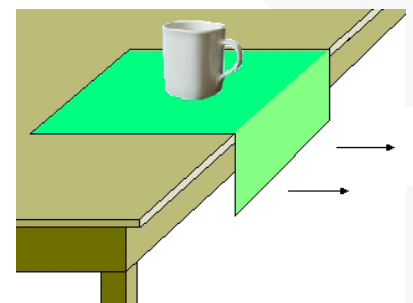


Rys. 7



Rys. 8

- 6. Bezwładność ciał (I).** Cienką listewkę kładziemy na stole tak, by jej część wystawała poza krawędź stołu. Leżącą na stole część listewki przykrywamy gazetą (rys. 8). Jeśli będziemy powoli naciskać na część listewki wystającą poza krawędź stołu, z łatwością uniesiemy gazetę. Jeśli silnie w nią uderzymy, listewka złamie się, a gazeta pozostanie nieporuszona.
- 7. Bezwładność ciał (II).** Przykrywamy stół niewielkim obrusem. Stawiamy na nim np. kubek (rys. 9). Jeśli teraz gwałtownie pociągniemy obrus, ścigając go ze stołu, kubek pozostanie nieporuszony.

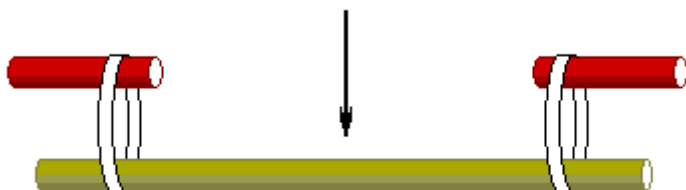


Rys. 9

Wyniki doświadczeń 6 i 7 wyjaśniamy najczęściej bezwładnością ciał. Czy można je wyjaśnić, korzystając jedynie z zasad dynamiki?



8. **Bezwładność (III).** Drewnianą listewkę zawieszamy na dwóch kółkach sklejonych z papieru (rys. 10). Uderzamy silnie w środek listewki. Listewka łamie się, a papierowe kółka pozostają całe.



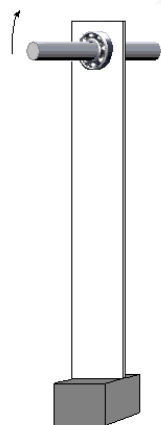
Rys. 10



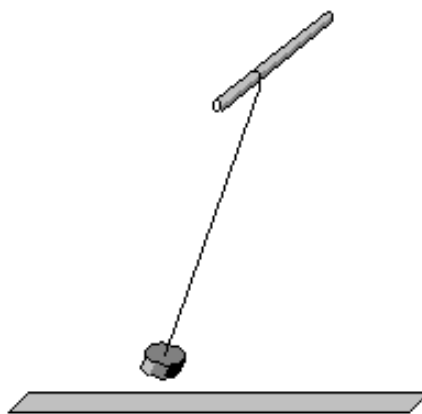
Rys. 11

9. **Jeszcze raz bezwładność.** Kolega (koleżanka) przytrzymuje na głowie stertę książek (4–5 kg). Na książkach kładziemy deseczkę i wbijamy w nią gwóźdź (rys. 11). Wygląda to dość groźnie, ale kolega prawie nie odczuwa uderzeń młotka.

10. **Czy zegar wahadłowy na Księżycu będzie równie dobrze odmierzał czas jak na Ziemi?** Nie potrafimy osłabić pola grawitacyjnego Ziemi, możemy jednak wykorzystać tylko jedną składową tego pola. Wykonujemy wahadło według rysunku 12. Przy końcu listwy o długości ok. 20 cm wiercimy otwór i przyklejamy nad nim niewielkie łożysko kulkowe. Na drugim końcu mocujemy kawałek stali lub ołowiu. Dość ciasno osadzamy wahadło na pręcie. Jeśli umieścimy pręt w uchwycie tak, aby tworzył z poziomem pewien kąt, ruch wahadła będzie wymuszać jedynie składowa siły ciężkości (tym mniejsza, im większy będzie ten kąt). Porównujemy okres wahań naszego wahadła zawieszzonego na pręcie poziomym i nachylonym.



Rys. 12

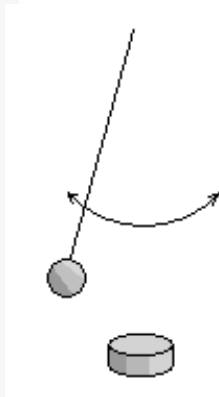


Rys. 13

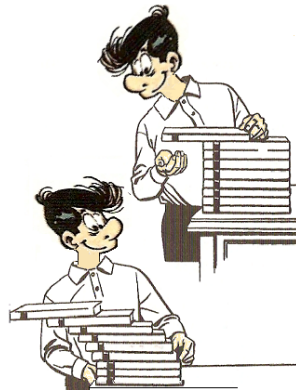
11. **Jak zegar wahadłowy będzie odmierzał czas na Jowiszu?** W poprzednim doświadczeniu symulowaliśmy osłabienie pola grawitacyjnego. Teraz będziemy symulować jego wzmocnienie. Wahadłem będzie zawieszony na nitce magnes neodymowy lub ferrytowy. Wychylamy wahadło z położenia równowagi i obserwujemy jego drgania. Podkładamy pod wahadło pasek żelaznej blachy (rys. 13) i powtarzamy doświadczenie. Jak zmienił się okres drgań? Nieco inne rozwiązanie opisano w następnym doświadczeniu.



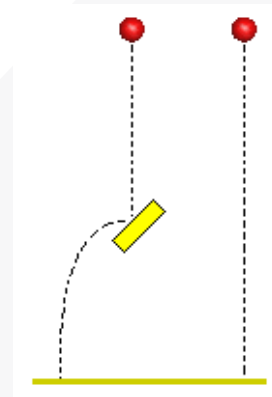
12. Wahadło. Podręczniki podają, że okres drgań wahadła określa wzór: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. Zależność okresu od długości możemy łatwo sprawdzić. Ale jak poradzić sobie z zależnością od przyspieszenia grawitacyjnego? Przecież nie zmienimy siły przyciągania wahadła przez Ziemię. Oczywiście nie, ale możemy do tej siły dodać inną. Pod wahadło podkładamy silny magnes (rys. 14) i sprawdzamy, jak zmienił się okres wahań. Oczywiście zawieszona na nici kulka (lub po prostu większa nakrętka) musi być wykonana z miękkiej stali.



Rys. 14



Rys. 15



Rys. 16

13. Równowaga. Przygotowujemy kilka (do 10) jednakowych książek (lub innych prostokątnych przedmiotów, np. kostek domina, kart do gry itp.). Książki układamy na stole w równy stos, którego krawędź pokrywa się z krawędzią stołu (rys. 15). Wysuwamy kolejno książki o pewien odcinek poza krawędź stołu. Czy może się udać takie dobranie wielkości wysunięć, aby leżąca najwyżej książka znalazła się w całości poza krawędzią stołu? (Rozwiązanie na końcu artykułu).

14. Czy spadną jednocześnie? Dwie jednakowe sprężyste kulki upuszczamy jednocześnie z tej samej wysokości. Jedna spada bezpośrednio na podłogę, druga po drodze odbija się od ustawionej pod kątem 45° deseczki i dalej porusza się po paraboli (rys. 16). Czy uderzą o podłogę jednocześnie?

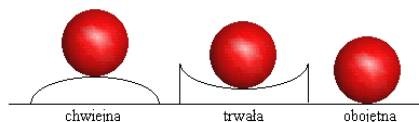
15. Zasada zachowania momentu pędu. Jeśli postawimy na stole elektryczny młynek do kawy (lub mikser) i, przytrzymując go jedną ręką, włączymy do sieci, odczujemy silne szarpnięcie. Młynek usiłuje wykonać obrót wokół swojej osi (sprawdźmy). Czym jest to spowodowane? Jaki wniosek (dotyczący obrotów wirnika) możemy stąd wyciągnąć?

16. Poduszkowiec. Jeśli mamy dostęp do suchego lodu (zestalonego dwutlenku węgla), możemy wykonać bardzo efektowne doświadczenie. Bryłkę suchego lodu kładziemy (ujmujemy ją ręką w rękawiczce) na dobrze przewodzącej, płaskiej powierzchni i trzymamy tak długo, aż jej dolna powierzchnia stanie się płaska. Następnie kładziemy bryłkę na gładkiej podłodze i lekko popychamy. Bryłka jedzie, prawie nie zmieniając prędkości, odbija się od ściany i porusza się nadal. Dwutlenek węgla intensywnie sublimuje (przechodzi ze stanu stałego w gazowy) i tworzy pod sobą cieniutką poduszkę powietrzną.

17. Rodzaje równowagi. W gospodarstwie domowym znajdziemy z pewnością wklęsłą czaszę kulistą (może to być np. łyżka wazowa). Umieszczając dowolną kulkę kolejno na jej powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej,



zademonstrujemy równowagę trwałą i chwiejną (rys. 17). Kładąc kulkę na poziomej powierzchni (np. na stole), zademonstrujemy równowagę obojętną.



Rys. 17



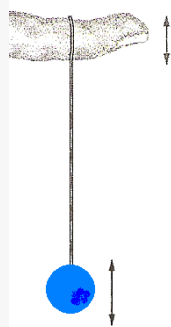
Rys. 18



Rys. 19

18. Moneta na tekturnie. Na ustawionej pionowo cienkiej tekturnie (ok. 3 x 15 cm) próbujemy położyć monetę. Bez powodzenia. Teraz zginiamy tekturnę i kładziemy na niej monetę (rys. 18). Rozprostowujemy tekturnę. Jeśli zrobiliśmy to płynnie, moneta nie spada.

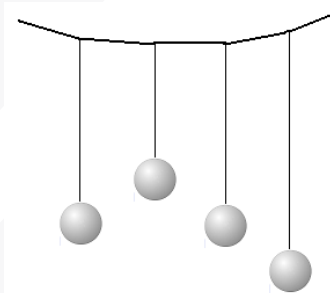
19. Nieważkość. Być może mamy w domu zabawkę zwaną popularnie wańką-wstańką (przechylona wraca zawsze do pionu). Stawiamy ją na tacce, przechylamy i upuszczamy razem z taczką (rys. 19). Dlaczego w czasie spadania zabawka nie wstaje?



Rys. 20



Rys. 21



Rys. 22

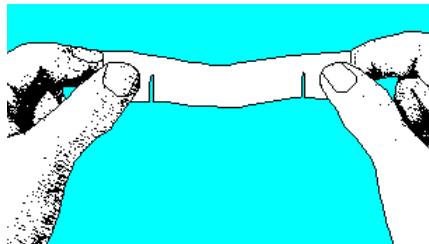
20. Rezonans (I). Na nitce o długości ok. 25–30 cm zawieszamy na palcu dowolny ciężarek (np. dużą nakrętkę). Wykonując niewielkie poziome ruchy palcem, staramy się rozkołysać ciężarek (rys. 20). Czy przy dowolnej częstotliwości ruchów palca wprowadzimy ciężarek w ruch wahadłowy?

21. Rezonans (II). Taśmę stalową o długości ok. 50–60 cm ujmujemy silnie szczypcami (rys. 21) dokładnie w środku jej długości. Odchylamy jeden z końców taśmy i puszczamy swobodnie. Drga odchylona część, ale również część taśmy po drugiej stronie szczypiec. Teraz chwytamy taśmę np. w 1/3 jej długości i powtarzamy poprzednie czynności. Odchylona część taśmy wykonuje drgania, druga część drga bardzo słabo lub nawet pozostaje w spoczynku. Dlaczego?

22. Rezonans (III). Na poziomej, mocno naprężonej lince zawieszamy na nitkach 4 ciężarki (rys. 22). Dwie nitki mają jednakową długość, jedna jest krótsza, jedna dłuższa. Wychylamy z położenia równowagi drugi lub czwarty z lewej ciężarek. Czekamy chwilę. Czy pozostałe również zaczynają się kołysać? Wychylamy pierwszy z lewej i ponawiamy obserwacje. Który z ciężarków został pobudzony do drgań?



23. Rozrywamy kartkę. Pasek papieru nacinaemy w dwóch miejscach na jednakową głębokość (rys. 23). Czy uda się rozerwać pasek na trzy części, pociągając za jego oba końce? Jeśli nie, to dlaczego?

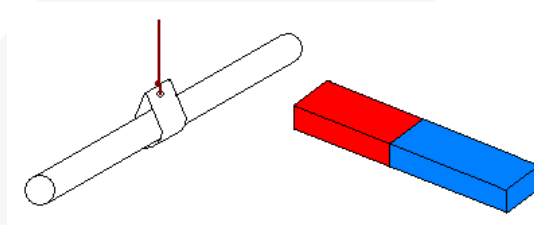


Rys. 23

24. Wyścig jajek. Dwa jajka – jedno surowe, a drugie ugotowane na twardo – kładziemy na równi pochyłej na tej samej wysokości. Puszczamy je równocześnie. Czy oba równocześnie osiągnęły podstawę równi? Jeśli nie, to dlaczego?

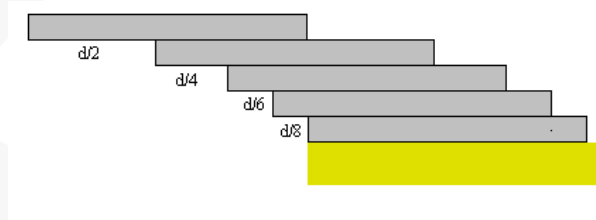
25. Korek na fali. Do większej kувety (formy do pieczenia ciasta, wanny) nalewamy nieco wody. Kładziemy na wodzie kawałek korka. W pewnej odległości od korka wzbudzamy falę, uderzając rytmicznie (np. palcem) w powierzchnię wody. Czy korek przemieszcza się wraz z falą, czy jedynie wykonuje drgania w kierunku pionowym. O czym świadczy wynik doświadczenia?

26. III zasada dynamiki. Na statywie (rys. 24) zawieszamy pręt (sztabkę) z miękkiej stali. Zbliżyliśmy magnes. Magnes przyciąga pręt. Teraz odwrotnie: zawieszamy magnes i zbliżamy pręt. Pręt przyciąga magnes.



Rys. 24

Rozwiązanie zadania w doświadczeniu 13.: Pierwszą (licząc od góry) książkę wysuwamy do połowy jej długości. Drugą o 1/4 długości, trzecią o 1/6 itd. (rys. 25). Już pięć książek wystarcza, aby osiągnąć wyznaczony cel.



Rys. 25