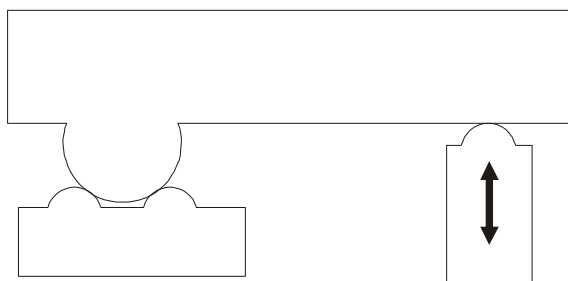


Zadanie 1. Precyzyjny uchwyt uchylny (np. lustro).

Do ruchomej belki górnej uchwytu przyklejony jest walec stalowy, który opiera się na dwóch nieruchomych walcach jak to narysowano. Drugi koniec belki podparty jest kulisto zakończoną śrubą, którą można wkręcać i wykręcać. Załóżmy, że środek ciężkości ruchomej belki leży w połowie odległości między przyklejonym do niej walcem a śrubą.

- Jak duży jest moment tarcia walców?
- Jaka jest różnica sił działających na śrubę przy wkręcaniu i wykręcaniu?
- Jak można ją zmniejszyć?
- Odchylmy śrubę od pionu o pewien kąt w płaszczyźnie rysunku, tak, że punkt styku z belką nie leży już na osi śruby. Jakiego kształtu ślad zostawi na śrubie stykanie się z belką? Czy może dojść do dodatkowego ruchu belki?



Zadanie 2. Małe ugięcie taśmy metalowej (sprężyna zegarowa).

Wyobraźmy sobie długi kawałek taśmy mosiężnej o grubości d i szerokości w , który początkowo jest płaski. Następnie nawijamy ten kawałek na walec o promieniu R .

Zakładając, że w środku grubości taśm pozostaje nienaprężona (atomy znajdują się w takich samych o sobie odległościach jak w stanie nienaprężonym), obliczyć:

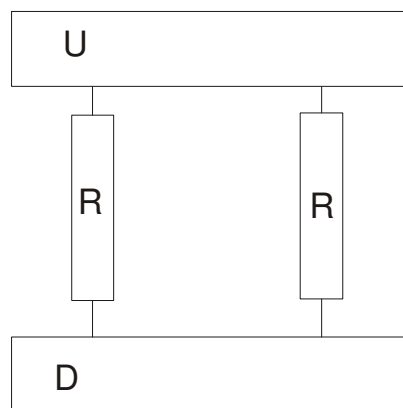
- o ile zbliżyły/oddaliły się od siebie atomy w warstwach taśmy bliskich walca/zewnętrznych w zależności od odległości od walca R .
- jakie naprężenia ściskające i rozciągające pojawiły się w taśmie, jeśli wykonana jest z mosiądzu?
- jakiej siły trzeba było użyć (na jednostkę długości taśmy) żeby zagiąć taśmę?
- Jeśli wiadomo, że pręt mosiężny można bez trwałego odkształcenia wydłużyć o 1%, to jaki jest minimalny promień walca R na który można nawinąć taśmę bez powodowania trwałego jej odkształcenia?

Zadanie 3. Prowadzenie na sprężynach płaskich.

W przypadku, jeśli chcemy osiągnąć ultraprecyzyjne prowadzenie elementów wzdłuż prostych lub krótkich łuków, stosuje się nieraz rozwiązania ze sprężynami płaskimi, jak poniżej.

Do nieruchomej podstawy D przymocowane są dwa kawałki taśmy mosiężnej o długości l pełniące rolę sprężystych zawiasów, a do nich ramiona R o długości $L \gg l$. W analogiczny sposób do ramion przymocowana jest ruchoma belka U .

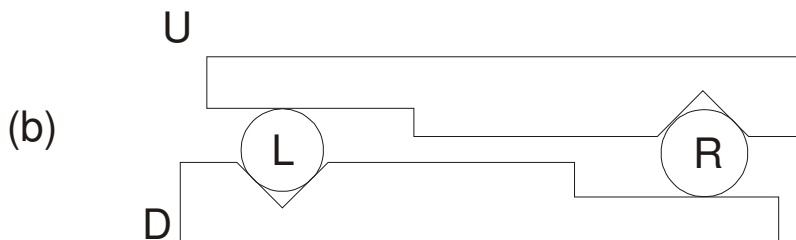
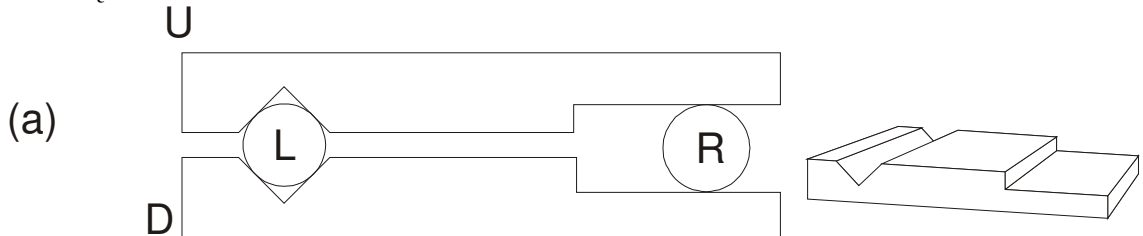
- Jeśli $L=10\text{cm}$, to jakie jest odchylenie toru belki U od prostej poziomej na 1mm jej przesunięcia?



- b) Czy można tak zmodyfikować ten układ, żeby belka U obracała się wokół ustalonego punktu?
- c) Zakładając, że taśmy zginają się w łuk, obliczyć, jakie jest maksymalne wychylenie belki U i jaka działa wówczas siła zwrotna.
- d) Wyobraź sobie, że belkę U poruszamy popychając ją precyzyjną śrubą. Czy spodziewasz się tutaj różnego nacisku na śrubę przy ruchu do przodu i do tyłu?

Zadanie 4. Stoliki przesuwne.

Wyobraź sobie następujący mechanizm. Dwie wyprofilowane płyty U i D ułożono przymowymi rowkami do siebie, umieszczając między nimi rzędy kulek L i R. Zastanów się nad rolą rowków.

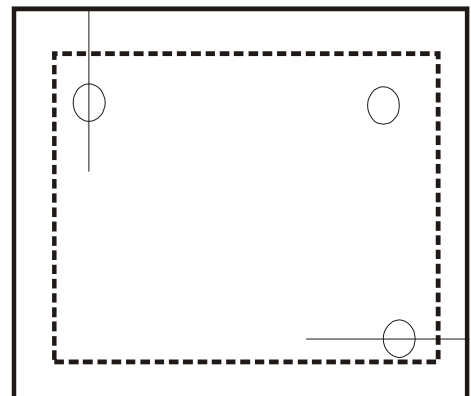


- a) Która wersja, (a) czy (b), zapewnia prostoliniowy ruch płyt względem siebie?
- b) Czy i jaka modyfikacja dolnej płyty mogłaby pomóc w bezawaryjnej pracy?
- c) Aby U i D nie rozdzielały się, wykorzystuje się nieraz magnesy. Zaproponuj jakieś rozwiązanie. Jakiego rodzaju materiały warto użyć na U i D? Zwróć uwagę, aby magnesy nie powodowały zbyt silnego przyciągania części U i D do ustalonego względnego położenia.
- d) Czy potrafisz porównać siłę potrzebną do poruszenia takiego układu z siłą potrzebną do poruszenia odpowiednio wyprofilowanej płyty spoczywającej na drugiej płycie?

Zadanie 5. Prowadzenie złożone.

Wyobraź sobie dwie płytki metalowe podobne do tych z poprzedniego zadania. Schemat przedstawia widok z góry. W dolnej, obwiedzonej grubą linią ciągłą wykonane są dwa rowki, zaznaczone kreskami. Do górnej płytki przyklejone są 3 kulki w miejscach zaznaczonych kółkami.

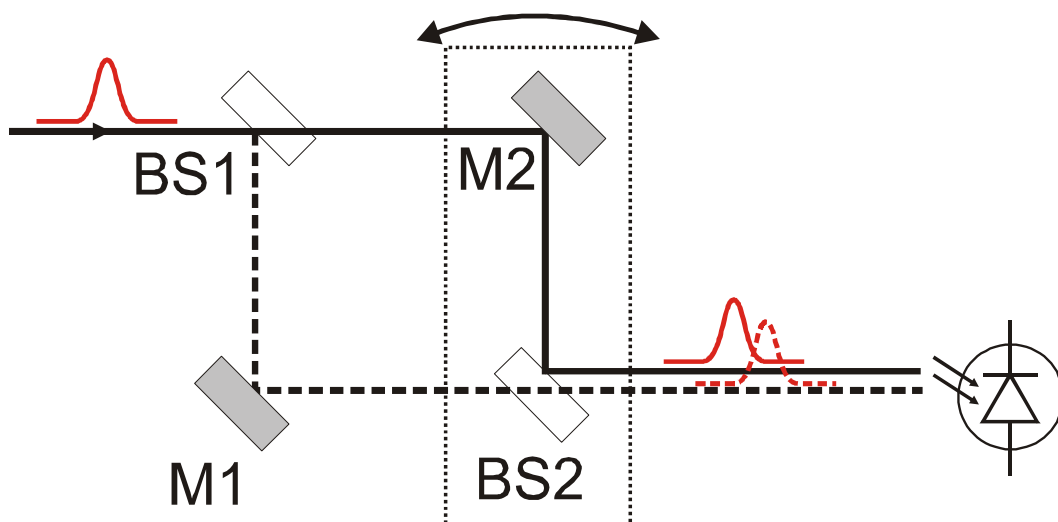
- a) W przybliżeniu małych wychyleń z położenia narysowanego, jaki ruch może wykonywać górna płytka, jeśli kulki pozostają w rowkach/dotykają dolnej płytki?



- b) Czy umiejscowienie trzeciej kulki ma wpływ na tarcie? Gdzie najlepiej ją umieścić?
- c) Zaproponuj dodatkowy rowek w dolnej płytce, który spowoduje, że górna płytka mogła zająć jedynie jedno stabilne położenie. (płytki można rozkładać i następnie składać bez zmiany wzajemnego ustawienia). Czy Twoja propozycja jest odporna na zmiany odległości między kulkami? Jakiego kierunku rowków wydaje Ci się najbardziej odpowiedni?
- d) W zmodyfikowanej konstrukcji z pkt. c zastępujemy kulki śrubkami, do których przyklejone są kulki. Co uzyskujemy pokręcając śrubkami?

Zadanie 6. Autokorelator.

Rysunek przedstawia prosty autokorelator oparty o interferometr Macha-Zehndera,



urządzenie stosowane do pomiaru czasu trwania femtosekundowych impulsów laserowych. Czarne kreski przedstawiają tory wiązek, BS to płytki światłodzielące 50/50, zaś M to lustro. Do autokorelatora wpada impuls, który dzielony jest na dwie kopie, jedna biegnie wzdłuż linii ciągłej, a druga wzdłuż przerywanej. Poprzez obrót belki, na której zamocowane są M2 i BS2 można zmieniać opóźnienie między impulsami. Impulsy padają na fotodiody z odpowiednio dobranego materiału, który absorbuje fotony parami. W efekcie sygnał z fotodiody, kiedy padają na nią na raz impulsy z obu ramion jest 8 razy większy, niż kiedy impulsy przychodzą jeden za drugim. Badając zależność sygnału z fotodiody od opóźnienia można oszacować czas trwania impulsów femtosekundowych.

Warunkiem prawidłowego działania autokorelatora jest dokładna równoległość torów, po których impulsy biegną do fotodiody. Dodatkowo, odległość między tymi torami powinna być dużo mniejsza od średnicy wiązki laserowej, w której biegną impulsy.

- a) W położeniu środkowym belki na której zamocowane są M2 i BS2 tory impulsów dokładnie się nakrywają. Jaki będzie wpływ obrotu belki wokół osi prostopadłej do rysunku? W przybliżeniu małych kątów oszacuj opóźnienie impulsów oraz rozsunięcie/obrót względny wiązek.
- b) Bezpośrednio po montażu lustro w autokorelatorze zamocowane są trochę krzywo, skutkiem czego wiązki się nie nakrywają. Dlatego dwa spośród elementów optycznych zamocowane są na uchwytych umożliwiających ich bujanie wokół osi prostopadłej do rysunku oraz wokół osi równoległej do rysunku i do płaszczyzny

przedniej elementu. W przypadku, jeśli elementy znajdują się na narożach kwadratu, czy lepiej jest zamocować tak lustra M1 i M2 czy BS1 i BS2?

Zadanie 7. Napęd autokorelatora

Zaproponuj oscylator harmoniczny złożony z belki metalowej umocowanej na kawałku cienkiej taśmy, którą na sztywno mocujemy do stołu. Drgania belki mają być wywołane przepuszczeniem prądu przemiennego przez solenoid nawinięty na żelaznym rdzeniu, który może mieć dowolny kształt. W belce możesz zaproponować otwory i umieścić magnes(y) neodymowe. Zaproponuj konstrukcję, w której belka wychylana jest z położenia równowagi zarówno w jedną jak i drugą stronę, gdy prąd płynie przez cewkę na przemian w obu kierunkach. Pamiętaj, że linie pola magnetycznego najlepiej czują się wewnątrz żelaza/magnesu.

Wykonaj szkic (szkice) w skali 1:1. Przyjmując, że belka jest masą punktową, a sprężyna płaska działa siłą $F/y = Yw/4 * d^3/l^3$, gdzie Y- moduł Younga, w, d, l – szerokość, grubość i długość sprężyny, y – wychylenie końca sprężyny, zaprojektuj sprężynę zapewniającą częstość rezonansową ~10Hz dla monolitycznej konstrukcji mosiężnej. Pomiń wszelkie małe otwory w belce, wpływ magnesów itd.