



NAŁADOWANA SPRĘŻYNA



*Zdjęcie Evan-Amos w domenie publicznej
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Victor-Mousetrap.jpg>*

Zeszyt ćwiczeń dla ucznia

Imię i nazwisko:



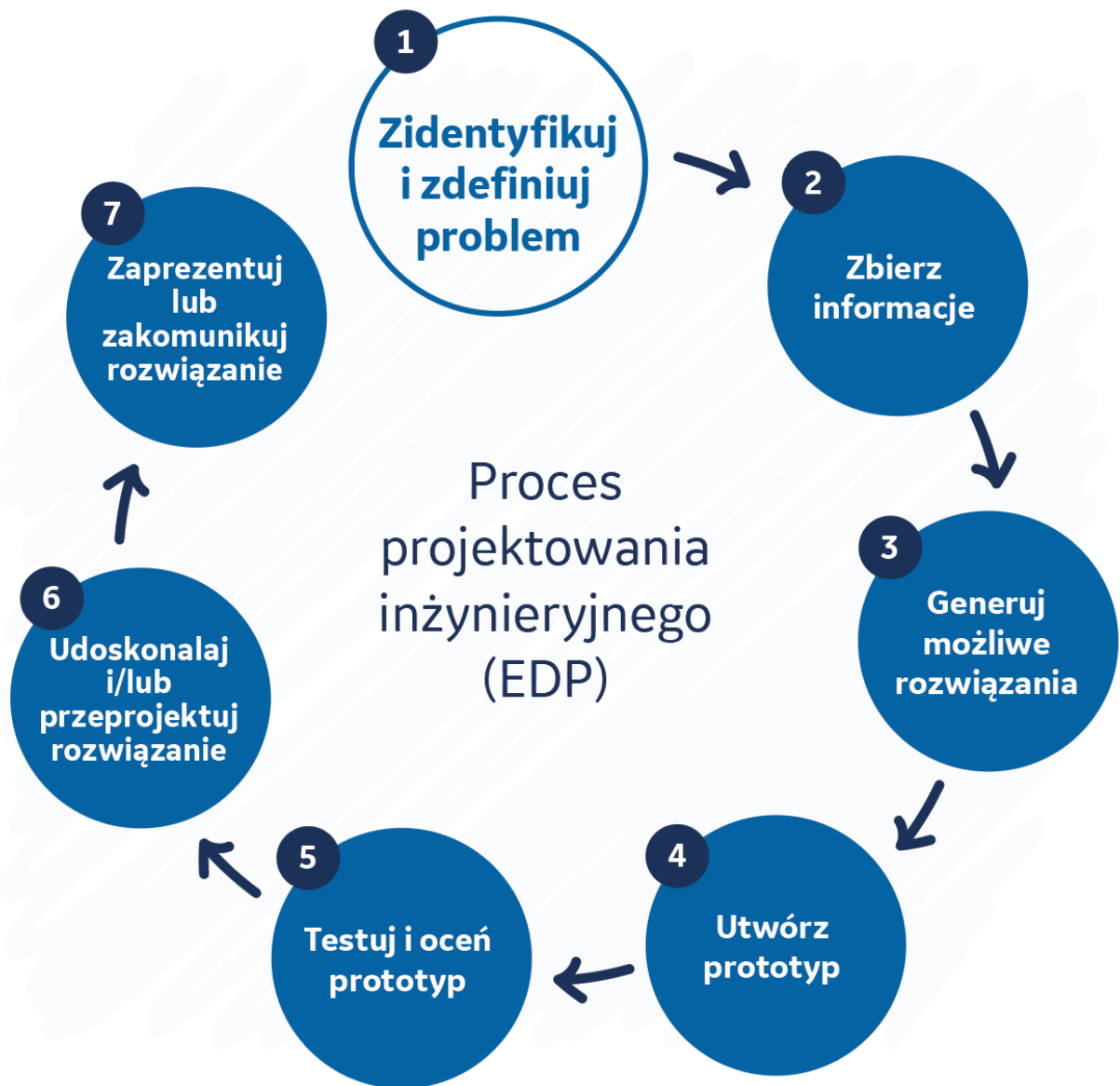
Spis treści

WSTĘP	5
Kluczowe wyniki	7
Kluczowe pytania.....	7
Publiczna prezentacja	7
CZĘŚĆ 1.....	9
CZĘŚĆ 2.....	10
Wyzwanie projektowe:	10
CZĘŚĆ 3.....	11
CZĘŚĆ 4.....	13
Zasady dynamiki Newtona	13
Tarcie.....	14
CZĘŚĆ 5.....	17
CZĘŚĆ 6.....	19
CZĘŚĆ 7.....	20
Przełożenie siłowe	20
Masa pojazdu	21
Masa koła.....	22
Moment obrotowy	22
Przyczepność	23
Środek masy.....	24
Układ kierowniczy	25
Ogólne względy konstrukcyjne	25



CZĘŚĆ 8.....	26
CZĘŚĆ 9.....	30
CZĘŚĆ 10.....	31
Określenie projektu	31
Szkice projektowe z komentarzami.....	31
Lista sprzętu i materiałów	34
CZĘŚĆ 11.....	35
CZĘŚĆ 12.....	40
CZĘŚĆ 13.....	45
CZĘŚĆ 14.....	47
Oblicz całkowite przełożenie siłowe pojazdu.....	48
Oblicz przybliżoną sprężystą energię potencjalną pułapki na myszy	48
Oblicz przyspieszenie samochodu z pułapki na myszy.....	49
Oblicz maksymalną prędkość osiągniętą przez samochód z pułapki na myszy.	51
Porównaj teoretyczną odległość pokonywaną przez pojazd z rzeczywistości pokonaną odległością.	51
Oblicz siłę tarcia działającą w kierunku przeciwnym do ruchu pojazdu.	52
Oblicz przybliżoną wydajność pojazdu w przekształcaniu energii potencjalnej w energię kinetyczną.....	53
MODELOWE ODPOWIEDZI DLA CZĘŚCI 14	54
SZKICE Z KOMENTARZAMI	57





Wstęp

Obecnie ludzie i towary mogą podróżować dalej, szybciej, bezpieczniej i bardziej ekonomicznie niż kiedykolwiek wcześniej. Nowoczesny transport znacznie zwiększył potencjał ekonomiczny i produktywność milionów ludzi, a uzyskany dostęp do możliwości zarobku wyciągnął kolejne miliony z ubóstwa.

Ponadto żywność i inne podstawowe produkty są teraz dostępne łatwiej i po niższych kosztach niż kiedykolwiek wcześniej. Krótko mówiąc, nowoczesny transport przyspieszył rozwój gospodarczy ludzkości.

Ten niezwykły postęp napędzały paliwa kopalne. Z biegiem lat znaczące ulepszenia silnika spalinowego i katalizatorów zaowocowały czystszyimi i bardziej wydajnymi rozwiązaniami w pojazdach. Jednak spalanie paliw kopalnych nadal wiąże się z kosztami.

Na całym świecie transport odpowiada za około 16,2% wszystkich emisji CO₂¹. Prawie 75% z tej puli przypada na pojazdy drogowe, z których większość stanowią samochody osobowe². Oznacza to, że około 9,5% wszystkich emisji CO₂ pochodzi z samochodów, którymi jeździmy.

Zmniejszenie emisji z samochodów (i transportu w ogóle) może doprowadzić do znacznego redukcji globalnej emisji CO₂ i zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska. Pojazdy elektryczne często reklamowane są jako kluczowy element rozwiązania problemu. Ale czy rzeczywiście tak jest?

Pojazdy elektryczne wymagają energii elektrycznej, a obecnie tylko około 35% energii elektrycznej jest wytwarzane ze źródeł niskoemisyjnych (zwłaszcza jądrowych i odnawialnych)³. Energia potrzebna do wyprodukowania akumulatorów do pojazdów elektrycznych (najczęściej z paliw kopalnych) oznacza, że gdy pojazd dociera do salonu, jest już odpowiedzialny za około dwukrotnie większą emisję CO₂ niż tradycyjny pojazd spalinowy. Według niektórych szacunków, pojazd elektryczny musiałby przejechać ponad 320000 km zanim prześcignąłby tradycyjny pojazd w pojedynku na niższą emisję. Zamiast rozwiązywać problem, pojazdy elektryczne często tylko go pogłębiają.

Jest to problem systemowy i wymaga systemowych rozwiązań. Nie możemy skupiać się na jakiegokolwiek pojedynczej interwencji. Musimy robić wiele rzeczy w tym samym czasie i musimy być świadomi wpływu, jaki każde działanie ma na cały system i na dobrobyt ekonomiczny zwykłych ludzi, zwłaszcza tych w krajach rozwijających się.

Zmniejszenie emisji pochodzących z transportu wymaga na przykład wielopłaszczyznowej reakcji obejmującej wszystkie poniższe działania:



NOTATKI

¹ <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>. Dostęp 10 września 2021 r.

² <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-transport>. Dostęp 10 września 2021 r.

³ <https://ourworldindata.org/grapher/electricity-prod-source-stacked>



- **Zamiana paliwa** – stosowanie paliw emitujących mniej CO₂, a więc wodorowych ogniw paliwowych i energii elektrycznej ze źródeł niskoemisyjnych, takich jak energia wiatrowa, słoneczna i jądrowa.
- **Poprawa efektywności paliwowej** – stosowanie lepszych i bardziej zaawansowanych konstrukcji, materiałów i technologii pojazdów i układów napędowych. Ważną rolę odgrywają tu pojazdy hybrydowe.
- **Doskonalenie praktyk operacyjnych** – przyjęcie praktyk, które minimalizują zużycie paliwa, w tym lepsze praktyki jazdy i konserwacja pojazdów.
- **Zmniejszenie popytu na podróże** – przyjęcie podejścia urbanistycznego, w którym mieszkańcy pokonają mniejszą liczbę kilometrów dziennie za pomocą samochodu, ułatwianie poruszania się pieszo i na rowerze, wdrożenie wydajnego transportu publicznego.

Trzy z czterech powyższych strategii opierają się na wydajności, wykorzystaniu dostępnej energii, aby osiągnąć więcej. Zbyt często pomija się zagadnienie poprawy efektywności energetycznej.



Kluczowe wyniki

Pod koniec tego wyzwania projektowego będziesz w stanie:

- Podać definicję energii.
- Wyjaśnić różnicę między energią kinetyczną a potencjalną.
- Obliczyć energię kinetyczną.
- Obliczyć energię potencjalną sprężystości.
- Zdefiniować i podać przypadki tarcia i oporu powietrza.
- Zdefiniować i wyjaśnić przełożenie siłowe.
- Oblicz ogólną efektywność energetyczną samochodu z pułapki na myszy.

Kluczowe pytania

Podczas tego wyzwania odpowiedz na następujące ważne pytania.

- Czym są energia potencjalna i energia kinetyczna i jak możemy skutecznie przekształcić energię potencjalną w energię kinetyczną?
- Czym jest przełożenie siłowe?
- Jaki jest wpływ przełożenia siłowego na to, czy nasz pojazd zajedzie dalej lub szybciej?
- Czym są tarcie i opór powietrza?
- Jak możemy zminimalizować tarcie i opór powietrza?
- Czym jest przyczepność?
- Jak możemy poprawić przyczepność kół?
- Jak mierzymy prędkość i odległość?
- Jak możemy poprawić przyspieszenie naszego pojazdu?

Publiczna prezentacja

Pod koniec wyzwania projektowego razem z zespołem zaprezentujecie swój samochód z pułapki na myszy przed publicznością. **Prezentacja powinna trwać do 10 minut.**

Moderator wyjaśni kiedy i gdzie odbędzie się prezentacja oraz kto będzie publicznością, choć prawdopodobnie będą to rodzice, nauczyciele i inżynierowie GE.

Należy opisać proces projektowania, testowania i udoskonalania pojazdu. Ponadto należy przedstawić odpowiedzi na następujące pytania:

- Jakie problemy związane z tarcieś napotkałeś/łaś i jak je rozwiązałeś/łaś?
 - Jakiego rodzaju kół użyjesz? Dlaczego akurat te?
 - Jaka była całkowita przybliżona sprężysta energia potencjalna zmagazynowana w pułapce na myszy?
 - Jakie było całkowite przełożenie siłowe pojazdu?
 - Jakie było przyspieszenie zasilanego pojazdu?
 - Jaką maksymalną prędkość osiągnął samochód z pułapki na myszy?
-
- Jak teoretyczna odległość, którą mógł pokonać twój pojazd, miała się do rzeczywistej odległości, którą pokonał i z czego wynika różnica?
 - Jaka była siła tarcia działająca w kierunku przeciwnym do ruchu pojazdu?



UWAGA DLA UCZNIÓW

Sporządzaj wiele szczegółowych notatek w tym arkuszu oraz nagrywaj filmy i rób zdjęcia tego, co robisz na każdym etapie, zapewniając sobie tym samym informacje, do których możesz się odwołać i na których możesz się oprzeć podczas tworzenia prezentacji.



- Jaka była ogólna wydajność pojazdu w przekształcaniu energii potencjalnej w energię kinetyczną? Jak można to udoskonalić poprzez dodatkową optymalizację?

Konieczne może być również udzielenie odpowiedzi na pytania publiczności dotyczące projektu i zastosowanego procesu.



Część 1

Zastanów się nad następującymi pytaniami. Odpowiedzi zapisz w przeznaczonym do tego miejscu.

1. Jeśli możemy użyć pułapki na myszy jako akumulatora, co jeszcze moglibyśmy wykorzystać w tej roli? Gdzie lub w jaki sposób może być przechowywana energia?
2. Czy moglibyśmy zaprojektować samochód zasilany akumulatorem z pułapki na myszy? Jakie problemy musielibyśmy przeskoczyć, aby było to możliwe?
3. Co jeszcze moglibyśmy zasilać za pomocą akumulatora z pułapki na myszy?



Część 2

Zanotuj konkretne kryteria i ograniczenia związane z tym wyzwaniem.

Wyzwanie projektowe:

Kryteria	Ograniczenia



KRYTERIA I OGRANICZENIA

Kryteria sukcesu to warunki, które projekt musi spełnić, aby został uznany za udany.

Ograniczenia to granice, w ramach których projekt musi się mieścić.



Część 3

Energia jest wszędzie wokół nas, lecz pozostaje niewidoczna dla oczu. Podobnie jak wiatr, możemy zobaczyć efekty działania energii, gdy rzeczy funkcjonują. Energia jest definiowana jako zdolność do wykonywania pracy i przemieszczania czegoś z jednej pozycji do drugiej.

Czasami praca polega na rozpędzeniu tankowca. Innym razem poruszany jest pojedynczy elektron. Bez energii do wykonywania pracy wszechświat byłby nieruchomy i martwy.

Energia może przybierać dwie główne formy

1. **Energia kinetyczna** to ta, którą posiada poruszający się obiekt. Kiedy idziesz lub biegniesz, posiadasz energię kinetyczną. Huśtająca się kula ma wystarczająco dużo energii kinetycznej, by burzyć ściany.
2. **Energia potencjalna** to energia magazynowana ze względu na położenie lub układ materii. Energia może być przechowywana na wiele sposobów.
 - a. **Grawitacyjna energia potencjalna** to energia obiektu znajdującego się nad ziemią. Kula wyburzeniowa wisząca nieruchomo nad dźwigiem ma potencjał do wykonania pracy, jeśli zostanie puszczona w ruch.
 - b. **Chemiczna energia potencjalna** to energia zmagazynowana w wiąźaniach chemicznych między atomami i cząsteczkami. Podczas spalania węgla lub ropy ta chemiczna energia potencjalna jest uwalniana jako energia cieplna.
 - c. **Energia potencjalna sprężystości** to energia zmagazynowana, gdy obiekt, na przykład gumka lub sprężyna, jest rozciągany lub odkształcany. Energia jest uwalniana, gdy obiekt odzyskuje swój zasadniczy kształt.
 - d. **Elektryczna (lub elektromagnetyczna) energia potencjalna** to energia zmagazynowana z powodu położenia naładowanej cząstki w polu elektrycznym lub jej położenia względem innej naładowanej cząstki. To energia potrzebna do utrzymania dwóch przeciwnych biegunów magnetycznych. Gdy tylko puścimy magnesy, ta energia potencjalna jest przekształcana w energię kinetyczną magnesów, które się poruszają.

Wszelka energia (potencjalna i kinetyczna) podlega jednej podstawowej zasadzie – nie można jej wytworzyć ani zniszczyć. Można ją jedynie przekształcić z jednej formy w inną. Zasadę tę nazywamy **Prawem zachowania energii**. Całkowita ilość energii we wszechświecie jest stała – nigdy się nie zmienia.

Grawitacyjna energia potencjalna kuli wyburzeniowej wiszącej nad dźwigiem jest przekształcana w energię kinetyczną podczas spadania. Cała jej energia potencjalna jest przekształcana w energię kinetyczną tuż zanim dotknie ziemi.

Gdy skróćmy sprężynę pułapki na myszy, pułapka zmagazynuje energię w sprężynie jako energię potencjalną sprężystości. Ta zmagazynowana energia potencjalna zamieni się w energię kinetyczną pułapki, gdy sprężyna powróci do swojego domyślnego kształtu.

Zarówno energia, jak i praca są mierzone w dżulach (J). Mówimy, że 1 J energii jest potrzebny do wykonania 1 J pracy.

Praca jest obliczana jako siła razy odległość lub $W = F \times d$ gdzie W to praca (J), F to siła (N) a d to odległość (m).



Jeśli do pchnięcia krzesła potrzebna jest siła 30 N i pchniesz je na odległość 2 m, wykonasz pracę $30 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 60 \text{ J}$ (lub „wydasz” 60 J energii).

Możemy łatwo obliczyć energię kinetyczną poruszających się obiektów za pomocą tego równania:

$$KE = \frac{1}{2}m \times v^2$$

Gdzie m jest masą obiektu (kg), a v jest jego prędkością (m/s).

Widzimy z tego, że im cięższy jest obiekt lub im szybciej się porusza, tym większą będzie miał energię kinetyczną.

1. Jaka jest energia kinetyczna samochodu z pułapki na myszy o masie 0,45 kg poruszającego się z prędkością 3,2 m/s?
2. Pojazd ma 1,46 J energii kinetycznej. Jeśli jego masa wynosi 327 g, jaka jest jego prędkość?

Część 4

Aby zaprojektować funkcjonalny samochód z pułapki na myszy, musimy zrozumieć, jak i dlaczego rzeczy się poruszają, a także przestają się poruszać.

Zasady dynamiki Newtona

Zasady dynamiki Newtona pomagają nam zrozumieć dlaczego i w jaki sposób rzeczy poruszają się tak, jak się poruszają, gdy działają na nie siły.

Pierwsza zasada dynamiki Newtona

Pierwsza zasada dynamiki Newtona mówi, że jeśli ciało znajduje się w spoczynku lub porusza się ze stałą prędkością w linii prostej, pozostanie w spoczynku lub będzie poruszało się w linii prostej ze stałą prędkością, chyba że zadziała na nie siła.

Jeśli samochód z pułapki na myszy pozostaje w spoczynku, nie będzie się poruszał, o ile nie zadziała na niego siła. Brzmi sensownie. Ale dlaczego w takim razie rzeczy poruszające się ze stałą prędkością w linii prostej w końcu się zatrzymują? W prawdziwym świecie poruszające się obiekty zawsze napotykają tarcie, które jest siłą działającą w kierunku przeciwnym do ruchu.

Tarcie prowadzi nas do drugiej zasady dynamiki Newtona.

Druga zasada dynamiki Newtona

By zmienić stan ciała (wprawić je w ruch, przyspieszyć, spowolnić lub zmienić kierunek jego ruchu), należy wykonać pracę nad ciałem, przykładając do niego siłę.

Druga zasada dynamiki Newtona jest często zapisywana w formie równania:

$$F = ma$$

gdzie F jest siłą (N), m jest masą obiektu (kg) i a jest przyspieszeniem (m/s^2 – miara zmiany ruchu ciała).

Z równania wynika, że im cięższy jest samochód z pułapki na myszy, tym większa siła będzie potrzebna, aby go rozpędzić, ale także tym większa siła będzie potrzebna, aby go spowolnić i zatrzymać. Nie lada wyzwanie! Optymalną masę ustalisz wyłącznie poprzez eksperymentowanie.

Obejrzyj film zatytułowany *STEMonstrations: Druga zasada dynamiki Newtona* (2:39), będący doskonałą wizualną demonstracją drugiej zasady dynamiki Newtona nagranych na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

- *STEMonstrations: Druga zasada dynamiki Newtona* (2:39)
<https://www.youtube.com/watch?v=sPZ2bjW53c8>



ZASADY DYNAMIKI NEWTONA

- **Zasada 1:** Ciała w spoczynku pozostają w spoczynku, a ciała w ruchu pozostają w ruchu, chyba że działa na nie zewnętrzna siła.
- **Zasada 2:** $F = ma$
- **Zasada 3:** Gdy dwa ciała oddziałują na siebie, przykładają do siebie siły równe co do wielkości i przeciwne co do kierunku.



Trzecia zasada dynamiki Newtona

Trzecia zasada dynamiki Newtona jest często nazywana prawem akcji i reakcji. Mówi ona, że gdy dwa ciała oddziałują na siebie, przykładają do siebie siły równe co do wielkości i przeciwne co do kierunku.

Na przykład, gdy łapiesz piłkę, działasz na nią siłą, która zmienia jej ruch (zatrzymuje ją). Ale piłka działa również siłą na twoją rękę. Im większą energię kinetyczną ma piłka, tym większą siłę wywiera na dłoń. To dlatego baseballiści mają rękawice łapacza.

Za każdym razem, gdy jedno ciało wywiera siłę na drugie, drugie ciało wywiera równą i przeciwną siłę na pierwsze. To bardzo ważne w przypadku działania koła samochodowego. Obracając się, koła wywierają siłę na podłoże. Jednocześnie podłoże wywiera równą, ale przeciwną siłę na koła. Koła pchają podłoże „do tyłu”, a podłoże pcha koła (i pojazd) do przodu.

Tarcie

W idealnym świecie Twój samochód z pułapki na myszy (lub jakiegokolwiek inny pojazd) toczyłby się wiecznie po linii prostej, dopóki nie zadziałałaby na niego siła wypadkowa, która zmieniłaby jego ruch. Jednak w naszym wszechświecie istnieje **tarcie**. Tarcie to siła, która działa **przeciwnie** ruchowi wszystkich poruszających się obiektów.

Do pokonania tarcia zawsze konieczna jest energia. Im większe tarcie, tym mniej wydajny system. Tarcie przekształca energię w ciepło i dźwięk. Powoduje to usunięcie energii z ruchu pojazdu i zatrzymanie go. W końcu cała energia kinetyczna zostaje usunięta. Ciepło i dźwięk są zazwyczaj uważane za energię utraconą, bo trudno jest je odzyskać.

Jeśli energia zmagazynowana w pułapce na myszy wykonuje **pracę dodatnią** na pojeździe, poruszając go do przodu, tarcie wykonuje **pracę ujemną**. Wyzwaniem jest więc stworzenie pojazdu o jak najmniejszym tarcu. Im mniejsza siła tarcia, tym dalej i z większą prędkością energia zgromadzona w pułapce na myszy będzie napędzać pojazd.

Oceń każdą część pojazdu i zmniejsz tarcie w każdym punkcie. Im więcej ruchomych części ma maszyna, tym większa będzie siła tarcia i większe straty energii.

Tarcie występuje za każdym razem, gdy dwie powierzchnie ślizgają się, przesuwają, dotykają i/lub poruszają względem siebie. Istnieją dwa podstawowe rodzaje tarcia – tarcie powierzchniowe i tarcie płynów.

Tarcie powierzchniowe

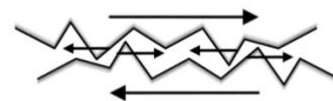
Tarcie powierzchniowe występuje za każdym razem, gdy dwie powierzchnie dotykają się i/lub ocierają o siebie. Przyczyną tarcia powierzchniowego jest wzajemny kontakt mikroskopijnych nierówności występujących na każdej powierzchni. Te mikroskopijne nierówności stanowią drobne przeszkody w ruchu. Nawet powierzchnie, które wydają się idealnie gładkie, mają nieregularności, gdy przyjrzyć się im pod mikroskopem.



SIŁA WYPADKOWA

Jeśli mamy siłę 50 N przyspieszającą pojazd (w kierunku dodatnim) i siłę tarcia 20 N działającą w przeciwnym kierunku (w kierunku ujemnym), otrzymujemy siłę wypadkową (lub ogólną) 30 N przyspieszającą pojazd (w kierunku dodatnim).

Jeśli siła popychająca pojazd do przodu wynosi tylko 10 N, wówczas siła wypadkowa wyniesie -10 N lub 10 N w kierunku ujemnym, tj. 10 N spowalniające pojazd.



Tarcie powierzchniowe
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Friction.png>



Wielkość tarcia powierzchniowego działającego między dwoma obiektami zależy od

1. rodzaju materiału, z którego wykonane są oba obiekty
2. siły dociskania do siebie powierzchni.

Tarcie między drewnianym klockiem a taflą szkła będzie mniejsze niż między tym samym drewnianym klockiem a betonowym chodnikiem. Jeśli na drewnianym klocku zostanie umieszczona masa, zwiększy się ciężar (lub siła) dociskająca klocek do drugiej powierzchni (szkła lub betonu), zwiększając tarcie w obu przypadkach. Ponieważ dowolne dwie powierzchnie są coraz mocniej dociskane do siebie, nierówności na powierzchniach będą wymagały coraz większej siły do kontynuowania ruchu.

Tarcie powierzchniowe można zmniejszyć poprzez wygładzenie tych nierówności i/lub dodanie **smaru**. Im gładsze są obie powierzchnie, tym mniejsze tarcie między nimi. Tarcia powierzchniowego nie da się całkowicie wyeliminować.

Tarcie płynów

Mowa tu o tarcu, którego doświadcza poruszający się obiekt, ponieważ porusza się w płynie, na przykład wodzie lub powietrzu. Czasami nazywamy to zjawisko **oporem**. Opór rośnie, gdy prędkość obiektu wzrasta lub gdy zwiększa się jego powierzchnia. Jest mało prawdopodobne, aby opór był istotnym czynnikiem w przypadku samochodu z pułapki na myszy, ale dla pewności warto zadbać o to, aby pojazd był jak najbardziej opływowy.

Otwórz następującą interaktywną symulację. Kliknij przycisk **Przyspieszenie**. Poświęć trochę czasu na zbadanie siły, tarcia, ruchu, prędkości i przyspieszenia

- *Siła i ruch: Podstawy*
https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_en.html



Teraz odpowiedz na poniższe pytania w przeznaczonych do tego wolnych miejscach.

1. Co sprawi, że samochód z pułapki na myszy w spoczynku przyspieszy i zacznie się poruszać?
2. Dlaczego samochód z pułapki na myszy w końcu ponownie się zatrzyma?



3. Jeśli siła przyłożona przez pułapkę na myszy jest większa niż siła tarcia, jak zmieni się ruch pojazdu

4. Kiedy samochód z pułapki na myszy zacznie zwalniać?

5. Który pojazd przyspieszy szybciej pod wpływem tej samej siły – gdy jest lżejszy, czy cięższy?

6. Co należałoby zrobić, aby zwiększyć przyspieszenie pojazdu bez zmieniania siły przyłożonej przez pułapkę na myszy?

7. Co należałoby zrobić, aby zwiększyć odległość, jaką może pokonać Twój pojazd bez zmieniania początkowej siły przyłożonej przez pułapkę?



Część 5

Wykonaj poniższe kroki, aby zobaczyć, jak możesz zmienić przełożenie siłowe swojej pułapki na myszy.

1. Zmierz długość ramienia sprężyny pułapki w mm.
2. Oblicz długość łuku, po którym porusza się ramię pułapki podczas zamykania. Pamiętaj, że obwód okręgu jest równy $2\pi r$ gdzie r to promień okręgu.

Uwaga: niektóre pułapki na myszy nie działają w pełnym zakresie 180° . Konieczne może być przybliżenie procentu półokręgu, po którym porusza się ramię i pomnożenie odpowiedzi przez tę wartość. Na przykład, jeśli ramię pokonuje 90% półokręgu, pomnóż odpowiedź przez 0,9.

3. Co by się stało, gdybyś podłączył(a) koła pojazdu bezpośrednio do ramienia pułapki na myszy? Jak daleko by zajechał?
4. Korzystając z posiadanych materiałów, stwórz urządzenie, które zmniejszy siłę wyjściową, ale przyłoży ją na większą odległość.
5. Jeśli jeszcze tego nie zrobiłeś/łaś, połącz kołek lub szpikulec z ramieniem pułapki na myszy za pomocą opasek kablowych lub taśmy izolacyjnej. Które ramię, oryginalne czy przedłużone, pokonuje większą odległość?



ZASADY BEZPIECZEŃSTWA W PRACY Z PUŁAPKĄ NA MYSZY

- Nigdy nie zostawiaj zastawionej pułapki.
- Nigdy nie uruchamiaj pułapki trzymając ją w ręku. Zawsze kładź ją na powierzchni.
- Nigdy nie uruchamiaj pułapki palcem. Zawsze używaj w tym celu długopisu, ołówka lub innego przedmiotu.



6. Czy siła jest większa na końcu oryginalnego, czy przedłużonego ramienia?
Dlaczego?

7. Zmierz długość przedłużonego ramienia i oblicz długość łuku, po którym porusza się jego koniec.

8. Nazwijmy pierwotne ramię ramieniem wejściowym, a przedłużone ramieniem wyjściowym. Oblicz przełożenie siłowe tej prostej maszyny.

9. Tworząc tę prostą maszynę dźwigniową o przełożeniu mechanicznym mniejszym niż jeden, *zwiększamy* odległość, na jaką przykładana jest siła wyjściowa, jednocześnie *zmniejszając* wielkość tej siły. W jaki sposób pomoże nam to zaprojektować lepszy samochód z pułapki na myszy?



Część 6

Wykorzystując poniższe wolne miejsce, zapisz własną listę pomysłów na burzę mózgów. Następnie przedstawisz je grupie.



Część 7

Zastanawiając się nad tym, jak zaprojektować samochód z pułapki na myszy, warto zadać sobie kilka ważnych pytań.

1. W jaki sposób można wykorzystać energię zmagazynowaną w sprężynie do obracania kół pojazdu?
2. W jaki sposób energia zmagazynowana w sprężynie może zostać uwolniona w powolny i kontrolowany sposób?
3. Jak zmniejszyć tarcie napotykane przez pojazd?
4. W jaki sposób można uzyskać wystarczającą przyczepność między kołami a podłożem, aby koła nie obracały się do przodu bez ruchu ze strony pojazdu?
5. Jaka będzie optymalna długość dźwigni?
6. Jak masa pojazdu wpłynie na jego osiągi?
7. Jaki będzie najlepszy rozmiar kół?
8. Jak masa kół wpłynie na osiągi pojazdu?
9. Planujesz napęd na przednie, czy tylne koła?
10. Jakiego materiału najlepiej użyć do przymocowania dźwigni do osi?
11. Jaką średnicę osi wybrać?
12. Jak zagwarantować, że pojazd będzie się poruszał w linii prostej?

Poniższe dwa zasoby i uwagi wesprą Cię w poszukiwaniu odpowiedzi na te pytania. Znajdziesz tu wiele pomocnych wskazówek dotyczących projektowania.

- **1. miejsce – pomysły na Samochód z pułapki na myszy – z wykorzystaniem NAUKI** (14:05)
<https://www.youtube.com/watch?v=b7zWwo9dbiU>



- **Samochody z pułapki na myszy: Wskazówki konstrukcyjne** Strona
<https://www.docfizzix.com/topics/construction-tips/Mouse-Trap-Cars/>



Przełożenie siłowe

Jedynym źródłem napędu pojazdu jest pułapka na myszy. Zwykle myślimy o przełożeniu mechanicznym jako metodzie wzmocnienia niewielkiej siły wejściowej w celu wytworzenia większej siły wyjściowej. Ceną, jaką płacimy, jest konieczność przyłożenia siły wejściowej na większą odległość. Maszyny, które wzmacniają **siłę wyjściową**, mają przełożenie siłowe **większe niż jeden**.

$$\text{Przełożenie siłowe} = \frac{\text{siła wyjściowa}}{\text{siła wejściowa}}$$

lub

$$\text{Przełożenie siłowe} = \frac{\text{odległość wejściowa}}{\text{odległość wyjściowa}}$$



W przypadku samochodu z pułapki na myszy należy myśleć o przełożeniu mechanicznym w odwrotny sposób. Próbuje **zwiększyć** odległość, na którą przykładana jest siła, a ceną, jaką za to płacimy, jest zmniejszenie siły. Maszyny, które zwiększają **dystans**, mają przełożenie siłowe **mniejsze niż jeden**.

Wydłużenie ramienia pułapki na myszy zwiększy odległość, na jaką porusza się koniec ramienia, ale odbędzie się to kosztem zmniejszenia siły na końcu wydłużonego ramienia.

Jeśli długość ramienia pułapki na myszy wynosi na przykład 2 cm, a wydłużymy je do 30 cm, wówczas przełożenie siłowe będzie wynosić

$$MA = \frac{5 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = \frac{1}{6}$$

Ten sam rodzaj obliczeń można wykonać między kołami i osiami. Jeśli średnica osi jest mniejsza niż średnica kół, wówczas przełożenie siłowe będzie mniejsze niż jeden – odległość, przez którą obraca się oś, zostanie zwiększona przez większe koła, ale odbędzie się to kosztem siły wywieranej przez koła na podłożu.

Jeśli na przykład średnica osi wynosi 1 cm, a koła mają średnicę 12 cm, wówczas przełożenie siłowe będzie wynosić

$$MA = \frac{1 \text{ cm}}{12 \text{ cm}} = \frac{1}{12}$$

Całkowite przełożenie siłowe całego systemu wyniesie

$$MA = \frac{1}{6} \times \frac{1}{12} = \frac{1}{72}$$

Im większy mianownik ułamka przełożenia siłowego, tym bardziej zwiększy się odległość ramienia wyjściowego, ale tym mniejsza siła będzie dostępna do obracania kół. Innymi słowy, im większy mianownik ułamka przełożenia siłowego, tym więcej czasu zajmie przeniesienie energii z pułapki na myszy na koła, ale tym mniejsza będzie siła działająca na koła.

Masa pojazdu

Im cięższy obiekt, tym większa siła jest wymagana do jego przyspieszenia. Jest to po prostu inny sposób wyrażenia drugiej zasady dynamiki Newtona. $F = ma$
Mówimy, że cięższe obiekty mają większą **bezwładność**. Trudniej je rozpędzić.

Dlatego też, jeśli pojazd jest zbyt ciężki i masz bardzo małe przełożenie siłowe (ułamek o bardzo dużym mianowniku), dostępna siła może nie wystarczyć, by wprowadzić pojazd w ruch. Pamiętaj, że ruszanie jest popychanie pojazdu na rozpęd!



Jednak cięższe obiekty, gdy już się poruszają, mają większy pęd. Oznacza to, że trudniej je zatrzymać. A więc im cięższy jest pojazd, tym dalej może zajechać, gdy pułapka na myszy zostanie całkowicie zwolniona i nie będzie już wywierać żadnej siły.

Masa koła

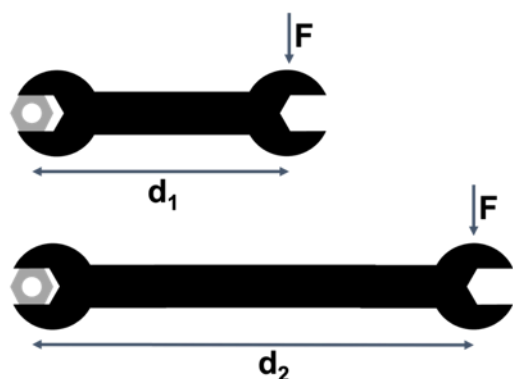
Podobnie jak ogólna masa pojazdu wpływa na jego osiągi, istotna jest też masa kół. Cięższe koła mają większą bezwładność. Trudniej jest je rozpędzić. Ale cięższe koła mają również większy pęd, gdy już się obracają. Duże koła są dobrym pomysłem, jeśli chcesz zmniejszyć przełożenie siłowe (zwiększyć mianownik w ułamku), ale większe koła również więcej ważą. Jak to zrównoważyć?

Moment obrotowy

Moment obrotowy jest rotacyjnym (lub obrotowym) odpowiednikiem siły liniowej. Jest to miara siły wymaganej do skrócenia lub obrócenia obiektu. Za każdym razem, gdy przekręcasz klamkę drzwi lub dokręcasz śrubę, przykładasz moment obrotowy.

Energia w sprężynie pułapki na myszy pchnie pojazd do przodu, przykładając moment obrotowy do kół, aby je obrócić.

Moment obrotowy wykorzystuje przełożenie siłowe. Wielkość przyłożonego momentu obrotowego zależy od przyłożonej siły i odległości, w jakiej siła ta jest przyłożona od punktu obrotu. Dużo łatwiej jest odkręcić śrubę długim kluczem (lub kluczem płaskim) niż kluczem krótkim. Dzieje się tak dlatego, że w przypadku długiego klucza można przyłożyć siłę dalej od punktu obrotu, a tym samym uzyskać większy moment obrotowy w przypadku tej samej siły.



Innymi słowy, większy moment obrotowy zostanie przyłożony do śruby za pomocą dłuższego klucza, ponieważ odległość, w której przykładana jest siła (d_2) jest większa niż w przypadku drugiego klucza (d_1), nawet jeśli wielkość siły jest taka sama.

Moment obrotowy jest obliczany przez pomnożenie siły (F) w N przez odległość (d) w m, a zatem jest mierzony w N m (niutonometrach).

Jeśli chcesz dowiedzieć się więcej, obejrzyj film [wyjaśniający zjawisko momentu obrotowego](#) (6:17).



MOMENT OBROTOWY

Moment obrotowy to nazwa nadana sile obrotu. Kiedy naciskasz klamkę, przykładasz moment obrotowy. Sprężyna w pojeździe wywiera moment obrotowy na koła.



- *wyjaśnienie momentu obrotowego (6:17)*
<https://www.youtube.com/watch?v=ekpSQHxXFBM>



Przyczepność

Trzecia zasada dynamiki Newtona mówi, że gdy dwa ciała oddziałują na siebie, przykładają do siebie siły równe co do wielkości i przeciwne co do kierunku. Innymi słowy, możemy naciskać na ciało tylko tak mocno, jak mocno to ciało może odepchnąć nas.

Kiedy chodzisz, odpychasz się od podłogi, a podłoga odpycha się od ciebie. Jeśli podłoga nie odpycha, nie poruszasz się. Dzieje się tak, gdy próbujesz chodzić w skarpetkach po podłodze wyłożonej śliskimi kafelkami.

Samochód jest napędzany do przodu, ponieważ koła napędowe naciskają na drogę, a droga naciska na koła samochodu, powodując ruch kół i samochodu. Przyspieszenie pojazdu jest ograniczone przez interakcję kół pojazdu z drogą. Każdy pojazd, który wytwarza duży **moment obrotowy** (siłę obracającą koła), potrzebuje również dobrej **przyczepności** do drogi, w przeciwnym razie koła będą się obracać w miejscu.



Drag racer autorstwa PXfuel.com jest licencjonowany jako darmowy do użytku komercyjnego

Dlatego też, jeśli podłoże nie może odpychać z taką samą siłą, z jaką odpychają koła pojazdu, koła będą po prostu obracać się w miejscu, a samochód nie wykorzysta w pełni swojego potencjału.

Przyczepność w tym kontekście, jest dobrą formą tarcia. Im większe tarcie między kołami a podłożem, tym mniejsze ryzyko ślizgania się kół.

Problem przyczepności można rozwiązać na dwa główne sposoby. Po pierwsze, można zaprojektować koła o lepszej przyczepności. Po drugie, można zaprojektować pojazd tak, aby energia ze sprężyny była uwalniana wolniej.



PRZYZCZEPNOŚĆ

Przyczepność to użyteczna forma tarcia, która zapobiega ślizganiu się kół pojazdu po podłożu. Obroty kół są skuteczniej przekształcane w ruch pojazdu do przodu.



Innymi słowy, przykładasz mniejszą siłę, ale przez dłuższy czas. Zmniejszasz przełożenie siłowe (zwiększasz mianownik ułamka).

Przyczepność koła można zmienić, zmieniając materiał, z którego jest ono wykonane. Samochody mają gumowe opony. Nie jeżdżą na stalowych felgach, ponieważ tarcie między gumą a nawierzchnią jest większe niż między stalą a nawierzchnią.

Przyczepność można również zwiększyć, dociskając koła do podłoża z większą siłą. Im większa siła, tym większe tarcie. Dlatego ważne jest nie tylko to, jak ciężki jest pojazd, ale jak jest rozłożona ta masa. Jeśli możesz przenieść większość masy na koła napędowe, poprawisz przyczepność. Innymi słowy, należy umieścić **środek masy** pojazdu jak najbliżej kół napędowych.

Środek masy

Środek masy to miejsce w przestrzeni, w którym masa obiektu jest skoncentrowana i może być traktowana jako masa punktowa. W przypadku symetrycznych obiektów o jednolitej gęstości, takich jak cegła, środek masy to środek geometryczny.

W przypadku obiektów o nieregularnym kształcie i niejednorodnych, takich jak szpadel lub młotek, środek masy będzie znajdował się bliżej jednej strony obiektu, tj. będzie różny od jego środka geometrycznego. Niektóre obiekty mogą nawet mieć środek masy „poza” samym sobą.



Ptaczabawka ukazuje środek ciężkości, fotografia APN MJM dostępna na licencji CC BY-SA 3.0.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bird_toy_showing_center_of_gravity.jpg

Środek masy i koła

Koła zmuszone do obracania się wokół punktu, który nie jest ich środkiem masy, będą się chybotać i zużywać więcej energii, niż gdyby pozwolono im obracać się wokół ich środka masy. Im dalej środek obrotu znajduje się od środka masy, tym większe chybotanie i tym większa utrata energii.

Przesunięcie środka masy ma większy wpływ na większe koła niż na mniejsze. Z tego powodu im większe koła, tym ważniejsze jest ich wyważenie i obracanie wokół środka masy.



ŚRODEK MASY

Środek masy (czasami nazywany również środkiem ciężkości) obiektu można oszacować, znajdując miejsce, w którym balansuje on na końcu długopisu lub ołówka. Działa to bardzo dobrze w przypadku obiektów 2D lub płaskich, ale gorzej w przypadku obiektów 3D.

Aby wyważyć koło, należy przytrzymać je za oś i pozwolić mu swobodnie się obracać. Cięższa strona koła opadnie w dół. Po zaznaczeniu cięższej strony można dodać masę do przeciwnej strony, aż koło nie będzie się obracać, gdy jest swobodnie zawieszone na osi.

Układ kierowniczy

Pojazd jadący przed siebie w linii prostej dojedzie dalej od linii startu. Jednak sprawienie, by pojazd jechał w linii prostej może być trudniejsze niż się wydaje. Należy nie tylko upewnić się, że przednie koła biegną równolegle do nadwozia pojazdu, ale także, że biegną równolegle do siebie.

Czy pojazdy z napędem na przednie koła się rzeczywiście jeżdżą w prostszej linii niż pojazdy z napędem na tylne koła? Trzeba to zbadać.

Ogólne względy konstrukcyjne

Oto kilka ogólnych wskazówek projektowych pozwalających zmaksymalizować osiągi pojazdu. Niektóre z tych wskazówek wydają się sprzeczne. Twoim zadaniem jest znaleźć odpowiednią równowagę.

- Dłuższa dźwignia przymocowana do pułapki na myszy zmniejszy przełożenie siłowe (sprawi, że mianownik ułamka będzie większy).
- Im niższe przełożenie siłowe, tym mniejsza siła zostanie przyłożona do kół pojazdu, ale przez dłuższy czas. Dlatego pojazd będzie przyspieszał wolniej. Mniejsze przełożenie siłowe zazwyczaj zwiększa odległość, jaką pojazd zdoła pokonać.
- Im większe przełożenie siłowe, tym większa siła zostanie przyłożona do kół pojazdu, ale przez krótszy czas. Dlatego pojazd będzie przyspieszał szybciej. Większe przełożenie siłowe zazwyczaj zwiększa przyspieszenie, jakie pojazd zdoła osiągnąć.
- Dłuższa dźwignia wymaga większego pojazdu, który wówczas ma większą masę.
- Siły tarcia (wewnętrzne i zewnętrzne) powinny być jak najmniejsze.
- Lżejsze pojazdy są łatwiejsze do rozpędzenia. Masę można usunąć poprzez usunięcie niepotrzebnego materiału.
- Cięższe pojazdy, choć trudniej je rozpędzić, mają większy pęd, a więc toczą się same z siebie przez dłuższy czas.
- Szttywne i cienkie koła łatwiej toczą się po podłożu.
- Miękkie i szersze koła mają większą przyczepność.
- Środek masy bliżej kół napędowych pomaga poprawić przyczepność.
- Opór powietrza może i nie odgrywa dużej roli, ale zawsze ma znaczenie.
- Większe koła napędowe zmniejszają przełożenie siłowe (zwiększają mianownik).
- Większe koła mają większą masę.
- Większe koła bardziej się chyboczą i tracą więcej energii, jeśli nie obracają się wokół środka masy.
- Cieńsza oś zmniejsza przełożenie siłowe (zwiększają mianownik).
- Cieńsze osie mają mniejszą masę, ale są mniej sztywne i mogą się odginać.
- Im prostsza trasa pojazdu, tym dalej odjedzie od linii startu.



Część 8

Użyj poniższego wolnego miejsca, aby zapisać swoje pomysły projektowe. Nie muszą one być w pełni dopracowane. Użyj słów i szkiców, aby je opisać. Inżynierowie często tworzą szkice, **zwłaszcza z komentarzami**, do przekazywania swoich pomysłów. Szkic z komentarzami to obraz (lub seria obrazów) ze szczegółowymi etykietami, który pokazuje, jak wygląda projekt, opisują z czego będzie wykonany i wyjaśniają jak będzie działać.

Oto kilka pytań, które pomogą rozbudzić wyobraźnię.

1. Jakiego podstawowego mechanizmu użyjesz, aby pułapka na myszy obracała kołami?
2. Jak zostanie skonstruowana rama pojazdu i z jakich materiałów?
3. Jakich materiałów użyjesz do budowy osi?
4. Z czego zbudujesz koła? Jak duże powinny być?
5. Gdzie umieścisz swoją pułapkę na myszy – z przodu, z tyłu, czy pośrodku?
6. W jaki sposób połączysz osie z ramą?



WSKAZÓWKA DLA ZESPOŁU

Od tego momentu wyzwania zespół może już zacząć przypisywać i wypełniać określone role. Mogą to być na przykład badacz, osoba prowadząca notatki, projektant, tester lub osoba odpowiedzialna za multimedia

Pamiętajcie jednak, że posiadanie w zespole na przykład badacza nie oznacza, że nikt inny w zespole nie może prowadzić badań. Po prostu to badacz jest odpowiedzialny za dopilnowanie prawidłowego prowadzenia i organizowania badań.

Twój zespół może zdefiniować te role i ich obowiązki według własnego uznania lub w porozumieniu z moderatorem.









Część 9

Możecie użyć Macierzy decyzyjnej, aby ocenić różne pomysły projektowe zespołu i wybrać ten, który uważacie za najsilniejszy.

Kryteria								Razem
Pomysł	Przystępność	Prostota	Czas opracowania	Możliwość zbudowania	Bezpieczeństwo	Łatwość użytkowania	Trwałość	



Część 10

Skorzystaj z poniższego wolnego miejsca i napisz brief projektowy.

Określenie projektu

Krótki opis wybranego rozwiązania projektowego

Szkice projektowe z komentarzami

Zestaw prostych szkiców, które opisują używane materiały, ważne cechy projektu, sposób jego realizacji i krótkie wyjaśnienie, jak będzie działać.



OKREŚLENIE PROJEKTU

Określenie projektu opisuje czym powinno skutkować rozwiązanie, jego konkretne kryteria sukcesu i ograniczenia oraz co projektant planuje z nim zrobić (stworzyć plan lub projekt, zbudować, przetestować itp.).

Przykładowe określenie projektu:

Zaprojektujemy, stworzymy prototyp i przetestujemy torbę na zakupy zdolną unieść 5 kg zakupów, mającą wygodne uchwyty, wykonaną z papieru pochodzącego z recyklingu, nie większą niż obecnie używane torby, gdzie koszt produkcji nie przekracza 20 groszy.



SZKIC Z KOMENTARZAMI

Szkic z komentarzami to połączenie prostych, oznaczonych rysunków i notatek objaśniających, które opisują i wyjaśniają pomysł na projekt. Nie są dopięte na ostatni guzik, ale mają pomóc projektantom demonstrować złożone pomysły. Można je poprawiać i zmieniać w trakcie procesu projektowania. Przykłady znajdują się na końcu arkusza.





Lista sprzętu i materiałów

[illegible]

Część 11

W fazie budowania pierwszych iteracji samochodu z pułapki na myszy konieczne będzie przeprowadzenie testów. Oto kilka rzeczy, które warto przetestować.

1. Jaki wpływ ma zmiana długości ramienia dźwigni na pokonywaną odległość i/lub przyspieszanie?
2. Jaki wpływ ma zmiana średnicy osi i/lub kół na przebytą odległość i/lub przyspieszanie?
3. Jaki wpływ ma użycie kół o różnej masie na pokonywaną odległość i/lub przyspieszanie?
4. Jaki wpływ na osiągi pojazdu ma użycie kół z różnych materiałów lub dodanie innych materiałów po zewnętrznej stronie kół?
5. Jaki wpływ na osiągi pojazdu ma użycie różnych rodzajów sznurka lub nici i jak sposób ich przymocowania do ramienia dźwigni i osi wpływa na osiągi?
6. Jaki wpływ na osiągi pojazdu ma zwiększenie lub zmniejszenie masy lub zmiana jej rozkładu?
7. Jaki wpływ na osiągi pojazdu ma zmiana położenia pułapki na myszy?
8. Jaki wpływ na osiągi pojazdu ma zastosowanie łożysk lub innych metod zmniejszających tarcie, zwłaszcza między osiami a ramą?
9. Jaki wpływ na osiągi pojazdu mają lepiej wyważone koła i/lub osie oraz koła, które nie poruszają się równomiernie?
10. Jakich mechanizmów można użyć, aby zagwarantować, że pojazd będzie się poruszać w linii prostej?
11. Czy pojazdy z napędem na przednie lub tylne koła mają lepsze osiągi?

Przejdzie od razu do fazy testowania może być kuszące. Często jednak uzyskuje się lepsze, dokładniejsze i bardziej przydatne wyniki jeśli wcześniej dokładniej zaplanujemy co i jak będzie testowane. W przypadku każdego testu, który pragniesz przeprowadzić, odpowiedz na poniższe pytania.

1. Jakie aspekty prototypu będziesz testować?
2. W jaki sposób będziesz testować? Jaką procedurę testową zastosujesz?
3. Jakie są kryteria sukcesu? Skąd będziesz wiedzieć, czy Twój projekt działa, czy nie, lub które jego części wymagają dopracowania i/lub przeprojektowania?
4. Jakie dane będziesz zbierać? W jaki sposób będziesz je zbierać?
5. Jak przeanalizujesz te dane, aby wyciągnąć precyzyjne wnioski?

Na przykład, jeśli testujesz wpływ średnicy osi, musisz zdecydować, jakie średnice będziesz testować i zmienić tylko tę cechę projektu. Następnie wykonaj kilka testów przy każdej średnicy, aby uzyskać średnią, a następnie wykreśl średnicę osi w stosunku do odległości przebytej przez pojazd, aby pomóc w analizie wpływu tej zmiany. Czy istnieje idealna średnica, która zapewnia najlepszą wydajność?

Podobny proces można zastosować do testowania innych aspektów pojazdu, takich jak rozmiar i masa koła, długość ramienia dźwigni, położenie pułapki na myszy w pojeździe itp.

Skorzystaj z poniższej tabeli, aby zaplanować niektóre testy.



Co testujemy?	Jak testujemy i jakie są kryteria sukcesu?	Jakie dane zbieramy i w jaki sposób?



Skorzystaj z poniższego wolnego miejsca lub własnego notatnika, aby opisać wyniki każdego testu i zarejestrować wszelkie zgromadzone dane.







Część 12

Teraz, po zakończeniu testów, użyj poniższego wolnego miejsca, aby opisać wyniki testów. Zastanów się zwłaszcza nad następującymi pytaniami.

1. Co zadziało, a co zawiodło?
2. Jakie napotkałeś/łaś problemy?
3. Jakie zmiany lub modyfikacje wprowadzisz?

Pamiętaj, że jeśli musisz zdecydować między kilkoma nowymi lub zmodyfikowanymi opcjami projektu, możesz użyć narzędzia Macierzy decyzyjnej.

Pamiętaj również, że w oparciu o wszelkie ulepszenia lub zmiany, które chcesz wprowadzić, musisz zaktualizować listę materiałów i rozpocząć ich zbieranie.



Co zadziało, a co zawiodło?



Jakie napotkałeś/łaś problemy?



Jakie zmiany lub modyfikacje wprowadzisz?





Część 13

Podczas dalszego testowania i optymalizacji pojazdu, wykorzystaj te kilka dodatkowych wskazówek dotyczących projektowania i rozwiązywania problemów.

Wskazówki dotyczące budowania pojazdów dystansowych:

1. Im więcej sznurka można ściągnąć z osi, tym więcej razy można obrócić koła i tym dalej pojazd przejedzie pod wpływem siły przyciągania pułapki na myszy. Więcej sznurka oznacza dłuższe ramię dźwigni. Ale dłuższe ramię dźwigni oznacza dłuższy pojazd, co zwykle oznacza że jest on również cięższy.
2. Im większe koła napędowe, tym większy dystans pokona pojazd podczas każdego obrotu. Należy jednak pamiętać, że większe koła zazwyczaj oznaczają cięższe koła, a cięższe koła potrzebują więcej energii, aby się obracać. Mają one większą bezwładność obrotową.
3. Im mniejsza oś napędowa, tym więcej obrotów osi (a tym samym obrotów kół) można uzyskać na danej długości sznurka.
4. Pojazdy, które przyspieszają powoli, mogą pokonać większe odległości. Zmniejszenie siły na kołach poprzez mniejsze przełożenie siłowe zmniejszy przyspieszenie.
5. Lżejsze pojazdy potrzebują mniej energii, aby ruszyć i utrzymać się w ruchu.
6. Tarcie nie jest mile widziane! Gdzie w Twoim pojeździe występuje tarcie? Jak je zredukować do absolutnego minimum?
7. Chyboczące się koła marnują energię.
8. Tak samo pojazdy, które nie poruszają się w linii prostej.

Wskazówki dotyczące budowania szybkich pojazdów:

1. Należy uzyskać maksymalne przyspieszenie. Dlatego też nie należy dążyć do zbyt małego przełożenia siłowego. Krótsze ramiona dźwigni i mniejsze koła zwiększą przełożenie siłowe, dzięki czemu koła będą dysponować większą siłą.
2. Koła kręcące się w miejscu może i wydają się fajnie, ale marnują energię, którą inaczej można by wykorzystać na dotarcie do mety jako pierwszy. Wypróbuj koła o lepszej przyczepności.
3. Lżejsze pojazdy przy użyciu tej samej siły będą przyspieszać szybciej.
4. Tarcie nie jest mile widziane! Gdzie w Twoim pojeździe występuje tarcie? Jak je zredukować do absolutnego minimum?
5. Chyboczące się koła marnują energię.
6. Pojazdy, które nie jadą prosto przed siebie, mogą nie wcelować w linię mety.

Kilka typowych problemów, na które należy zwrócić uwagę:

1. Oś przesuwająca się w przód i w tył, powodująca tarcie kół o ramę pojazdu, jest głównym źródłem tarcia. Pomogą tu podkładki lub innego rodzaju elementy dystansowe.
2. Oś ślizgająca się wewnątrz koła to oczywiście nic dobrego. Zazwyczaj wystarczy załatwić sprawę odpowiednim klejem.
3. Czasami oś, której chcesz użyć, nie ma odpowiedniego rozmiaru i nie pasuje do kół. Taśma malarska może posłużyć jako skuteczna przekładka.
4. Ślizganie się sznurka po osi oznacza, że siła nie jest przenoszona na koła. Pomocne może być użycie haka. Dopilnuj, by sznurek nie był przymocowany do osi, chyba że chcesz zatrzymać pojazd.



5. Jeśli pojazd w ogóle nie chce się poruszać, prawdopodobnie występuje poważny problem z tarciem. Sprawdź najpierw miejsce, gdzie osie stykają się z ramą.
6. Pojazdy nie poruszające się w linii prostej to poważny problem. Upewnij się, że koła są skierowane w tym samym kierunku ORAZ że są równoległe do ramy.
7. Jeśli pojazd nagle się zatrzymuje, sprawdź, czy sznurek nie jest przymocowany do osi.



Część 14

Istnieją 2 główne siły działające na samochód z pułapki na myszy – siła sprężyny napędzającej pojazd do przodu oraz siła tarcia (zwłaszcza tarcia powierzchniowego) działająca w przeciwnym kierunku i spowalniająca pojazd.

W końcowej prezentacji należy przedstawić obliczenia dla poniższych parametrów:

1. Całkowite przełożenie siłowe pojazdu.
2. Przybliżona sprężysta energia potencjalna pułapki na myszy
3. Przyspieszenie pojazdu.
4. Maksymalna prędkość osiągnięta przez pojazd.
5. Porównanie teoretycznej odległości pokonywanej przez pojazd z rzeczywiście pokonaną odległością.
6. Siła tarcia działająca w kierunku przeciwnym do ruchu pojazdu.
7. Wydajność samochodu z pułapki na myszy w przekształcaniu energii potencjalnej w energię kinetyczną.

Poniżej znajduje się tabela różnych wielkości fizycznych, które należy zmierzyć, aby wykonać wszystkie niezbędne obliczenia. Zaleca się, aby uruchomić pojazd około 5 razy i uzupełnić tabelę średnimi wartościami.

Całkowita przebyta odległość (m)		Całkowity czas (s)	
Odległość pokonana przy napędzie (m)	Czas ruchu przy napędzie (s)	Masa pojazdu (kg)	Całkowity kąt ustawienia pułapki na myszy (°)
Długość ramienia pułapki na myszy (m)	Długość wysuniętego ramienia (m)	Średnica osi napędowej (m)	Średnica kół napędowych (m)

Poniżej znajdują się instrukcje krok po kroku dotyczące wykonywania niezbędnych obliczeń. Zapewniono wolne miejsca na obliczenia.



Oblicz całkowite przełożenie siłowe pojazdu

1. Oblicz przełożenie siłowe wynikające z wydłużonego ramienia pułapki na myszy.

$$MA_{\text{pułapka}} = \frac{\text{odległość wejściowa}}{\text{odległość wyjściowa}} = \frac{\text{długość ramienia pułapki}}{\text{długość przedłużonego ramienia pułapki}}$$

2. Oblicz przełożenie siłowe wynikające z różnicy między średnicą osi i kół.

$$MA_{\text{kół}} = \frac{\text{odległość wejściowa}}{\text{odległość wyjściowa}} = \frac{\text{średnica osi}}{\text{średnica koła}}$$

3. Oblicz całkowite przełożenie siłowe.

$$MA_{\text{suma}} = MA_{\text{pułapka}} \times MA_{\text{koła}}$$

Oblicz przybliżoną sprężystą energię potencjalną pułapki na myszy

Aby obliczyć całkowitą sprężystą energię potencjalną (w dżulach (J)), która jest przechowywana w nastawionej pułapce na myszy, używamy następującego równania.

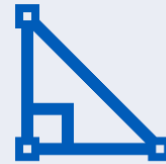
$$PE_{\text{sprężyna}} = \frac{1}{2} \times k \times \theta^2$$

gdzie k nazywamy stałą sprężyny (liczba unikalna dla każdego typu sprężyny i określona przez rozmiar i materiał, z którego wykonana jest sprężyna), a θ jest kątem, o który sprężyna jest skręcona (w radianach).



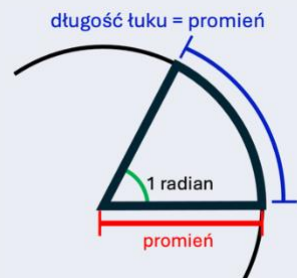
PRZEŁOŻENIE SIŁOWE

Możesz również obliczyć przełożenie siłowe uzyskane dzięki przedłużonemu ramieniu dźwigni pułapki na myszy, porównując długość łuku pokonanego przez koniec oryginalnego ramienia i długość łuku pokonanego przez koniec przedłużonego ramienia. Pamiętaj, że obwód półokręgu jest dany przez πr .



RADIANY

Radian to po prostu inny sposób mierzenia kątów. Na jeden pełny obrót (360°) przypadają 2π radiany. Jeden radian jest równoważny kątowi, który tworzy łuk o długości na obwodzie równej promieniowi okręgu.



$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ radiany}$$

Radiany są często wyrażane w związku z π .

W przypadku pułapki na myszy możemy założyć, że $k = 1,3 \text{ N/m}$.

4. Użyj kątomierza, aby zmierzyć kąt, o jaki obraca się ramię podczas nastawiania pułapki na myszy.
5. Przelicz to na radiany, zwracając uwagę, że $1^\circ = \frac{\pi}{180}$ radianów.
6. Oblicz całkowitą sprężystą energię potencjalną pułapki na myszy.

Oblicz przyspieszenie samochodu z pułapki na myszy

Z drugiej zasady dynamiki Newtona wiemy, że siła, masa i przyspieszenie są powiązane równaniem

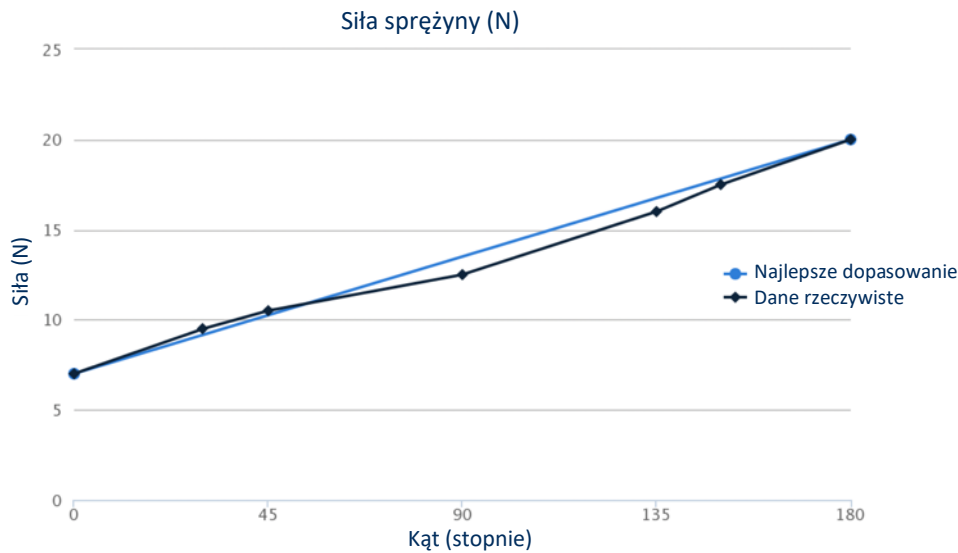
$$F = ma$$

gdzie F jest przyłożoną siłą (N), m jest masą obiektu (kg) i a jest przyspieszeniem obiektu (m/s^2).

Aby obliczyć przyspieszenie naszego pojazdu, musimy znać siłę przyłożoną do kół. Wiemy, że siła wywierana na koła jest mniejsza niż siła wywierana przez ramię pułapki na myszy, ponieważ przełożenie siłowe jest mniejsze niż jeden.

Jednak siła wywierana przez pułapkę na myszy zmienia się w czasie. Jest ona największa zaraz po zwolnieniu i stopniowo maleje. Jeśli masz pod ręką wagę sprężynową, możesz jej użyć do zmierzenia siły wymaganej do pociągnięcia ramienia pułapki na myszy pod różnymi kątami (zawsze ciągnij w tym samym kierunku, co obrót ramienia). Jeśli to zrobisz, zauważysz, że po ustaleniu wymaganej siły względem kąta, wykres jest mniej więcej linią prostą (patrz wykres poniżej).





Ponieważ zależność jest liniowa, możemy oszacować średnią siłę wywieraną przez ramię pułapki na myszy jako siłę pod kątem 90°.

Jeśli nie posiadasz wagi sprężynowej, możesz założyć, że siła pułapki na myszy pod kątem 90° (innymi słowy, średnia siła wywierana przez pułapkę na myszy) wynosi 13,8 N.

Znamy już całkowite przełożenie siłowe układu. Możemy zatem obliczyć średnią siłę działającą na koła.

7. Oblicz średnią siłę działającą na koła w jednostce N.

$$MA = \frac{F_{wyjście}}{F_{wejście}} = \frac{F_{koła}}{F_{pułapka}}$$

$$\therefore F_{koła} = MA \times F_{pułapka}$$

Teraz, gdy znamy średnią siłę przyłożoną do kół i znamy masę pojazdu, możemy obliczyć średnie przyspieszenie pod wpływem napędu (gdy pułapka na myszy ciągnie).

8. Oblicz średnie przyspieszenie pojazdu w m/s².

$$F = ma$$

$$\therefore a = \frac{F}{m}$$



UWAGA DLA UCZNIÓW

Prawdopodobne jest, że maksymalna prędkość zostanie osiągnięta przed końcem okresu, w którym pojazd jest napędzany. Dzieje się tak, ponieważ siła przykładana przez pułapkę na myszy zmniejsza się z czasem. Oznacza to, że prawdopodobnie pojawi się punkt, w którym siła napędzająca pojazd do przodu zostanie zrównana z siłą tarcia, co oznacza, że nie zostanie przyłożona żadna siła wypadkowa, a więc nie będzie przyspieszenia. Jeśli siła przyłożona przez pułapkę na myszy stanie się mniejsza niż siła tarcia, siła wypadkowa będzie działać w przeciwnym kierunku i samochód zacznie zwalniać.

Oblicz maksymalną prędkość osiągniętą przez samochód z pułapki na myszy.

Znając średnie przyspieszenie naszego pojazdu, możemy obliczyć jego maksymalną prędkość. Możemy założyć, że maksymalna prędkość zostanie osiągnięta pod koniec okresu, w którym pojazd jest napędzany. Zachodzi to tuż przed tym, jak nie ma już napędowej siły wypadkowej, a zatem nie ma dalszego przyspieszenia.

Do obliczenia tej prędkości możemy użyć następującego równania.

$$v = u + at$$

gdzie v jest prędkością końcową (m/s), u jest prędkością początkową (o której wiemy, że wynosi 0 m/s), a jest przyspieszeniem pojazdu (m/s²) i t jest czasem, w którym pojazd przyspieszał (s).

9. Oblicz maksymalną prędkość osiągniętą przez pojazd w m/s.

$$v = u + at$$

Porównaj teoretyczną odległość pokonywaną przez pojazd z rzeczywiście pokonaną odległością.

Odległość, jaką pojazd pokonuje w określonym czasie ze znanym przyspieszeniem, można obliczyć za pomocą poniższego równania.

$$s = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

Gdzie s to przebyta odległość (m), v_i to prędkość początkowa (m/s), t to czas przyspieszania (s), a to przyspieszenie (m/s²). W naszym przypadku pojazd wystartował ze stanu spoczynku, więc $v_i = 0$.

10. Oblicz teoretyczną odległość w metrach jaką powinien pokonać napędzany pojazd.

$$d_{\text{teoretyczna}} = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

11. Porównaj tę wartość z odległością, którą pojazd faktycznie pokonał gdy był napędzany. Czy jest ona większa, mniejsza, czy taka sama? Dlaczego tak jest?



Oblicz siłę tarcia działającą w kierunku przeciwnym do ruchu pojazdu.

Istnieje kilka różnych metod, których możemy użyć do obliczenia siły tarcia spowolniającej i zatrzymującej nasz pojazd. Każda z nich wymaga innych założeń, a zatem ma inne wady i zalety.

Jedną z metod jest uznanie, że gdy pojazd zaczyna wyhamowywać (tj. pułapka na myszy przestała zapewnić siłę napędową), jedyną siłą działającą na pojazd jest siła tarcia. Dlatego od tego momentu tylko tarcie wykonuje pracę nad pojazdem, przykładając siłę w kierunku przeciwnym do jego ruchu na pewną odległość.

Możemy już obliczyć, jaka jest ta droga hamowania (odległość całkowita – odległość pod działaniem siły). Znamy również całkowitą wykonaną pracę. Nasz pojazd wystartował z pewną energią kinetyczną, a kończy bez niej. Dlatego też wykonana praca jest równa zmianie energii kinetycznej naszego pojazdu.

Znamy teraz również maksymalną prędkość naszego pojazdu, więc możemy obliczyć jego maksymalną energię kinetyczną za pomocą tego równania

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

gdzie m jest masą pojazdu (kg), a v jest jego prędkością (m/s).

12. Oblicz maksymalną energię kinetyczną pojazdu.

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

Wiemy, że $W = F \times d$ oraz że praca wykonana przez tarcie jest równoważna zmianie energii kinetycznej naszego pojazdu do zera. Znamy również odległość, na jaką działa ta siła.

13. Oblicz siłę tarcia działającą na pojazd.

$$\begin{aligned} W_{\text{tarcie}} &= F_{\text{tarcie}} \times d \\ \therefore F_{\text{tarcie}} &= \frac{W_{\text{tarcie}}}{d} \end{aligned}$$

Oblicz przybliżoną wydajność pojazdu w przekształcaniu energii potencjalnej w energię kinetyczną

Obliczyliśmy całkowitą sprężystą energię potencjalną pułapki na myszy oraz maksymalną energię kinetyczną pojazdu (przy napędzie). Możemy zatem obliczyć wyrażoną w procentach sprawność naszego pojazdu.

14. Oblicz sprawność (%) pojazdu w przekształcaniu energii potencjalnej w energię kinetyczną.

$$\text{Wydajność} = \frac{KE}{PE} \times 100$$



Modelowe odpowiedzi dla Części 14

Pamiętaj, że poniższe rozwiązania są oparte na danych zawartych w poniższej tabeli. Dane dotyczące wydajności pojazdu będą inne, a zatem ostateczne odpowiedzi będą się różnić.

Całkowita przebyta odległość (m)		Całkowity czas (s)	
11,1 m		14,3 s	
Odległość pokonana przy napędzie (m)	Czas ruchu przy napędzie (s)	Masa pojazdu (kg)	Całkowity kąt ustawienia pułapki na myszy (°)
7,1 m	7,3 s	121 g = 0,121 kg	178°
Długość ramienia pułapki na myszy (m)	Długość wysuniętego ramienia (m)	Średnica osi napędowej (m)	Średnica kół napędowych (m)
4,5 cm = 0,045 m	27 cm = 0,27 m	4 mm = 0,004 m	13 cm = 0,13 m

Oblicz całkowite przełożenie siłowe pojazdu

1. Oblicz przełożenie siłowe wynikające z wydłużonego ramienia pułapki na myszy.

$$MA_{\text{pułapka}} = \frac{\text{odległość wejściowa}}{\text{odległość wyjściowa}} = \frac{\text{długość ramienia pułapki}}{\text{długość wydłużonego ramienia pułapki}}$$

$$\therefore MA_{\text{pułapka}} = \frac{0,045 \text{ m}}{0,27 \text{ m}} = 0,167$$

2. Oblicz przełożenie siłowe wynikające z różnicy między średnicą osi i kół.

$$MA_{\text{koła}} = \frac{\text{odległość wejściowa}}{\text{odległość wyjściowa}} = \frac{\text{średnica osi}}{\text{średnica koła}}$$

$$\therefore MA_{\text{koła}} = \frac{0,004 \text{ m}}{0,13 \text{ m}} = 0,0308$$

3. Oblicz całkowite przełożenie siłowe.

$$MA_{\text{suma}} = MA_{\text{pułapka}} \times MA_{\text{koła}} = 0,167 \times 0,0308 = 0,00514$$



Oblicz przybliżoną sprężystą energię potencjalną pułapki na myszy

4. Użyj kątomierza, aby zmierzyć kąt, o jaki obraca się ramię podczas nastawiania pułapki na myszy.

Wymierzono 178°

5. Przelicz to na radiany, zwracając uwagę, że $1^\circ = \frac{\pi}{180}$ radianów.

$$178^\circ = 178 \times \frac{\pi}{180} \text{ rad} = 3,107 \text{ rad}$$

6. Oblicz całkowitą sprężystą energię potencjalną pułapki na myszy.

$$PE_{\text{sprężyna}} = \frac{1}{2} \times k \times \theta^2 = \frac{1}{2} \times 1,3 \text{ N/m} \times (3,107)^2 = 6,273 \text{ J}$$

Oblicz przyspieszenie samochodu z pułapki na myszy

7. Oblicz siłę działającą na koła w jednostce N.

$$MA = \frac{F_{\text{wyjście}}}{F_{\text{wejście}}} = \frac{F_{\text{wheels}}}{F_{\text{pułapka}}}$$

$$\therefore F_{\text{koła}} = MA \times F_{\text{pułapka}} = 0,00513 \times 13,8 \text{ N} = 0,0708 \text{ N}$$

Uwaga: w obliczeniach przyjęto, że siła na końcu ramienia pułapki na myszy wynosi 7,5 N.

8. Oblicz przyspieszenie pojazdu w m/s^2 .

$$F = ma$$

$$\therefore a = \frac{F}{m} = \frac{0,0708 \text{ N}}{0,121 \text{ kg}} = 0,585 \text{ m/s}^2$$

Oblicz maksymalną prędkość osiągniętą przez samochód z pułapki na myszy.

9. Oblicz maksymalną prędkość osiągniętą przez pojazd w m/s .

$$v = u + at = 0 \text{ m/s} + 0,585 \text{ m/s}^2 \times 7,3 \text{ s} = 4,270 \text{ m/s}$$

Porównanie teoretycznej odległości pokonywanej przez pojazd z rzeczywistością pokonaną odległością

10. Oblicz teoretyczną odległość, jaką pojazd powinien pokonać w metrach.

$$d_{\text{teoretyczna}} = v_i t + \frac{1}{2} at^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 0,585 \text{ m/s}^2 \times (7,3 \text{ s})^2 = 15,584 \text{ m}$$

Uwaga: prędkość początkowa pojazdu (v_i) wynosiła 0 m/s .

11. Porównaj tę wartość z odległością, którą pojazd faktycznie pokonał gdy był napędzany. Czy jest ona większa, mniejsza, czy taka sama? Dlaczego tak jest?

Rzeczywista odległość pokonana przez pojazd jest mniejsza niż teoretyczna odległość z powodu tarcia. Nie cała praca wykonana przez sprężynę została spożytkowana do nadania pojazdowi przyspieszenia i napędzenia jego ruchu do przodu. Pewna jej część została wykorzystana do pokonania siły tarcia działającej w przeciwnym kierunku.



Oblicz siłę tarcia działającą w kierunku przeciwnym do ruchu pojazdu.

12. Oblicz maksymalną energię kinetyczną pojazdu.

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0,121 \text{ kg} \times (4,270 \text{ m/s})^2 = 1,103 \text{ J}$$

13. Oblicz siłę tarcia działającą na pojazd.

$$W_{\text{tarcie}} = F_{\text{tarcie}} \times d$$
$$\therefore F_{\text{tarcie}} = \frac{W_{\text{tarcie}}}{d} = \frac{1,103 \text{ J}}{4 \text{ m}} = 0,276 \text{ N}$$

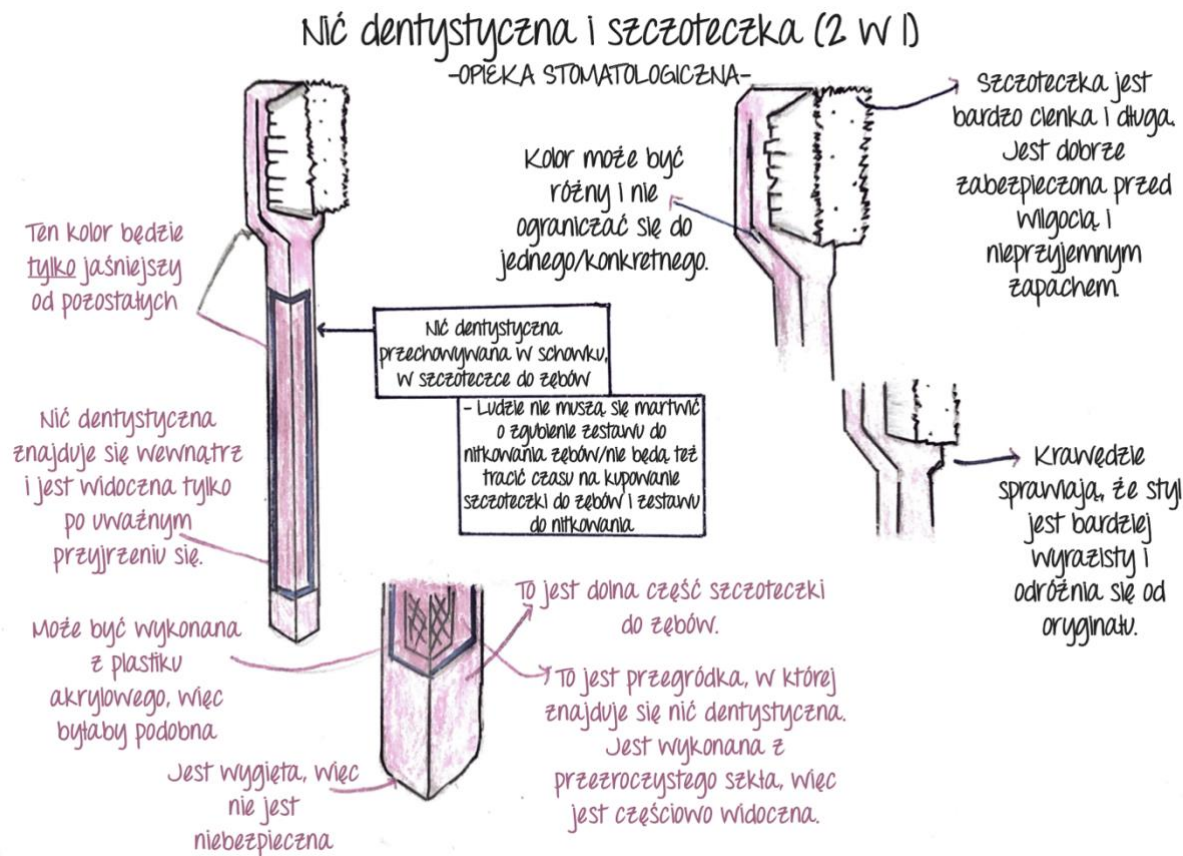
Oblicz przybliżoną wydajność pojazdu w przekształcaniu energii potencjalnej w energię kinetyczną

14. Oblicz sprawność (%) pojazdu w przekształcaniu energii potencjalnej w energię kinetyczną.

$$\text{Efficiency} = \frac{KE}{PE} \times 100 = \frac{1,103 \text{ N}}{6,274 \text{ N}} = 17,58\%$$



Szkice z komentarzami



- Inżynier wykonuje szkic produktu z komentarzem i oznacza wszystkie widoczne komponenty.

- Informacje te są wykorzystywane do sporządzenia szczegółowej analizy sekwencyjnego działania czy też funkcji obiektu.

