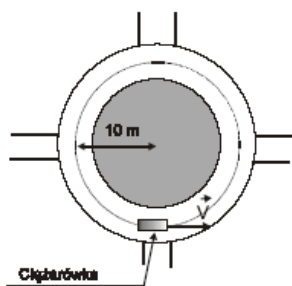


2. Dynamika – zadania z arkusza I

2.1

Zadanie 18. (3 pkt)

Oblicz, z jaką maksymalną prędkością ciężarówka może poruszać się po rondzie (rys.),



aby skrzynia znajdująca się na jej platformie nie przemieszczała się. Współczynnik tarcia skrzyni o platformę wynosi 0,6.

2.2

Zadanie 1. (1 pkt)

W czasie 0,1 s ręka koszykarza trzymającego nieruchomo piłkę nadała jej pęd o wartości $3 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.

Średnia wartość siły, z jaką ręka zadziałała w tym czasie na tę piłkę wynosi:

- A. 0,3 N B. 1,5 N C. 15 N D. 30 N

2.3

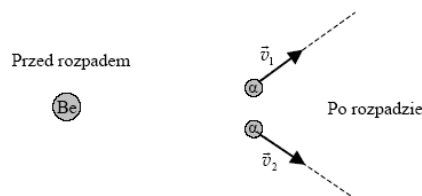
Zadanie 12. (3 pkt)

Oblicz maksymalną wartość prędkości kątowną okrągłej tarczy o promieniu 0,5 m, aby ciało umieszczone na jej brzegu nie zsunęło się. Współczynnik tarcia pomiędzy ciałem, a powierzchnią tarczy wynosi 0,5.

2.4

Zadanie 13. (2 pkt)

Spoczywające jądro berylu ^8Be uległo rozpadowi na dwie cząstki α .



Określ, czy po rozpadzie jądra berylu powstałe cząstki α mogą poruszać się, tak jak pokazano to na rysunku? Uzasadnij swoją odpowiedź.

2.5

Zadanie 10. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego (2 pkt)

Uczniowie przystąpili do wyznaczenia wartości przyspieszenia grawitacyjnego Ziemi za pomocą wahadła matematycznego.

10.1 (1 pkt)

Wahadło odchyłono o niewielki kąt od położenia równowagi i puszczono. Narysuj siły działające na wahadło matematyczne w tym momencie.

10.2 (1 pkt)

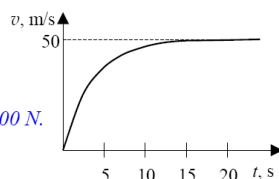
Wahadło wprowadzono w ruch. Podaj, jakie wielkości, charakteryzujące wahadło i jego ruch wystarczy zmierzyć, aby wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego.

2.6

Zadanie 2. (1 pkt)

Wykres przedstawia zależność wartości prędkości od czasu dla ciała o masie 10 kg, spadającego w powietrzu z dużej wysokości. Analizując wykres można stwierdzić, że podczas pierwszych 15 sekund ruchu wartość siły oporu

- A. jest stała i wynosi 50 N.
B. jest stała i wynosi 100 N.
C. rośnie do maksymalnej wartości 50 N.
D. rośnie do maksymalnej wartości 100 N.



2.7

Zadanie 1. (1 pkt)

Naprzeciw siebie poruszają się, po prostej drodze, dwa samochody: Fiat o masie 600 kg z prędkością o wartości $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ i Polonez o masie 1200 kg z prędkością $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Wybierz, które z poniższych zdań jest fałszywe. W układzie związanym z drogą:

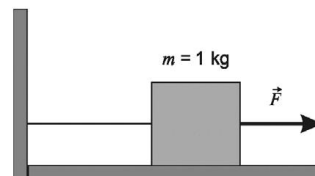
- A) całkowity pęd układu Fiat - Polonez równa się $24000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.
B) całkowity pęd układu Fiat - Polonez jest równy zeru.
C) pęd Fiata ma tę samą wartość jak pęd Poloneza.
D) pęd Fiata ma przeciwny zwrot niż pęd Poloneza.

2.8

Zadanie 11. Kłosek (5 pkt)

Drewniany klocek przymocowany jest do ściany za pomocą nitki, która wytrzymuje naciąg siłą o wartości 4 N. Współczynnik tarcia statycznego klocka o podłoże wynosi 0,2. W obliczeniach przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s^2 .

11.1 (3 pkt)



Oblicz maksymalną wartość powoli narastającej siły $\vec{F}$, z jaką można poziomo ciągnąć klocek, aby nitka nie uległa zerwaniu.

11.2 (2 pkt)

Oblicz wartość przyspieszenia, z jakim będzie poruszał się klocek, jeżeli usunięto nitkę łączącą klocek ze ścianą, a do klocka przyłożono poziomo skierowaną siłę o stałej wartości 6 N. Przyjmij, że wartość siły tarcia kinetycznego jest równa 1,5 N.

2.9

Zadanie 11. Pileczki (5 pkt)

Dwie pileczki pingpongowe o jednakowych masach m każda zawieszono w jednym punkcie na nitkach o długości l . Następnie pileczki naelektryzowano jednakowymi ładunkami. Pileczki oddaliły się na odległość d . Zaznacz na rysunku wszystkie siły działające na pileczki i wyznacz zależność, za pomocą której będziesz mógł obliczyć ładunek q zgromadzony na każdej z pileczek.

2.10

Zadanie 3. (1 pkt)

Wewnątrz gwiazdy duża część materii jest zjonizowana. Większość masy gwiazdy to swobodne protony. Dwa takie protony, znajdujące się początkowo w niewielkiej odległości od siebie, będą pod wpływem elektrycznych sił wzajemnego oddziaływania

- A. oddalać się od siebie ruchem jednostajnym.
B. oddalać się od siebie ruchem jednostajnie przyspieszonym (ze stałym przyspieszeniem).
C. oddalać się od siebie ruchem niejednostajnie przyspieszonym z malejącym przyspieszeniem.
D. oddalać się od siebie ruchem niejednostajnie przyspieszonym z rosnącym przyspieszeniem.

2.11

Zadanie 15. Krążek hokejowy (3 pkt)

Poruszający się po lodowej tafli krążek hokejowy zatrzymał się po przebyciu 15 m. Oblicz współczynnik tarcia krążka o lód, jeżeli prędkość początkowa krążka wynosiła $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

2.12

Zadanie 2. (1 pkt)

Aby ruszyć z miejsca ciężką szafę, należy ją pchnąć, działając siłą o wartości 200 N zwróconą poziomo. Gdy próbujemy przesunąć tę szafę, działając siłą o wartości 150 N zwróconą poziomo, to siła tarcia ma wtedy wartość równą

- A) 50 N
B) 150 N
C) 200 N
D) 350 N

2.13

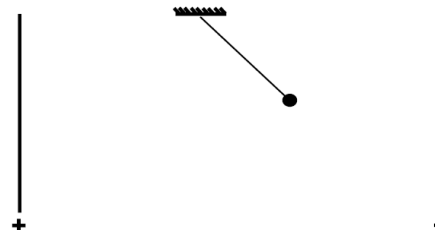
Zadanie 12. Łódka (2 pkt)

Chłopiec o masie 50 kg znajduje się w łódce, która spoczywa na powierzchni jeziora. Masa łódki wynosi 50 kg. W pewnej chwili chłopiec wyrzuca poziomo z prędkością o wartości 4 m/s metalową kotwicę wzdłuż osi łódki. Masa kotwicy jest równa 5 kg. Oblicz wartość prędkości łódki względem wody.

2.14

Zadanie 13. Pileczka (3 pkt)

Pomiędzy pionowymi przewodzącymi płytami, naładowanymi tak jak na rysunku, zawieszono na cienkiej, jedwabnej nici lekką, małą pileczkę o masie 1 g naładowaną dodatnim ładunkiem elektrycznym. Nici odchyliła się od pionu o kąt 45° .



a) Narysuj siły działające na pileczkę. Zachowaj odpowiednie proporcje. (1 pkt)

b) Podaj wartość siły elektrostatycznej działającej na pileczkę. Dokonaj niezbędnych obliczeń, przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą 10 m/s^2 . (2 pkt)

2.15

Zadanie 1 (1 pkt)

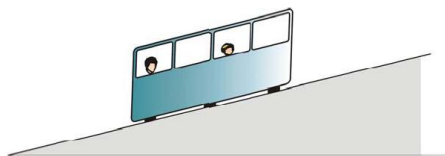
Człowiek o masie 50 kg stojący na wadze łazienkowej naciska na nią siłą o wartości:

- a) 50 N i siła ta jest przyłożona do wagi,
b) 50 N i siła ta jest przyłożona do człowieka,
c) 500 N i siła ta jest przyłożona do wagi,
d) 500 N i siła ta jest przyłożona do człowieka.

2.16

Zadanie 3. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiono model kolejki linowo-torowej. W wagonie tej kolejki spoczywa na podłodze walizka.



- Gdy kolejka jedzie pod górę ruchem jednostajnym to na walizkę oprócz innych sił
- działa siła tarcia, której wektor ma zwrot i kierunek zgodny z wektorem prędkości kolejki.
 - działa siła tarcia, której wektor ma kierunek zgodny a zwrot przeciwny do wektora prędkości kolejki.
 - działa siła tarcia, której wektor ma zwrot i kierunek zgodny z wektorem przyspieszenia grawitacyjnego.
 - działa siła tarcia, której wektor ma kierunek zgodny a zwrot przeciwny do wektora przyspieszenia grawitacyjnego.

2.17

Zadanie 12. (3 pkt)

W jednorodnym polu elektrycznym o natężeniu $10^5 \frac{N}{C}$ porusza się z przyspieszeniem $4,78 \cdot 10^{14} \frac{m}{s^2}$ naładowana cząstka. Masa cząstki wynosi $6,7 \cdot 10^{-27} kg$. Oblicz ładunek tej cząstki.

2.18

Zadanie 16. (3 pkt)

Powietrze jest mieszaniną atomów i cząsteczek różnych gazów. Zgodnie z zasadą ekwipartycji energii cząsteczki powietrza poruszają się w pomieszczeniu, w którym temperatura w całej objętości jest jednakowa mają taką samą wartość energii kinetycznej. Znajdź formułę matematyczną, która potwierdzi, że cząsteczki posiadające tę samą wartość energii kinetycznej uderzając prostopadłe w ścianę pomieszczenia, działają na nią siłą proporcjonalną do pierwiastka z masy cząsteczki.

2.19

Zadanie 1. (1 pkt)

Sila napędowa samochodu wynosi 3000 N a siły oporów ruchu 1000 N. Od pewnego momentu jazdy na samochód ten zaczęła działać dodatkowa siła oporu o wartości 3000 N. Od tego momentu samochód zaczął poruszać się

- w tę samą stronę, co przedtem, ale z większym przyspieszeniem.
- w tę samą stronę, co przedtem, ale ruchem jednostajnym.
- w tę samą stronę, co przedtem, ale ruchem opóźnionym.
- w przeciwną stronę niż przedtem ruchem opóźnionym.

2.20

Zadanie 13. (4 pkt)

Oblicz wartość siły, z jaką siłacz musiałby działać na ciężar o masie 100 kg, jeżeli chciałby podnieść go na wysokość 0,5 m w czasie 1 sekundy ruchem jednostajnie przyspieszonym.



2.21

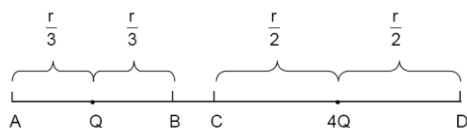
Zadanie 21. (4 pkt)

Neutron o masie $1,68 \cdot 10^{-27} kg$ mający energię kinetyczną o wartości $10^{-15} J$ uderza w nieruchome jądro uranu $^{235}_{92}U$ i zostaje przez nie pochłonięty. Wykaż, że prędkość neutronu przed uderzeniem w jądro miała wartość około $1,1 \cdot 10^6 m/s$ i oblicz prędkość nowo powstałego jądra $^{236}_{92}U$. Przyjmij, że masa protonu jest równa masie neutronu.

2.22

Zadanie 7. (1 pkt)

Dwa ładunki dodatnie o wartościach $Q_1 = Q$ i $Q_2 = 4Q$ znajdowały się w odległości r od siebie. Między nimi umieszczono ładunek q .



Aby ładunek q nie poruszał się, należało umieścić go w punkcie

- w punkcie A
- w punkcie B
- w punkcie C
- w punkcie D

2.23

Zadanie 12. Wahadło (2 pkt)

Wahadło matematyczne odchylono o niewielki kąt od położenia równowagi. Narysuj i opisz siły działające na kulę wahadła w tym położeniu.

2.24

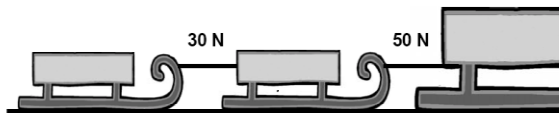
Zadanie 13. Śnieżka (3 pkt)

Kulka o masie 0,2 kg ulepiona z wilgotnego śniegu uderzyła prostopadłe w betonową ścianę z prędkością o wartości 10 m/s. Kulka przykleiła się do ściany. Oblicz wartość średniej siły, jaką ściana działała na śnieżkę. Przyjmij, że czas zderzenia wynosił 0,1 s.

2.25

Zadanie 15. Sanki (2 pkt)

Na rysunku podane są wartości sił napinających sznurki, którymi połączone są sanki ciągnięte przez duże sanie.



Wyznacz stosunek mas małych sanki ($m_1 : m_2$). Opory ruchu należy zaniedbać.

2.26

Zadanie 1. (1 pkt)

Spadochroniarz o masie 75 kg opada na spadochronie pionowo w dół ze stałą prędkością o wartości 5 m/s. Siła oporów ruchu działająca na spadochroniarza wraz ze spadochronem wynosi około

- 25 N.
- 75 N.
- 250 N.
- 750 N.

2.27

Zadanie 20. Atom wodoru (4 pkt)

W swobodnym, wzbudzonego atomie wodoru elektron przeskakuje z orbity drugiej na pierwszą. Atom emituje wówczas w próżni kwant światła o długości fali $1,219 \cdot 10^{-7} m$.

- Wyjaśnij, dlaczego w wyniku emisji fotonu pęd atomu wodoru ulega zmianie. (2 pkt)
- Oblicz energię emitowanego fotonu. (2 pkt)

2.28

Zadanie 14. Rozpraszanie neutronów (4 punkty)

Gdy jądro wychwytuje rozproszony neutron, musi go zatrzymać na drodze równej średnicy jądra. Siła, jaką działa ono wówczas na neutron jest poza nim praktycznie równa zeru. Przyjmując, że jądro o średnicy $d = 1 \cdot 10^{-14} m$ może wychwycić neutron o wartości prędkości nie większej niż $1,4 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$, wyznacz wartość siły, przy założeniu, że jest ona stała w obszarze jądra. Masa neutronu wynosi $1,67 \cdot 10^{-27} kg$.

2.29

Zadanie 13. Samochód (3 pkt)

Wartość siły oporu dla samochodu o masie 1 tony, jadącego pod wiatr ze stałą prędkością, była równa 2500 N. Po ustaniu wiatru wartość siły oporu zmniejszyła się do 2000 N. Oblicz wartość przyspieszenia, z jakim zaczął poruszać się wtedy samochód, jeśli siła napędowa nie uległa zmianie.

2.30

Zadanie 17. Gwóźdź (5 pkt)

Młotek o masie 0,5 kg poruszający się z prędkością o wartości 10 m/s, podczas wbijania gwoźdźnia w drewno, uderza prostopadłe jego główkę i po upływie 0,002 s zatrzymuje się.

17.1. (2 pkt)

Oblicz średnią wartość siły z jaką młotek działa na gwóźdź w czasie uderzenia.

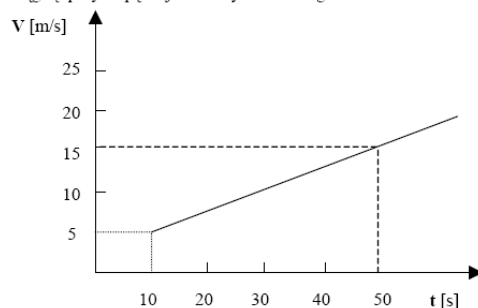
17.2. (3 pkt)

Oblicz wysokość z jakiej należałoby swobodnie upuścić ten młotek aby uderzenie wbiło gwóźdź na tę samą głębokość.

2.40

Zadanie 13. (2 pkt)

Samochód ciągnie przyczepę. Wykres przedstawia zależność prędkości przyczepy od czasu. Pomijając opory ruchu, wyznacz przyspieszenie przyczepy. Oblicz, z jaką siłą samochód ciągnął przyczepę. Jej masa wynosi 300 kg.



2.41

Zadanie 14. (3 pkt)

Dwa samochody jadą naprzeciwko siebie po śliskiej szosie. Masa jednego z nich wynosi 800 kg, drugiego 1200 kg. Pierwszy (lżejszy) samochód jedzie z prędkością 10 m/s, a drugi (cięższy) jedzie z prędkością 15 m/s, lecz o przeciwnym zwrocie. Samochody zderzyły się niesprężysto. Oblicz, z jaką prędkością i w którą stronę poruszają się samochody tuż po zderzeniu.

2.42

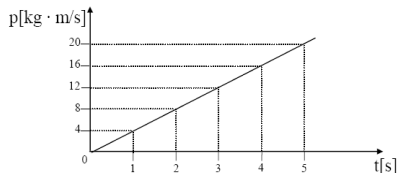
Zadanie 12 (5 pkt.) Baloniki

Dwa baloniki o jednakowych masach 10 g każdy, naelektryzowano i zawieszono w jednym punkcie na jedwabnych nitkach o długości 1 m. Wartość siły oddziaływania elektrostatycznego między balonikami wynosi 0,15 N. Sporządź rysunek ilustrujący opisaną sytuację i zaznacz wszystkie siły działające na każdy z baloników. Przyjmij, że siłę o wartości 1 N można przedstawić jako wektor o długości 20 cm.

2.43

SANKI

Sanki o masie 8 kg zaczynają zsuwać się z góry. Poniższy wykres przedstawia zależność wartości pędu sanek od czasu.



Zadanie 15 (1 pkt)

Korzystając z wykresu, oblicz wartość prędkości sanek pod koniec piątej sekundy ruchu.

Zadanie 16 (1 pkt)

Oblicz wartość wypadkowej siły działającej na sanki.

Zadanie 17 (3 pkt)

Narysuj wykres przedstawiający zależność wartości przyspieszenia od czasu dla tych sanek. Zaznacz na wykresie wartości liczbowe dla przedziału czasu od 0 do 5 sekund.

Zadanie 18 (2 pkt)

Oblicz wartość energii kinetycznej sanek na początku trzeciej sekundy ruchu.

Zadanie 19 (3 pkt)

Zaznacz na rysunku, zachowując odpowiednie proporcje, siły działające na sanki.



2.44

Zadanie 1 (1 pkt)

Na klocek poruszający się ruchem jednostajnym po poziomej powierzchni stołu działają siły przedstawione na rysunku. Ich wartości wynoszą: $F_1 = 6 \text{ N}$, $F_2 = 3 \text{ N}$, $F_3 = 5 \text{ N}$. Współczynnik tarcia klocka o powierzchnię stołu jest równy 0,1. Siła tarcia $\vec{T}$ działająca na klocek ma wartość:



- 2 N,
- 6 N,
- 8 N,
- Nie można obliczyć wartości siły tarcia $\vec{T}$, gdyż nie jest podany ciężar klocka.

2.45

Zadanie 3 (1 pkt)

Tabela przedstawia wyniki pomiarów drogi s przebytej przez rowerzystę poruszającego się po poziomej prostej drodze w zależności od czasu t.

t [s]	1	2	3	4
s [m]	4	8	12	16

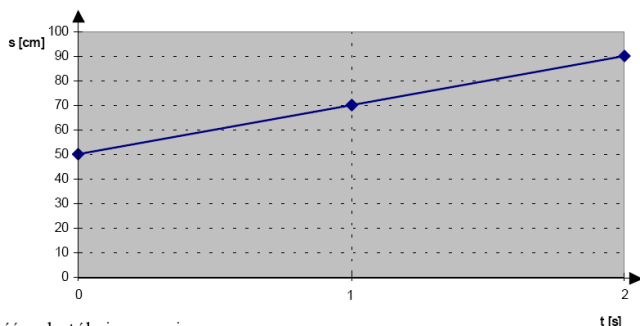
Na podstawie wyników pomiarów można stwierdzić, że:

- na rowerzystę nie działa żadna siła,
- wypadkowa siła działająca na rowerzystę jest równa zero,
- na rowerzystę działa siła o stałej wartości,
- na rowerzystę działa siła o zmiennej wartości.

2.46

Zadanie 4 (1 pkt)

Wykres przedstawia zależność drogi s od czasu t dla zółwia o masie 2 kg.

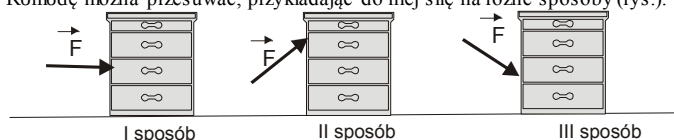


Wartość pędu zółwia wynosi:

- 90 kgms^{-1} ,
- 40 kgms^{-1} ,
- $0,9 \text{ kgms}^{-1}$,
- $0,4 \text{ kgms}^{-1}$.

2.47

Komodę można przesuwac, przykładając do niej siłę na różne sposoby (rys.).



Podaj, dla którego sposobu przyłożenia siły zewnętrznej nacisk komody na podłoże ma najmniejszą wartość. Uzasadnij swoją odpowiedź.

2.48

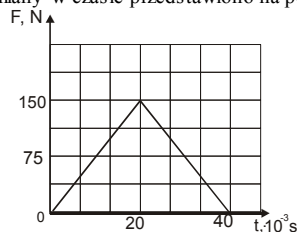
Zadanie 2 (1 pkt)

Samochód A jest skonstruowany ze „strefą zgniotu” w przedniej części, która stosunkowo łatwo ulega dużym deformacjom podczas zderzenia. Podobny samochód B o identycznej masie jak A, skonstruowano bez tej strefy. Oba samochody zderzają się z betonową ścianą posiadając identyczną prędkość. Porównując samochód A z samochodem B, które z następujących twierdzeń dotyczących zderzenia jest/ są prawdziwe?

- Srednia siła działająca na samochód A jest mniejsza.
 - Czas przejścia samochodu A w stan spoczynku jest krótszy.
 - Zmiana pędu samochodu A jest mniejsza.
- tylko I,
 - tylko I i II,
 - tylko II i III,
 - I, II, III

2.49

Podczas zagrywki będąca w spoczynku piłka tenisowa o masie 0,06 kg doznaje działania siły, której zmiany w czasie przedstawiono na poniższym wykresie.



- $0,65 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;
- $0,84 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;
- $3 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;
- $6 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;

2.50

Zadanie 20 (4 pkt)

Balonik wypełniony helem wznosi się w powietrzu pionowo z przyspieszeniem 2 m/s^2 .



Masa balonika wynosi 0,005 kg, gęstość powietrza ma wartość $1,2 \text{ kg/m}^3$. Oblicz objętość balonika. Zaniedbaj siły oporu powietrza.

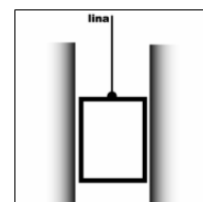
2.51

Zadanie 3 (1 pkt)

Winda jest podnoszona i opuszczana za pomocą liny.

Napięcie liny jest największe gdy:

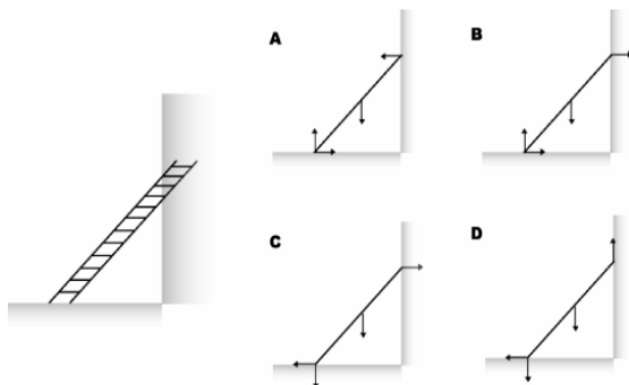
- winda porusza się do góry ze stałą prędkością;
- winda hamuje podczas ruchu w dół;
- winda przyspiesza podczas ruchu w dół;
- winda hamuje podczas ruchu do góry.



2.52

Zadanie 7 (1 pkt)

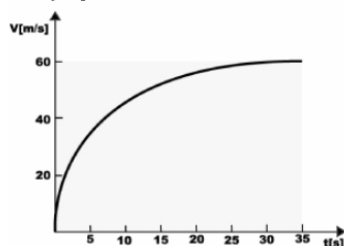
Drabina opiera się o idealnie gładką ścianę, jak to pokazano na rysunku. Który ze schematów najlepiej pokazuje siły działające na tę drabinę?



2.53

Zadanie 13 (2 pkt)

Kontener o masie 4 kg spada ze znacznej wysokości w obszarze, w którym przyspieszenie swobodnego spadania wynosi 10 m/s. Poniżej przedstawiono wykres zależności prędkości od czasu dla pierwszych 35 sekund ruchu. Oblicz, ile wynosiła wartość siły oporu powietrza w 32 sekundzie ruchu. Uzasadnij odpowiedź.



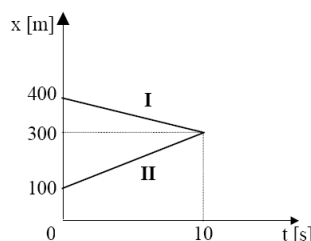
2.54

Kula bilardowa o masie 0,2 kg uderza w bandę stołu bilardowego z prędkością o wartości 3 m/s pod kątem 45° do płaszczyzny bandy i odbija się od niej z prędkością o tej samej wartości.

- Wykonaj odpowiedni rysunek i oblicz wartość zmiany pędu kuli.
- Przyjmując wartość zmiany pędu $1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$ oraz czas oddziaływania kuli z bandą 0,01 s, oblicz średnią wartość siły oddziaływania kuli na bandę.

2.55

Na wykresie przedstawiono zależność położenia x od czasu t dla dwóch samochodów (I, II), których wektory prędkości mają te same kierunki.



Samochody te zderzają się idealnie niesprężysto i tuż po zderzeniu poruszają się z prędkością o wartości 8 m/s, przy czym zwrot prędkości drugiego samochodu nie uległ zmianie.

- Oblicz stosunek mas tych samochodów.
- Kierowca jadący polonezem zatrzymał się w odległości 50 m od miejsca zderzenia. Zauważył, że samochody po zderzeniu poruszają się w jego kierunku. Oceń, czy uderzą one w stojącego poloneza? Współczynnik tarcia przyjmij równy 0,1. Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

2.56

Zadanie 1.

Chłopiec o masie 35 kg porusza się na deskorolce o masie 5 kg z prędkością o wartości 0,6 m/s. W pewnej chwili chłopiec zeskakuje z deskorolki z prędkością o wartości 0,5 m/s względem ziemi, skierowaną przeciwnie do kierunku ruchu. Oblicz wartość prędkości deskorolki tuż po zeskoku chłopca.

2.57

Zadanie 6.

Samochód pokonuje zakręt drogi o promieniu krzywizny 75 m z prędkością o wartości 60 km/h. Czy samochód wpadnie w poślizg jeśli współczynnik tarcia kół o jezdnię wynosi 0,3? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

2.58

Zadanie 13.

Chłopiec ciągnie sanki o masie 5 kg pod górkę o kącie nachylenia $\alpha = 30^\circ$. Współczynnik tarcia sanek o śnieg wynosi 0,1. Wyjaśnij, z jaką siłą chłopiec musi ciągnąć sanki, trzymając sznurek równoległe do powierzchni stoku, aby jechały ze stałą prędkością. Sporządź odpowiedni rysunek. Oblicz wartość tej siły.

2.59

12. Wagon (2 pkt)

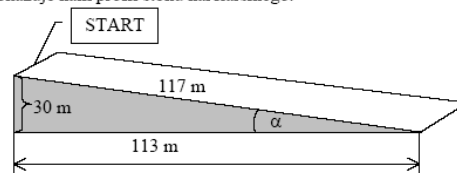
Lokomotywa manewrowa pchnęła wagon o masie 40 ton nadając mu początkową prędkość o wartości 5 m/s. Wagon poruszając się ruchem jednostajnie opóźnionym zatrzymał się po upływie 20 s. Oblicz wartość siły hamującej wagon.

Dynamika – zadania z arkusza II

2.60

Zadanie 21. Stok narciarski

Grupa narciarzy postanowiła wyznaczyć współczynnik tarcia nart o śnieg. Rysunek 1. pokazuje nam profil stoku narciarskiego.



Rysunek 1.

Na całym stoku zjazdowym uczniowie co jeden metr wbijali proste kijki. Okazało się, że stok miał 117 metrów długości. Z tablicy informacyjnej uczniowie odczytali, że wysokość stoku wynosi 30 metrów, licząc od poziomej płaszczyzny znajdującej się pod stokiem.

Wszyscy uczniowie dokładnie zsynchronizowali zegarki. Następnie jeden z nich zaczął zjeżdżać z góry, z miejsca oznaczonego jako START (tak jak na rysunku). Całkowita masa zjeżdżającego narciarza wynosiła 60 kg. W momencie rozpoczęcia zjazdu koleđy narciarza zaczęli mierzyć czas. Zadaniem każdego z mierzących czas było określenie położenia narciarza po upływie kolejnych sekund ruchu. Po przeprowadzeniu eksperymentu uczniowie zebrali wyniki w tabeli nr 1.

t[s]	0	2	4	6	8	10	12
S[m]	0	2	8	19	33	52	75

Tabela nr 1

21.1 (4 pkt)

Na podstawie tabeli nr 1 sporządź wykres zależności drogi od czasu dla zjeżdżającego narciarza. Na wykresie zaznacz niepewności pomiarowe (przyjmij $\Delta S = 2 \text{ m}$, $\Delta t = 0,2 \text{ s}$).

Istnieje uzasadnione przypuszczenie, że ruch narciarza na stoku był ruchem jednostajnie przyspieszonym. Uczniowie postanowili to sprawdzić.

21.2 (2 pkt)

Wykaż, że, jeżeli narciarz zjeżdża ruchem jednostajnie przyspieszonym, to w układzie współrzędnych $y = s$, $x = t^2$ wykresem drogi od kwadratu czasu będzie linia prosta o równaniu $y = \frac{a}{2} x$.

21.3 (1 pkt)

Uzupełnij tabelkę nr 2 dla pierwszych 10 sekund zjazdu.

t[s]	0	2	4	6	8	10
s[m]	0	2	8	19	33	52
t ² [s ²]						

Tabela nr 2

21.4 (3 pkt)

Korzystając z danych zawartych w tabeli nr 2, sporządź wykres zależności drogi przebytej przez narciarza od kwadratu czasu.

21.5 (3 pkt)

Wykaż na podstawie narysowanego wykresu, że przyspieszenie, z jakim zjeżdża narciarz, jest równe około 1 m/s^2 .

21.6 (3 pkt)

Zakładając, że przyspieszenie można obliczyć za pomocą wzoru $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$, oraz korzystając z wyników otrzymanych w poprzednich punktach i informacji na temat nachylenia stoku (rys. 1.), oblicz, ile wynosi współczynnik tarcia nart o śnieg podczas zjazdu z tego stoku? Do wyliczeń przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego wynoszącą $9,81 \text{ m/s}^2$.

Przyjmij, że zjazd narciarza trwa 15,3 sekundy i odbywa się z przyspieszeniem o wartości 1 m/s^2 .

21.7 (1 pkt)

Oblicz, ile wynosi wartość prędkości narciarza u podstawy stoku?

21.8 (1 pkt)

Oblicz, ile wynosi energia kinetyczna narciarza u podstawy stoku?

21.9 (1 pkt)

Oblicz, ile wynosi energia potencjalna narciarza stojącego na szczycie stoku? Do obliczeń przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą $9,81 \text{ m/s}^2$.

21.10 (1 pkt)

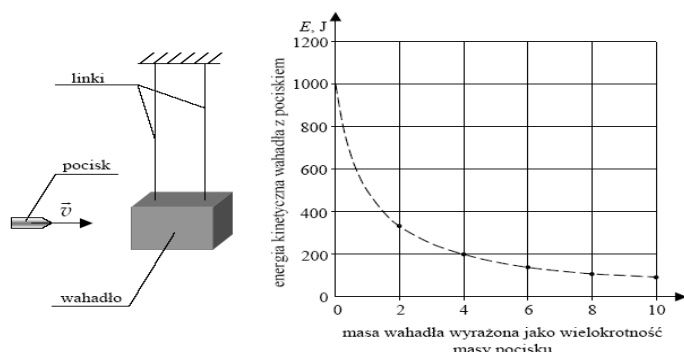
Korzystając z zasady zachowania energii, oblicz, jaka ilość energii wydzieliła się w postaci ciepła podczas zjazdu narciarza ze stoku?

2.61

Zadanie 22. Wahadło balistyczne (10 pkt)

Na rysunku poniżej przedstawiono schematycznie urządzenie do pomiaru wartości prędkości pocisków wystrzeliwanych z broni palnej. Podstawowym elementem takiego urządzenia jest tzw. wahadło balistyczne będące (w dużym uproszczeniu) zawieszonym na linkach klockiem, w którym grzezną wystrzeliwane pociski. Po trafieniu pociskiem wahadło wychyla się z położenia równowagi i możliwy jest pomiar jego energii kinetycznej.

Punkty na wykresie przedstawiają zależność energii kinetycznej klocka wahadła z pociskiem (który w nim ugrzązł) tuż po uderzeniu pocisku, od masy klocka. Pomiar wykonano dla 5 klocków o różnych masach (linia przerywana przedstawia zależność teoretyczną). Wartość prędkości pocisku, tuż przed trafieniem w klocek wahadła, za każdym razem wynosiła 500 m/s , a odległość od środka masy klocka wahadła do punktu zawieszenia wynosiła 1 m . W obliczeniach pomiń masę linek mocujących klocek wahadła.



22.1 (3 pkt)

Wykaż, analizując wykres, że masa pocisku jest równa 0,008 kg.

22.2 (3 pkt)

Oblicz wartość prędkości klocka z pociskiem bezpośrednio po zderzeniu w sytuacji, gdy masa klocka była 499 razy większa od masy pocisku.

22.3 (4 pkt)

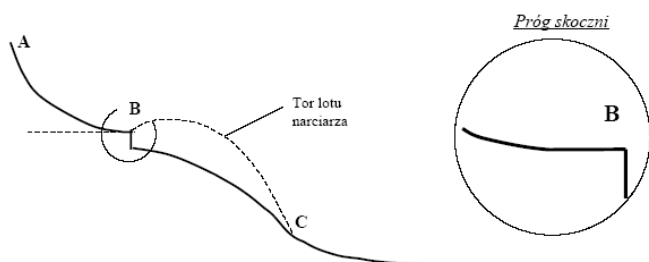
Oblicz, jaka powinna być masa klocka wahadła, aby po wychyleniu z położenia równowagi wahadła o 60° , zwolnieniu go, a następnie trafieniu pociskiem w chwili przechodzenia wahadła przez położenie równowagi, wahadło zatrzymało się w miejscu. Do obliczeń przyjmij, że masa pocisku wynosi 0,008 kg. W obliczeniach możesz skorzystać z podanych poniżej wartości funkcji trygonometrycznych.

$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2} = 0,50$	$\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,87$
--	---

2.62

Zadanie 24. Skocznia narciarska (6 pkt)

Poniższy rysunek przedstawia przekrój pewnej skoczni narciarskiej.



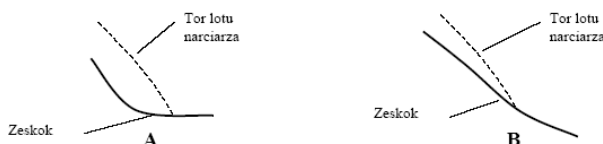
A, B, C na rysunku oznaczają: A – belka startowa, B – próg, C – miejsce lądowania.

Oto wielkości charakteryzujące skocznnię oraz skok jaki oddał pewien narciarz:

- próg skoczni jest usytuowany poziomo
- wartość prędkości narciarza na progu (tuż przed odbiciem) wynosi $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- czas trwania odbicia narciarza od progu wynosi 0,3 s
- masa narciarza wynosi 60 kg

a) Tuż po odbiciu od progu zawodnik porusza się z prędkością, której wektor jest nachylony do poziomu pod kątem $\alpha = 10^\circ$ w górę. Oblicz wartość średniej siły nacisku skoczka na podłoże w czasie odbicia od progu. (5 pkt)

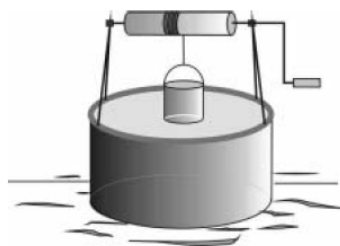
b) Poniższe rysunki przedstawiają różne możliwe usytuowanie podłoża na zeskoku skoczni narciarskiej. Napisz, który zeskok (A czy B) powinien być stosowany na wszystkich skoczniach. (1 pkt)



2.63

Zadanie 28. Kolowrót (11 pkt)

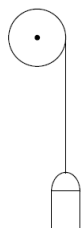
Kolowrót w kształcie walca, którego masa wynosi 10 kg, zamocowany jest nad studnią (rys.).



Na kolowrocie nawinięta jest nieważka i nierozciągliwa linka, której górny koniec przymocowany jest do kolowrotu. Do dolnego końca linki przymocowano wiadro o masie 5 kg, służące do wyciągania wody ze studni.

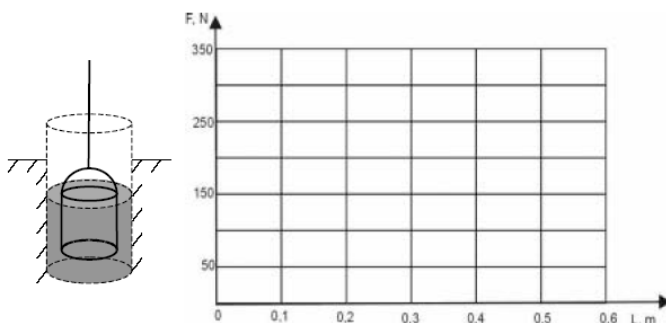
28.1 (6 pkt)

Pod wpływem ciężaru pustego wiadra linka rozwija się, powodując ruch obrotowy kolowrotu. Narysuj siły działające w tym układzie oraz oblicz przyspieszenie wiadra. Moment bezwładności walca względem osi obrotu wyraża się wzorem: $I = \frac{1}{2}mr^2$. Pomiń wpływ sił oporu ruchu oraz korby z rączką na wartość przyspieszenia.



28.2 (3 pkt)

Po nabraniu wody, wiadro ze stanu pełnego zanurzenia (rys.), jest wyciągane ze studni ruchem jednostajnym. Narysuj wykres zależności wartości F siły naciągu linki od drogi L przebytej przez górny brzeg wiadra ponad lustrem wody w studni. Masa wiadra wypełnionego wodą jest równa 25 kg. Wiadro ma kształt walca o wysokości 0,4 m. Pomijamy objętość blachy, z której zrobione jest wiadro. Poziom wody w studni nie ulega zmianom. Przyjmij przyspieszenie ziemskie $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



28.3 (2 pkt)

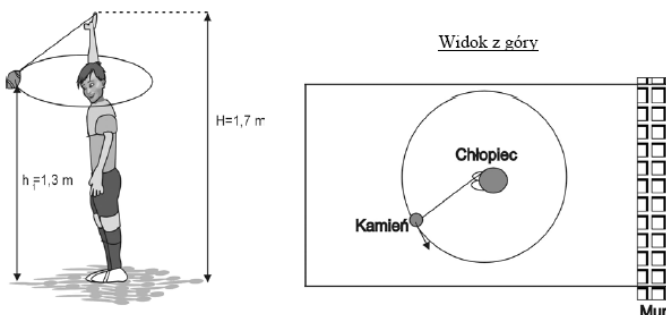
Wyjaśnij, dlaczego parcie wody na dno podczas wyciągania wiadra wypełnionego wodą ze studni ruchem przyspieszonym jest większe niż podczas wyciągania wiadra ruchem jednostajnym.

2.64

Zadanie 25. Chłopiec (11 pkt)

Chłopiec (rys.) wprawia w ruch po okręgu kamień o masie 0,4 kg zawieszony na sznurku o długości 1 m. Płaszczyzna okręgu zataczanego przez kamień znajduje się na wysokości 1,3 m nad podłożem, a uniesiona pionowo ręka trzymająca sznurek 1,7 m nad podłożem.

Chłopiec (rys.) wprawia w ruch po okręgu kamień o masie 0,4 kg zawieszony na sznurku o długości 1 m. Płaszczyzna okręgu zataczanego przez kamień znajduje się na wysokości 1,3 m nad podłożem, a uniesiona pionowo ręka trzymająca sznurek 1,7 m nad podłożem.



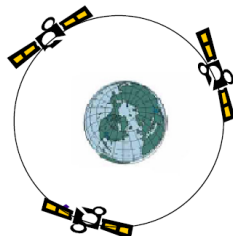
a) Oblicz pracę, jaką musi wykonać chłopiec, aby płaszczyzna obrotu kamienia znalazła się w odległości $h_2 = 1,5 \text{ m}$ od podłoża. Przyjmij, że zmiana wartości pracy, jaką wykonuje siła oporu powietrza jest do zaniedbania podczas zmiany płaszczyzny ruchu kamienia oraz, że niewielkie ruchy dłoni, jakie musi wykonać chłopiec, aby rozpedzić kamień, nie wpływają na wartość obliczanej pracy. (8 pkt)

b) W pewnej chwili płaszczyzna okręgu, w której poruszał się kamień, znajdowała się na wysokości 1,5 m od podłoża a kamień poruszał się z prędkością o wartości $7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. W pobliżu chłopca znajduje się ściana budynku (Mur na rys.). Oblicz, jaka może być najmniejsza odległość między chłopcem a ścianą, aby w przypadku zerwania się sznurka w momencie, gdy kierunek wektora prędkości kamienia jest prostopadły do ściany, kamień w nią nie uderzył. (3 pkt)

2.65

Zadanie 25. (10 pkt) SATELITY

Do celów telekomunikacji wykorzystywane są tzw. satelity geostacjonarne, które krążąc dookoła Ziemi poziomie „wisi” nad wybranym punktem powierzchni Ziemi.



a) (2 pkt) Jakie muszą być okres i kierunek obrotu takiego satelity i jak musi być położona jego orbita w stosunku do równika?

b) (3 pkt) Wykaż, że jeżeli promień orbity takiego satelity wynosi 42 300 km, to prędkość z jaką krąży, wynosi około 3,08 km/s.

c) (3 pkt) W wyniku błędu obsługi inna firma ułokowała na takiej samej orbicie satelitę telekomunikacyjnego o masie dwa razy mniejszej i poruszającego się w przeciwną stronę. W wyniku zderzenia oba obiekty utworzyły jedną bryłę. Oblicz prędkość tej bryły tuż po zderzeniu.

d) (2 pkt) Dlaczego utworzona w wyniku zderzenia bryła nie może poruszać się po orbicie stacjonarnej? Czy prędkość, z jaką porusza się bryła, jest prędkością orbitalną dla orbity leżącej dalej czy bliżej Ziemi? Odpowiedzi uzasadnij.

2.66

Zadanie 24. Tarcie (7 pkt)

Grupa uczniów zmierzyła siłę potrzebną do ciągnięcia klocka o masie 100 gramów ruchem jednostajnym po chropowatej powierzchni, kładąc na klocek kolejne odważniki stugramowe wycechowane z dokładnością do 1 grama. Do pomiaru siły użyto siłomierza, w którym odległość między najbliższymi podziałkami wynosiła 0,25 N.

Wyniki pomiarów zebrane są w tabeli:

Masa, g	100	200	300	400	500	600	700	800	1000
Siła nacisku, N									
Siła przy ruszaniu, N	0,5	1,0	1,8	2,0	2,8	3,6	4,0	4,5	5,5
Siła w ruchu jednostajnym, N	0,4	0,8	1,0	1,6	1,7	2,2	2,4	2,5	3,0

a) Uzupełnij tabelę. Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie jest równe 10 m/s^2 . (1 pkt)

b) Zrób wykresy zależności siły w chwili ruszania z miejsca oraz siły przy ruchu jednostajnym od siły nacisku. (4 pkt)

c) Oblicz współczynnik tarcia statycznego i dynamicznego. (2 pkt)

2.67

Zadanie 28. Kulka w cieczy (10 pkt)

Podczas ruchu ciał w płynach (cieczach lub gazach) występuje zjawisko lepkości. Powoduje ono występowanie siły oporu, której wartość w przypadku laminarnego (opływowego) ruchu kulki można wyrazić wzorem

$$F = 6\pi \cdot r \cdot \eta \cdot v \quad \text{gdzie: } r - \text{promień kulki}$$

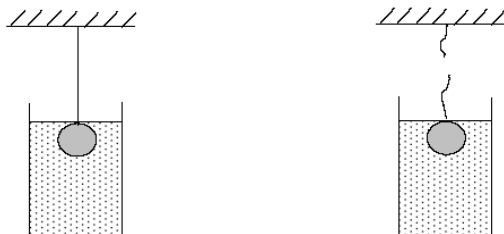
v – prędkość opadania,

η – współczynnik lepkości charakterystyczny dla danej cieczy

28.1 (4 pkt)

Jednorodną metalową kulkę o promieniu 1 cm zawieszono na cienkiej nici i zanurzono całkowicie w wodzie w głębokim naczyniu.

Narysuj, uwzględniając odpowiednie długości wektorów i nazwij siły działające na kulkę w sytuacji:



a) gdy pozostawała nieruchoma. (2 pkt) b) w chwili po przepaleniu nitki (2 pkt)

28.2 (3 pkt)

W tabeli obok podano wartości lepkości wody dla różnych temperatur. Wykaż, że maksymalna wartość prędkości opadania kulki będzie największa w wodzie o temperaturze 25°C . Zmiany gęstości wody związane ze zmianami temperatury pomini. Odpowiedź uzasadnij, zapisując odpowiednie zależności.

Temperatura wody w $^\circ\text{C}$	Lepkość w $10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$
5	1.519
10	1.307
15	1.140
20	1.002
25	0.891

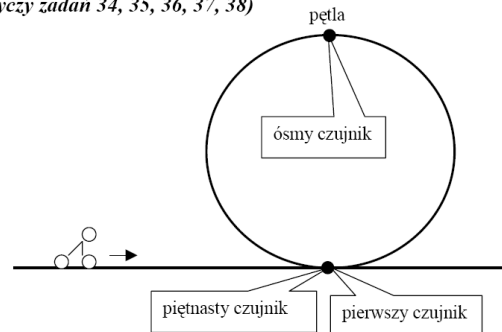
Źródło: Tablice fizyczno-astrofizyczne Wydawnictwo Adamant

28.3 (3 pkt)

Wyprowadź zależność pozwalającą obliczyć wartość maksymalnej prędkości z jaką opada w cieczy metalowa kulka. Załóż, że dane są: promień kulki, współczynnik lepkości oraz gęstość metalu i cieczy.

2.68

Diabelska pętla (dotyczy zadań 34, 35, 36, 37, 38)



Podczas pokazów kaskaderskich motocyklista pokonał tzw. „pętlę śmierci”, której schemat przedstawiono na rysunku powyżej. Wzdłuż wewnętrznej powierzchni „pętli” zainstalowane zostały w jednakowych odstępach specjalistyczne urządzenia (15 czujników) za pomocą których można było rejestrować siłę nacisku obu kół motocykla na pętlę powierzchni oraz czas, który upłynął od momentu zadziałania pierwszego czujnika. Wyniki pomiarów przedstawiono w poniższej tabeli:

nr czujnika siły	czas rejestracji [s]	wartość siły nacisku [kN]
1	0,00± 0,05	5,96± 0,05
2	0,22± 0,05	5,77± 0,05
3	0,45± 0,05	5,22± 0,05
4	0,67± 0,05	4,44± 0,05
5	0,90± 0,05	3,57± 0,05
6	1,12± 0,05	2,78± 0,05
7	1,35± 0,05	2,23± 0,05
8	1,57± 0,05	2,04± 0,05
9	1,79± 0,05	2,23± 0,05
10	2,02± 0,05	2,77± 0,05
11	2,24± 0,05	3,56± 0,05
12	2,47± 0,05	4,43± 0,05
13	2,69± 0,05	5,22± 0,05
14	2,92± 0,05	5,77± 0,05
15	3,14± 0,05	5,96± 0,05

Całkowita masa motocykla wraz z motocyklistą wynosi 200 kg, zaś wewnętrzny promień pętli 5,60 m. Podczas pokonywania pętli motocyklista poruszał się z prędkością o stałej wartości. W obliczeniach potraktuj układ motocykl-człowiek jako punkt materialny poruszający się po okręgu o promieniu 5 m.

Zadanie 34 (5 pkt.)

Przedstaw na wykresie zależność siły nacisku od numeru czujnika. Zaznacz niepewności pomiarowe.

Zadanie 35 (4 pkt.)

Oblicz wartość prędkości liniowej układu motocykl-człowiek.

Zadanie 36 (3 pkt.)

Oblicz wartość przyspieszenia dośrodkowego układu motocykl-człowiek zakładając, że porusza się on w pętli z prędkością o wartości 10 m/s.

Zadanie 37 (3 pkt.)

Oblicz najmniejszą wartość prędkości, z jaką motocyklista na motorze może bezpiecznie pokonać „pętlę”.

Zadanie 38 (2 pkt.)

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: Prędkość liniowa motocyklisty w czasie pokonywania pętli jest stała. Odpowiedź uzasadnij.

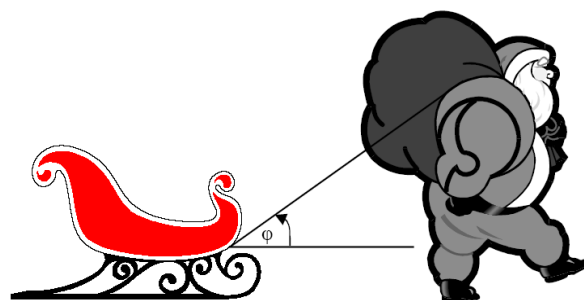
2.69

„Sanki”

Mikołaj ciągnie sanki o masie 5 kg po poziomej powierzchni. Sznurek tworzy z poziomem kąt 30° . Współczynnik tarcia sanek o śnieg ma wartość 0,2. Zależność drogi przebytej przez sanki od czasu przedstawiono w tabeli:

t [s]	0	5	10	12	20	25	27	30	40
s [m]	0	7,5	15	18	30	37,5	40,5	45	60

18. Zaznacz na rysunku wszystkie siły działające na sanki.

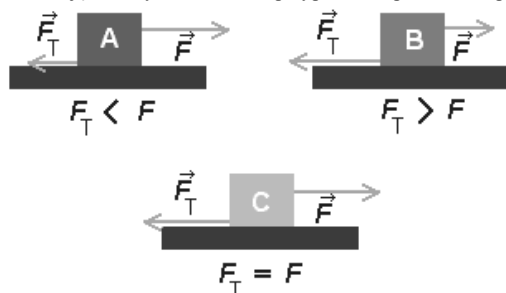


19. Oblicz pracę, którą wykonuje Mikołaj ciągnąc sanki na drodze 50 m.

Dynamika – inne zadania

2.70

Na rysunku przedstawiono siły działające na poruszające się ciała: A, B, C. Analizując te trzy zilustrowane przypadki, odpowiedz na poniższe pytania:



- jakim ruchem poruszają się ciała A, B i C?
- określ kierunek i zwrot wypadkowej siły działającej na ciała A, B i C,
- podaj prawo, na podstawie którego ustaliłeś rodzaj ruchu tych ciał.

2.71

Ciało o masie $m = 8 \text{ kg}$ pod wpływem pewnej siły porusza się z przyspieszeniem $a = 0,5 \text{ m/s}^2$. Jaką wartość ma ta siła?

2.72

Wózek o masie 4 kg chcemy nadać przyspieszenie o wartości $0,5 \text{ m/s}^2$. Jaka powinna być wartość siły?

2.73

Co możesz powiedzieć o masach dwóch ciał, które pod działaniem takiej samej siły, uzyskują różne przyspieszenia? Uzasadnij odpowiedź, posługując się wzorami.

2.74

Na wózek o masie $1,5 \text{ kg}$ działamy siłą 6 N . Opory ruchu wózka są tak małe, że możemy je pominąć.

- Jakim ruchem porusza się wózek? Odpowiedź uzasadnij.
- Oblicz przyspieszenie wózka.
- Z jakim przyspieszeniem będzie poruszał się ten sam wózek, gdy będziemy na niego działać siłą 12 N ?

2.75

Na klocek działają w kierunku poziomym dwie siły: 8 N i 3 N . Oblicz jakie może być największe i najmniejsze przyspieszenie klocka, wiedząc że jego masa wynosi 2 kg . Opory ruchu pomijamy.

2.76

Wózek o masie 1 kg , poruszający się po poziomym torze, zwiększył swoją prędkość z 5 m/s do 17 m/s w ciągu 4 s . Oblicz siłę wypadkową działającą na wózek.

2.77

Rakietą o masie 16 ton podczas startu uzyskuje przyspieszenie 60 m/s^2 . Oblicz siłę ciągu rakiety. Opór powietrza pomijamy.

2.78

Samochód o masie 1500 kg porusza się z prędkością 54 km/h . W pewnej chwili kierowca wyłączył silnik i samochód zatrzymał się po upływie 30 s . Oblicz średnią siłę oporów ruchu.

2.79

Koń ciągnie wóz. Działa na niego stała siła. Dlaczego wóz porusza się ruchem jednostajnym, a nie jednostajnie przyspieszonym?

2.80

Magnes sztabkowy o masie $0,2 \text{ kg}$ zawieszono na siłomierzu i umieszczono nad żelazną sztabką o takiej samej masie, leżącą na stole. Siłomierz wskazywał siłę $2,5 \text{ N}$. Jaką siłą żelazna sztabka naciskała na stół?

2.81

Dwaj chłopcy o masach 40 kg i 60 kg stoją na wrotkach, na gładkiej podłodze, naprzeciw siebie. W pewnej chwili pierwszy chłopiec odpycha drugiego siłą 20 N . Oblicz, jakie przyspieszenia uzyskują chłopcy podczas odpychania.

2.82

Słoń afrykański osiąga masę $7,5 \text{ tony}$. Na krótkich dystansach słoń ten może osiągnąć prędkość nawet do 36 km/h . Oblicz pęd bieżącego słońca.

2.83

Samochód zwiększył prędkość z 54 km/h do 90 km/h . Oblicz zmianę pędu samochodu, jeżeli masa samochodu wraz z kierowcą wynosi 1000 kg .

2.84

Samochód ciężarowy o masie 10 ton , ruszając z miejsca postoju, osiągnął prędkość 72 km/h w ciągu 50 sekund . Jaka siła działała na samochód? Ile wynosił dostarczony impuls siły?

2.85

Człowiek przewozi tratwę kamienie z jednej strony jeziora na drugą. Niestety, na środku jeziora zgubił wiosło. Czy mógłbyś mu wskazać sposób dotarcia do brzegu oparty na zasadzie zachowania pędu?

2.86

Kulka z plasteliny o masie $m_1 = 2 \text{ kg}$ poruszająca się z prędkością 3 m/s zderza się z nieruchomą kulą z plasteliny o masie $m_2 = 4 \text{ kg}$. Z jaką prędkością będą się poruszały zlepione kulki po zderzeniu?

2.87

Chłopiec o masie 50 kg , stojąc na deskorolce na gładkiej powierzchni, rzucił przed siebie piłkę lekarską o masie 5 kg z prędkością 7 m/s . Z jaką prędkością chłopiec odjechał w przeciwną stronę?

2.88

Wózek o masie 10 kg pod wpływem pewnej siły porusza się z przyspieszeniem 1 m/s^2 . Oblicz, jaką masę piasku należałoby wsypać do wózka, aby pod wpływem tej samej siły poruszał się z przyspieszeniem $0,4 \text{ m/s}^2$.

2.89

Podczas gry piłkarz uderzył w nieruchomą piłkę o masie 450 g , nadając jej szybkość 12 m/s . Czy może to oznaczać, że siłomierz z kulą jest opuszczany lub podnoszony ruchem przyspieszonym? Uzasadnij odpowiedź.

2.90

Zaproponuj doświadczenie, w którym wyznaczyłbyś współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego dla drewnianego klocka na drewnianej powierzchni.

2.91

Na sprężynie siłomierza zawieszona jest kulka o masie $0,5 \text{ kg}$. Siłomierz wskazuje $2,5 \text{ N}$. Czy może to oznaczać, że siłomierz z kulą jest opuszczany lub podnoszony ruchem przyspieszonym? Uzasadnij odpowiedź.

2.92

Samochód osobowy o masie $1,3 \text{ t}$ rusza z miejsca ze stałym przyspieszeniem i po upływie 15 s osiąga prędkość o wartości 108 km/h . W ciągu kolejnych 90 s porusza się ruchem jednostajnym, a następnie hamuje ze stałym opóźnieniem. Czas hamowania wynosi 20 s .

- Narysuj wykres zależności wartości prędkości od czasu.
- Oblicz średnią szybkość samochodu.
- Narysuj wykres zależności przyspieszenia od czasu.
- Oblicz wartość sił działających na samochód w poszczególnych etapach ruchu.
- Oblicz zmianę pędu samochodu, która wystąpiła w ciągu 2 min i 5 s .

2.93

Ciało o masie $0,2 \text{ kg}$ znajduje się na równi pochyłej o kącie nachylenia $\alpha = 30^\circ$.

- Wymień siły działające na ciało i sporządź rysunek
- Pomijając tarcie, oblicz przyspieszenie, z jakim będzie się zsuwać ciało po równi
- Wykaż, że współczynnik tarcia statycznego jest równy tangensowi kąta nachylenia równi.
- Oblicz, z jakim przyspieszeniem będzie się zsuwać ciało z równi, jeżeli współczynnik tarcia kinetycznego $f_k = 0,1$.
- Oblicz, jaką dodatkową siłę trzeba przyłożyć do ciała, aby poruszało się ruchem jednostajnym do góry. Współczynnik tarcia kinetycznego $f_k = 0,1$. Wykonaj rysunek.
- Oblicz, jaką prędkość należałoby nadać ciału u podnóża równi o długości 1 m , aby na jej końcu ciało się zatrzymało. Współczynnik tarcia kinetycznego $f_k = 0,1$.

2.94

Zawodnik rozpoczyna zjazd na sankach po pokrytym lodem torze saneczkowym. Po pokonaniu prostoliniowego pochyłego odcinka toru o długości 15 m prędkość zawodnika wynosiła $12,25 \text{ m/s}$. Oblicz kąt nachylenia toru na tym odcinku.

2.95

Samochód jechał z szybkością $v_0 = 72 \text{ km/h}$. Gdy zaczął wjeżdżać pod górę na tor nachylony pod kątem 30° , kierowca wyłączył silnik. Wiedząc, że siła tarcia stanowi $0,2$ ciężaru samochodu, oblicz, jak daleko do momentu zatrzymania się wjedzie samochód. Ile czasu będzie jechał?

2.96

Sanki z Małgosią i Tomkiem połączone razem i przyczepiono do uprzęży konia. Linia łącząca sanki z uprzężą konia tworzy kąt 30° z poziomem. Masa Gosi z sankami wynosi 60 kg , a Tomka 80 kg . Koń ruszając z miejsca ciągnie sanki siłą 50 N .

- Oblicz przyspieszenie sanek w chwili startu, gdy pominiemy siły tarcia.
- Oblicz siłę naprężenia linki łączącej sanki Gosi z sankami Tomka podczas ruchu sanek, jeżeli współczynnik tarcia kinetycznego sanek o śnieg wynosi $0,014$.