Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 13

Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne

Siła wypadkowa, zasady dynamiki dla układów ciał, tarcie statyczne i kinetyczne, ruch na równi, siła bezwładności, zasada względności Galileusza; wyznaczanie współczynnika tarcia statycznego na równi. Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, zadania typu maturalnego, doświadczenie i materiał źródłowy, kartkówka (A i B) i sprawdzian (A i B) – z kluczem i zasadami oceniania.

Fizyka | klasa 1 LO i technikum | Dział 13 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	4 zad. · 9 pkt
2	**Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	7 zad. · 14 pkt
3	**Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki	Zadania typu maturalnego	ZR	6 zad. · 14 pkt
4	**Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZR	5 zad. · 17 pkt
5	**Kartkówka: zasady dynamiki, tarcie i równia – grupa A**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: zasady dynamiki, tarcie i równia – grupa B**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – grupa A**	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 22 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – grupa B**	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 22 pkt · 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 przypomina najważniejsze prawa i wzory działu oraz pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia podstawowe, karta 3 – zadania w formule matury 2027 z fizyki (polecenia i punktacja jak w arkuszach CKE), karta 4 – doświadczenie i materiał źródłowy (pomiary, wykres, tekst, dane).
- Karty 5–6 to kartkówka (15 minut), a karty 7–8 – sprawdzian (45 minut), każda w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne dane.
- Klucz na końcu: odpowiedzi, wymaganie z podstawy przy każdym zadaniu, przykładowe rozwiązania i zasady oceniania etapami, jak w zasadach oceniania CKE. Osobny plik „Powtórka": prawa i wzory (co jest w broszurze CKE), typowe błędy, test „Sprawdź się".

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **ZR II.12** wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie;
- **ZR II.13** stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał;
- **ZR II.17** opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie statyczne, tarcie kinetyczne); rozróżnia współczynniki tarcia kinetycznego oraz tarcia statycznego; omawia rolę tarcia na wybranych przykładach;
- **ZR II.18** rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne; omawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych; posługuje się pojęciem siły bezwładności;
- **ZR II.19** stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza);
- **ZR II.23** opisuje ruch ciał na równi pochyłej;
- **ZR II.26a** doświadczalnie: a) demonstruje zachowanie ciał w układach poruszających się z przyspieszeniem
- **ZR II.26d** doświadczalnie: d) wyznacza współczynnik tarcia statycznego na podstawie analizy zachowania się ciała na równi

Materiał oryginalny – zadania nie są kopiami zadań CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania (PR): II.12, II.13, II.17, II.18, II.19, II.23, II.26a, II.26d. Stałe fizyczne – według broszury CKE „Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki". Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka

ZR KARTA 1/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ... / 9 pkt

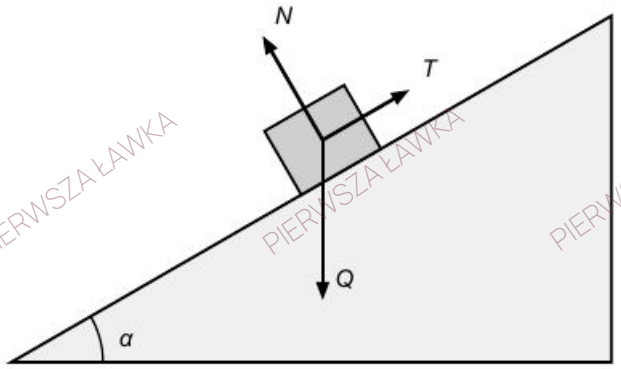
Najważniejsze wiadomości · 9 pkt

Przypomnij sobie

- **Siła wypadkowa** to suma wektorowa wszystkich sił działających na ciało. Wyznaczamy ją graficznie metodą równoległoboku albo „wektor za wektorem” (początek następnego w końcu poprzedniego); w obliczeniach – rozkładamy siły na składowe wzdłuż dwóch prostopadłych osi i dodajemy składowe.
- **Zasady dynamiki** (w układzie inercjalnym): I – jeżeli $\vec{F}_{wyp} = 0$, ciało spoczywa albo porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym; II – $\vec{a} = \frac{\vec{F}_{wyp}}{m}$; III – ciała działają na siebie siłami o równych wartościach i przeciwnych zwrotach, przyłożonymi do **różnych** ciał (dlatego się nie równoważą).
- **Układ ciał** połączonych nicią (nierozciągliwą, o znikomej masie): wszystkie ciała mają przyspieszenie o tej samej wartości. Piszemy II zasadę dla każdego ciała osobno (siła napięcia nici występuje w obu równaniach) albo dla całego układu: $(m_1 + m_2)a$ = suma sił zewnętrznych wzdłuż ruchu.
- **Tarcie statyczne** działa, gdy ciało spoczywa względem podłoża; jego wartość dopasowuje się do sytuacji: $T_s \le \mu_s N$. Wartość $\mu_s N$ to **maksymalna** siła tarcia statycznego. **Tarcie kinetyczne** (ciało się ślizga): $T_k = \mu_k N$. Zwykle $\mu_k < \mu_s$ – łatwiej utrzymać ruch niż go zacząć. Opory ośrodka (powietrza, wody) rosną z prędkością.

Ruch klocka na równi o kącie α	Przyspieszenie (oś wzdłuż ruchu)
zsuwanie bez tarcia	$a = g\sin\alpha$
zsuwanie z tarciem	$a = g(\sin\alpha - \mu_k\cos\alpha)$
ruch w górę równi (po pchnięciu) z tarciem	opóźnienie $a = g(\sin\alpha + \mu_k\cos\alpha)$
spoczynek	$T_s = mg\sin\alpha$, możliwy, gdy $\operatorname{tg}\alpha \le \mu_s$

- Na równi: składowa ciężaru wzdłuż równi $Q_{\parallel} = mg\sin\alpha$, prostopadła $Q_{\perp} = mg\cos\alpha$; siła nacisku i reakcja $N = mg\cos\alpha$ (gdy inne siły nie działają prostopadle do równi).
- **Układ inercjalny** – taki, w którym ciało, na które nie działają siły (albo siły się równoważą), spoczywa lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym. Układ poruszający się z przyspieszeniem $\vec{a}_u$ jest **nieinercjalny**: aby opisać w nim ruch zasadami dynamiki, dodajemy do każdego ciała **siłę bezwładności** $\vec{F}_b = -m\vec{a}_u$. Nie ma ona źródła (innego ciała), więc nie ma dla niej siły reakcji.
- Przykłady: w windzie ruszającej w górę waga pokazuje $m(g + a)$, przy hamowaniu w czasie jazdy w górę – $m(g - a)$; w autobusie, który hamuje, pasażer „leci” do przodu. W układzie związanym z ziemią to po prostu bezwładność (I zasada), w układzie autobusu – siła bezwładności.
- **Zasada względności Galileusza:** we wszystkich układach inercjalnych prawa mechaniki mają tę samą postać – żadnym doświadczeniem mechanicznym wewnątrz wagonu jadącego ruchem jednostajnym prostoliniowym nie odróżnimy jego ruchu od spoczynku. Prędkości w dwóch takich układach różnią się o prędkość względną układów, a przyspieszenia i siły są takie same.



Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Klocek zsuwa się z równi o kącie nachylenia 30°. Współczynnik tarcia kinetycznego klocka o równię wynosi 0,20. Oblicz wartość przyspieszenia klocka. Przyjmij, że $g = 9{,}81\ m/s^2$.**

Oś wzdłuż równi w dół. Siły wzdłuż osi: $mg\sin\alpha$ (w dół) i $T = \mu N = \mu mg\cos\alpha$ (w górę).

$ma = mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha \rightarrow a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 9{,}81\ m/s^2 \cdot (0{,}500 - 0{,}20 \cdot 0{,}866) \approx$ **3,2 m/s²**.

Masa się skraca – przyspieszenie nie zależy od masy klocka.

Przykład 2. **Klocek o masie 2,0 kg leży na poziomym stole i jest połączony nicią przerzuconą przez bloczek z wiszącym ciężarkiem o masie 1,0 kg. Współczynnik tarcia kinetycznego klocka o stół wynosi 0,25. Oblicz wartość przyspieszenia układu i wartość siły napięcia nici. Pomiń masę bloczka i nici. Przyjmij, że $g = 9{,}81\ m/s^2$.**

Ciężarek: $m_2a = m_2g - N$; klocek: $m_1a = N - \mu m_1g$.

Dodajemy stronami: $a = \dfrac{(m_2 - \mu m_1)g}{m_1 + m_2} = (1{,}0 - 0{,}50) \cdot 9{,}81 : 3{,}0\ m/s^2 \approx$ **1,6 m/s²**.

$N = m_2(g - a) = 1{,}0\ kg \cdot (9{,}81 - 1{,}635)\ m/s^2 \approx$ **8,2 N** – mniej niż ciężar ciężarka, bo ciężarek przyspiesza w dół.

Przykład 3. **Uczeń o masie 60 kg stoi na wadze łazienkowej w windzie, która rusza w górę z przyspieszeniem o wartości 2,0 m/s². Oblicz, jaką siłę nacisku wskazuje waga. Opisz sytuację w układzie windy. Przyjmij, że $g = 9{,}81\ m/s^2$.**

Układ ziemi (inercjalny), oś w górę: $ma = N - mg \rightarrow N = m(g + a) = 60\ kg \cdot 11{,}81\ m/s^2 \approx$ **$7{,}1 \cdot 10^2$ N**.

Układ windy (nieinercjalny): uczeń spoczywa, więc $N - mg - F_b = 0$, gdzie siła bezwładności $F_b = ma$ jest zwrócona w dół – wynik ten sam.

Waga wskazuje siłę nacisku (a nie masę) – stąd wrażenie „cięższego ciała”.

Zadania

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Na ciało działają dwie prostopadłe siły o wartościach 5 N i 12 N. Wartość siły wypadkowej jest równa

A. 17 N. B. 13 N. C. 60 N. D. 7 N.

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Siła tarcia statycznego działającego na spoczywający klocek ma zawsze wartość $\mu_s N$.	P	F
2. Siły, którymi Ziemia przyciąga jabłko i jabłko przyciąga Ziemię, równoważą się.	P	F
3. W wagonie jadącym ruchem jednostajnym prostoliniowym kulka puszczona z ręki spada pionowo w dół względem wagonu.	P	F

Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR KARTA 2/8

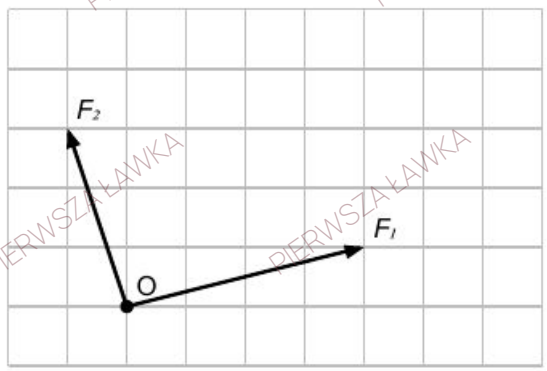
Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 14 pkt

Ćwiczenia · 14 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Na ciało w punkcie O działają dwie siły pokazane na diagramie (1 kratka – 1 N). Wyznacz graficznie siłę wypadkową – narysuj ją w punkcie O – i oblicz jej wartość. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Miejsce na odpowiedź



1 kratka – 1 N

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Uczeń pcha poziomo skrzynię o masie 10 kg stojącą na podłodze siłą o wartości 30 N. Współczynniki tarcia skrzyni o podłogę: statycznego 0,40, kinetycznego 0,30. Rozstrzygnij, czy skrzynia ruszy, i podaj wartość siły tarcia działającej na skrzynię. Przyjmij, że $g = 9{,}81\ m/s^2$. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Klocek zsuwa się ruchem jednostajnym po równi o kącie nachylenia α. Współczynnik tarcia kinetycznego klocka o równię jest równy

A. $\operatorname{tg}\alpha$. B. $\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$. C. $\cos\alpha$. D. $\sin\alpha$.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Dwa klocki o masach $m_1 = 1{,}0$ kg i $m_2 = 2{,}0$ kg leżą na gładkim poziomym stole i są połączone nicią. Klocek o masie m_2 ciągniemy poziomo siłą o wartości 12 N. Oblicz wartość przyspieszenia klocków i wartość siły napięcia nici. Tarcie pomiń. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–3 pkt) ..... / 3

Autobus jedzie prosto i nagle hamuje. Piłka leżąca na podłodze toczy się do przodu. Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. W układzie związanym z jezdnią na piłkę nie działa żadna siła pozioma (pomijamy tarcie), a piłka zachowuje swoją prędkość.	**P**	**F**
2. W układzie związanym z autobusem na piłkę działa siła bezwładności zwrócona do przodu autobusu.	**P**	**F**
3. Siła bezwładności działająca na piłkę ma swoją siłę reakcji działającą na autobus.	**P**	**F**

Zadanie 6. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Pasażer pociągu jadącego ruchem jednostajnym prostoliniowym podrzuca pionowo w górę (względem wagonu) piłeczkę. Piłeczka

A. spadnie przed pasażerem (bliżej lokomotywy).

B. spadnie za pasażerem (bliżej końca pociągu).

C. spadnie z powrotem do ręki pasażera.

D. będzie spadać po linii prostej nachylonej do pionu.

Zadanie 7. (0–3 pkt) ..... / 3

Klocek pchnięto w górę równi o kącie nachylenia 30° tak, że uzyskał prędkość o wartości 4,0 m/s. Współczynnik tarcia kinetycznego wynosi 0,25. Oblicz drogę, jaką klocek przebędzie w górę równi do chwili zatrzymania. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Przyjmij, że $g = 9{,}81$ m/s^2. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – zadania typu maturalnego

Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki

ZR

KARTA 3/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 14 pkt

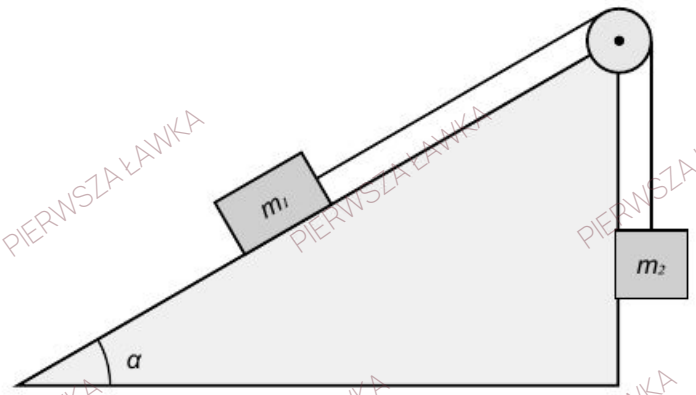
Zadania typu maturalnego · 14 pkt

Zadanie 1. (0–6 pkt)

Klocek o masie m_1 leży na równi o kącie nachylenia α. Jest połączony nicią przerzuconą przez bloczek w szczycie równi z ciężarkiem o masie m_2 (rysunek). Po zwolnieniu ciężarek opada, a klocek wjeżdża w górę równi. Współczynnik tarcia kinetycznego klocka o równię wynosi μ.

Przyjmij, że:

- nić jest nierozciągliwa i równoległa do równi, a jej masę i masę bloczka można pominąć;
- bloczek obraca się bez tarcia;
- $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$.



Zadanie 1.1. (0–3 pkt) ..... / 3

Wyznacz wartość przyspieszenia klocka a – w zależności tylko od m_1, m_2, α, μ i g. Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na a.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz wartość przyspieszenia klocka dla $m_1 = 2{,}0$ kg, $m_2 = 1{,}5$ kg, $\alpha = 30°$ i $\mu = 0{,}20$. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

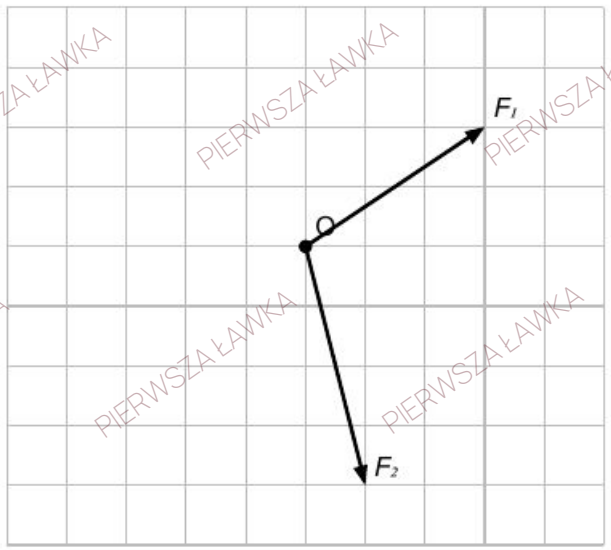
Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
W czasie ruchu wartość siły napięcia nici jest

A. równa ciężarowi ciężarka.
B. mniejsza od ciężaru ciężarka.
C. większa od ciężaru ciężarka.
D. równa zeru.

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Na ciało w punkcie O działają dwie siły pokazane na diagramie (1 kratka – 1 N). Narysuj w punkcie O trzecią siłę, przy której ciało będzie poruszać się ruchem jednostajnym prostoliniowym, i oblicz jej wartość. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Miejsce na odpowiedź



1 kratka – 1 N

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Gdy klocek spoczywa na równi, wartość siły tarcia statycznego działającej na niego jest równa $mg\sin\alpha$.	P	F
2. Wartość siły tarcia statycznego działającej na klocek spoczywający na równi jest zawsze równa $\mu_s mg\cos\alpha$.	P	F

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Klocek leży na równi o kącie nachylenia α; współczynnik tarcia statycznego wynosi μ_s. Wykaż, że jeżeli $\operatorname{tg}\alpha \leq \mu_s$, to klocek pozostaje w spoczynku niezależnie od jego masy.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Winda jadąca w dół hamuje. Pasażer stoi na wadze. W układzie związanym z windą siła bezwładności działająca na pasażera jest zwrócona

A. w górę, a waga wskazuje mniej niż ciężar pasażera.

B. w górę, a waga wskazuje więcej niż ciężar pasażera.

C. w dół, a waga wskazuje mniej niż ciężar pasażera.

D. w dół, a waga wskazuje więcej niż ciężar pasażera.

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Na płaskiej podłodze skrzyni ciężarówki stoi paczka. Współczynnik tarcia statycznego paczki o podłogę wynosi 0,35. Oblicz największą wartość przyspieszenia, z jakim może ruszać ciężarówka, aby paczka nie przesunęła się względem podłogi. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Przyjmij, że g = 9,81 m/s². Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZR KARTA 4/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 17 pkt

Praca z materiałem źródłowym · 17 pkt

Zadanie 1. (0–5 pkt)

Uczniowie położyli drewniany klocek na desce o długości L = 1,000 m, której jeden koniec leżał na stole. Drugi koniec powoli podnosili i mierzyli wysokość h tego końca nad stołem w chwili, gdy klocek zaczynał się zsuwać. Pomiar powtórzyli pięć razy.

Pomiar	1	2	3	4	5
h, m	0,38	0,41	0,39	0,42	0,40

Zadanie 1.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz średnią wartość wysokości h oraz jej niepewność pomiarową jako połowę różnicy wyniku największego i najmniejszego. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyznacz współczynnik tarcia statycznego klocka o deskę dla średniej wysokości h. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Gdyby uczniowie delikatnie stukali w deskę podczas podnoszenia, zmierzone wysokości h byłyby najprawdopodobniej

A. takie same jak bez stukania.

B. mniejsze, bo drgania ułatwiają klockowi ruszenie przy mniejszym kącie.

C. większe, bo drgania zwiększają tarcie statyczne.

D. równe długości deski.

Zadanie 2. (0–4 pkt)

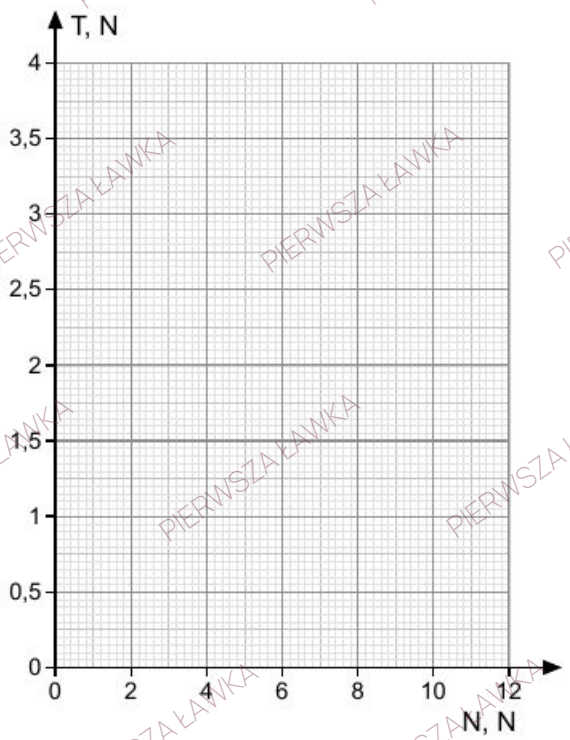
Uczniowie ciągnęli siłomierzem klocek ruchem jednostajnym po poziomym stole, dokładając na niego odważniki. Siła nacisku N była równa ciężarowi klocka z odważnikami, a wskazanie siłomierza – wartości siły tarcia kinetycznego T. Niepewność odczytu siłomierza wynosi 0,05 N; niepewność N pomiń.

Pomiar	1	2	3	4	5
N, N	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
T, N	0,62	1,17	1,84	2,38	3,03

Zadanie 2.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Na siatce zaznacz punkty pomiarowe wraz z odcinkami niepewności i narysuj prostą najlepiej dopasowaną do punktów, przechodzącą przez początek układu współrzędnych.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 2.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Korzystając z nachylenia narysowanej prostej, wyznacz współczynnik tarcia kinetycznego klocka o stół. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Baldwin Street w Dunedin (Nowa Zelandia) jest wpisana do Księgi rekordów Guinnessa jako najbardziej stroma ulica świata – jej nachylenie mierzone wzdłuż osi jezdni wynosi 34,8% (wzrost wysokości o 34,8 m na 100 m w poziomie). Oblicz kąt nachylenia ulicy oraz najmniejszą wartość współczynnika tarcia statycznego opon o jezdnię, przy której zaparkowany samochód z zablokowanymi kołami nie zsunie się. Kąt podaj z dokładnością do 1°, a współczynnik – do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Masz butelkę z wodą (do połowy), nitkę z ciężarkiem i telefon z aplikacją mierzącą przyspieszenie. Zaplanuj demonstrację zachowania ciał w autobusie, który rusza z przystanku. Opisz, co zaobserwujesz i jak to wyjaśnić w układzie autobusu.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 1 LO i technikum (zakres...

Podgląd pokazał 12 z 41 stron. Pełna wersja: 41 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 9 pkt
- Karta 2: Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 14 pkt
- Karta 3: Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – zadania typu maturalnego – 6 zadań, 14 pkt
- Karta 4: Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 5 zadań, 17 pkt
- Karta 5: Kartkówka: zasady dynamiki, tarcie i równia – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: zasady dynamiki, tarcie i równia – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – grupa A – 10 zadań, 22 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Zasady dynamiki, tarcie, równia i układy nieinercjalne – grupa B – 10 zadań, 22 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, da

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-1-dzial-13-zasady-dynamiki-tarcie-rownia-zakres-rozszerzony