Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 11

Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy

Jednostki podstawowe i pochodne, działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie przez liczbę, rozkład), planowanie doświadczenia i hipoteza, rozdzielczość przyrządów, średnia i niepewność wielkości prostej, odcinki niepewności na wykresie, prosta najlepszego dopasowania i interpretacja nachylenia, cyfry znaczące. 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 11 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	4 zad. · 9 pkt
2	**Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	7 zad. · 16 pkt
3	**Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki	Zadania typu maturalnego	ZR	6 zad. · 10 pkt
4	**Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZR	3 zad. · 11 pkt
5	**Kartkówka: pomiar i niepewności – grupa A**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: pomiar i niepewności – grupa B**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – grupa A**	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – grupa B**	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 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 I.1** przedstawia jednostki wielkości fizycznych, wyraża je poprzez jednostki podstawowe; przelicza wielokrotności i podwielokrotności;
- **ZR I.4** przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem;
- **ZR I.5** rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne, wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie przez liczbę, rozkładanie na składowe);
- **ZR I.6** tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;
- **ZR I.9** dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami;
- **ZR I.10** przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia na podstawie ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji;
- **ZR I.11** opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość;
- **ZR I.13** wyznacza średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzanego;
- **ZR I.14** posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności; uwzględnia niepewności przy sporządzaniu wykresów;
- **ZR I.15** przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zaokrąglony do zadanej liczby cyfr znaczących;

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): I.1, I.4, I.5, I.6, I.9, I.10, I.11, I.13, I.14, I.15. 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.

Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – 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

- **Jednostki podstawowe układu SI** (siedem):

Wielkość	Jednostka	Wielkość	Jednostka
długość	metr (m)	natężenie prądu	amper (A)
masa	kilogram (kg)	temperatura	kelwin (K)
czas	sekunda (s)	liczność materii	mol (mol)
		światłość	kandela (cd)

Jednostki pochodne wyrażamy przez podstawowe, korzystając ze wzoru definiującego wielkość: 1 N = 1 kg·m/s² (bo $F = ma$), 1 J = 1 N·m = 1 kg·m²/s², 1 W = 1 J/s = 1 kg·m²/s³, 1 Pa = 1 N/m² = 1 kg/(m·s²).

- **Przedrostki:** G = 10^9, M = 10^6, k = 10^3, c = 10^{-2}, m = 10^{-3}, μ = 10^{-6}, n = 10^{-9}. Przy jednostkach w potędze potęgujemy też przedrostek: 1 cm² = $(10^{-2}$ m$)^2 = 10^{-4}$ m², 1 mm³ = 10^{-9} m³, 1 g/cm³ = 1000 kg/m³. Prędkość: 1 m/s = 3,6 km/h.
- **Wielkości skalarne** (masa, czas, droga, energia, temperatura) opisuje jedna liczba z jednostką. **Wielkości wektorowe** (przemieszczenie, prędkość, przyspieszenie, siła) mają wartość, kierunek i zwrot. Dodawanie: wektory zaczepiamy „jeden za drugim” (albo z równoległoboku); odejmowanie: $\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$; mnożenie przez liczbę k zmienia wartość $|k|$ razy (dla $k < 0$ – także zwrot). Rozkład na składowe: $a_x = a \cdot \cos\alpha$, $a_y = a \cdot \sin\alpha$, gdzie α – kąt z osią x; $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$.
- **Rozdzielczość przyrządu** – najmniejsza zmiana wielkości, którą przyrząd pokazuje (linijka: 1 mm, stoper elektroniczny: 0,01 s). Wynik pojedynczego pomiaru nie może być dokładniejszy niż rozdzielczość – zwykle przyjmujemy ją jako **niepewność pomiaru**.
- **Pomiar powtarzany:** wynikiem jest **średnia arytmetyczna** $\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{n}$. Niepewność szacujemy np. jako największe odchylenie pojedynczego wyniku od średniej (nie mniejsze niż rozdzielczość przyrządu) – w zadaniu zawsze podany jest sposób.
- **Zapis wyniku:** $x = (\overline{x} \pm \Delta x)$ jednostka, np. $t = (1{,}50 \pm 0{,}05)$ s. Niepewność zaokrąglamy w górę do jednej (najwyżej dwóch) cyfr znaczących, a wynik – do tego samego miejsca po przecinku. Zapis (2,368 ± 0,2) m jest błędny.
- **Cyfry znaczące:** wszystkie cyfry liczby poza zerami na początku: 0,0250 ma trzy cyfry znaczące, $3{,}0 \cdot 10^4$ – dwie. Wynik obliczeń zaokrąglamy do liczby cyfr **zadanej w poleceniu** („Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących”); w obliczeniach pośrednich zostawiamy cyfrę więcej.
- **Wykres z pomiarów:** osie opisane jak w CKE („V, cm³”, „m, g”), skala dobrana tak, by punkty zajęły większość siatki. Każdy punkt z **odcinkami niepewności** (poziomym ±Δx i pionowym ±Δy). **Prosta najlepiej dopasowana** przechodzi przez prostokąty niepewności, punkty leżą po obu jej stronach. **Nachylenie** liczymy z dwóch odległych punktów **prostej** (nie z punktów pomiarowych): $a = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ – z jednostką. Punkt przecięcia z osią y to wartość y dla $x = 0$ (np. masa pustego naczynia).

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Zamień prędkość 72 km/h na m/s, a gęstość stali 7,8 g/cm³ na kg/m³.**

$v = 72 \cdot \frac{1000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = 72 : 3{,}6\ \text{m/s} = \mathbf{20\ m/s}$.

$1\ \text{g/cm}^3 = \frac{10^{-3}\ \text{kg}}{10^{-6}\ \text{m}^3} = 1000\ \text{kg/m}^3$, więc $\rho = \mathbf{7800\ kg/m^3} = 7{,}8 \cdot 10^3\ \text{kg/m}^3$.

Przykład 2. **Uczeń pięć razy zmierzył stoperem czas staczania się kulki: 1,52; 1,48; 1,55; 1,50; 1,45 (w sekundach). Zapisz wynik pomiaru z niepewnością. Niepewność przyjmij jako największe odchylenie wyniku od średniej.**

Średnia: $\bar{t} = (1{,}52 + 1{,}48 + 1{,}55 + 1{,}50 + 1{,}45)\ \text{s} : 5 = 7{,}50\ \text{s} : 5 = 1{,}50\ \text{s}$.
Odchylenia: 0,02, 0,02, 0,05, 0,00, 0,05 (s) – największe 0,05 s.
Wynik: $\boldsymbol{t = (1{,}50 \pm 0{,}05)\ \text{s}}$ (oba zapisane z dokładnością do 0,01 s).

Przykład 3. **Sanki ciągnie się siłą o wartości 50 N skierowaną pod kątem 30° do poziomu. Oblicz składową poziomą i pionową siły. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

Oś x poziomo, oś y pionowo w górę.
$F_x = F \cdot \cos\alpha = 50\ \text{N} \cdot \cos 30° = 43{,}30\ \text{N} \approx \mathbf{43\ N}$.
$F_y = F \cdot \sin\alpha = 50\ \text{N} \cdot 0{,}5 = \mathbf{25\ N}$. Sprawdzenie: $\sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 50\ \text{N}$.

Zadania

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania – wyraź jednostki przez jednostki podstawowe układu SI.

1. 1 J = 1 _____
2. 1 W = 1 _____
3. 1 N/m² = 1 _____

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Wielkością wektorową jest

A. temperatura.
B. masa.
C. energia kinetyczna.
D. przemieszczenie.

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

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

1. Liczba 0,0340 ma trzy cyfry znaczące.	P	F
2. Liczba 0,050 ma trzy cyfry znaczące.	P	F
3. Liczba 1268 zaokrąglona do dwóch cyfr znaczących to $1{,}3 \cdot 10^3$.	P	F

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Zamień prędkość 54 km/h na m/s oraz pole przekroju drutu 2,5 mm² na m². Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

PIERWSZA ŁAWKA

Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR KARTA 2/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 16 pkt

Ćwiczenia · 16 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

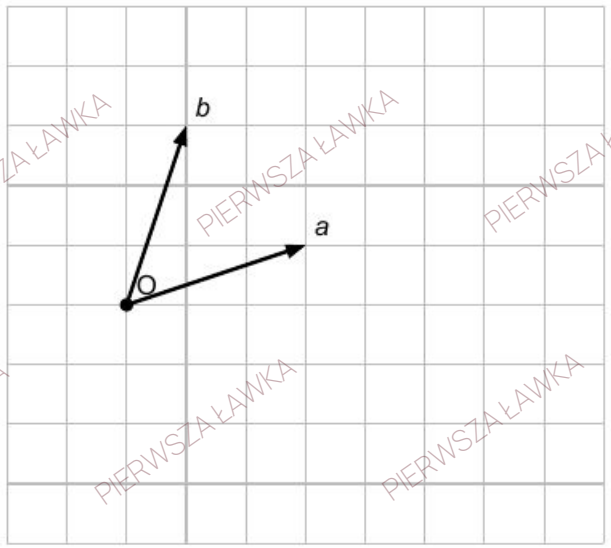
Stała grawitacji ma jednostkę $N \cdot m^2/kg^2$. Wyraź tę jednostkę wyłącznie przez jednostki podstawowe układu SI. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Na diagramie (zaczepione w punkcie O) przedstawiono wektory $\vec{a}$ i $\vec{b}$. Narysuj w punkcie O wektor $\vec{a} + \vec{b}$ i wektor $\vec{a} - \vec{b}$. Opisz je.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Na ciało działają dwie siły o wartościach 6 N i 8 N, prostopadłe do siebie. Wartość siły wypadkowej jest równa

A. 2 N. B. 10 N. C. 14 N. D. 48 N.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Piłkę kopnięto z prędkością o wartości 20 m/s skierowaną pod kątem 40° do poziomu. Oblicz poziomą i pionową składową prędkości początkowej piłki. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdej jednostce (1–4) jej zapis w jednostkach podstawowych SI (a–d).

1. niuton	a) $kg \cdot m^2/s^3$
2. dżul	b) $kg/(m \cdot s^2)$
3. wat	c) $kg \cdot m/s^2$
4. paskal	d) $kg \cdot m^2/s^2$

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 6. (0–3 pkt) ..... / 3

Uczeń sześć razy zmierzył elektronicznym stoperem (rozdzielczość 0,01 s) czas spadania piłeczki z tej samej wysokości. Otrzymał (w sekundach): 0,62; 0,58; 0,60; 0,64; 0,59; 0,57. Oblicz średnią, oszacuj niepewność jako największe odchylenie wyniku od średniej i zapisz wynik pomiaru z niepewnością. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 7. (0–3 pkt) ..... / 3

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

1. Zapis wyniku (12,4 ± 0,3) s oznacza, że wartość mierzona najpewniej leży między 12,1 s a 12,7 s.	**P**	**F**
2. Zapis wyniku (5,268 ± 0,2) cm jest poprawny.	**P**	**F**
3. Średnia z kilku pomiarów jest lepszym wynikiem pomiaru powtarzanego niż wynik jednego pomiaru.	**P**	**F**

Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – zadania typu maturalnego

ZR KARTA 3/8

Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 10 pkt

Zadania typu maturalnego · 10 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Uczeń obliczył prędkość, dzieląc drogę 2,0 m przez czas 3,0 s. Wynik zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących to

A. 0,6 m/s. B. 0,66 m/s. C. 0,67 m/s. D. 0,667 m/s.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

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

1. 1 Pa = 1 kg/(m·s²).	P	F
2. 1 μm = 10^{-9} m.	P	F

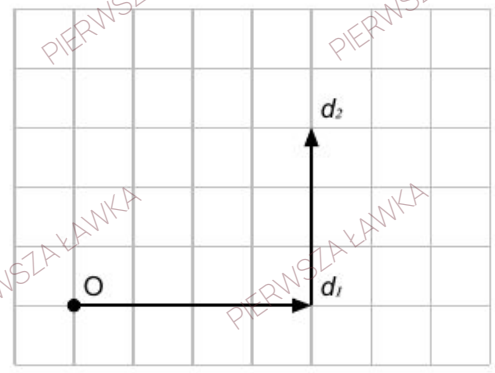
Zadanie 3. (0–4 pkt)

Aplikacja w telefonie zapisała trasę spaceru: najpierw 400 m prosto na wschód, potem 300 m prosto na północ. Cały spacer trwał 250 s. Na diagramie (1 kratka – 100 m) zaczepiono w punkcie O wektor $\vec{d}_1$ pierwszego przemieszczenia, a na jego końcu – wektor $\vec{d}_2$ drugiego. Kierunek „na północ" to góra diagramu.

Zadanie 3.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Narysuj na diagramie wektor $\vec{d}$ całkowitego przemieszczenia spacerowicza (zaczep go w punkcie O).

Miejsce na odpowiedź



1 kratka – 100 m

Zadanie 3.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz wartość całkowitego przemieszczenia spacerowicza i przebytą przez niego drogę. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Wartość prędkości średniej spacerowicza (iloraz przemieszczenia i czasu) była równa

A. 1,2 m/s. B. 2,0 m/s. C. 2,8 m/s. D. 3,5 m/s.

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Wykaż, że wyrażenie $\sqrt{\frac{2h}{g}}$, w którym h jest wysokością, a g – przyspieszeniem, ma jednostkę czasu.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Uczeń zmierzył suwmiarką średnicę stalowej kulki: d = 12,40 mm. Oblicz objętość kulki ($V = \frac{\pi d^3}{6}$). Wynik podaj w cm³ z dokładnością do trzech cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 6. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Zmierzono masę m menzurki z cieczą dla różnych objętości V cieczy i narysowano prostą najlepiej dopasowaną do punktów na wykresie $m(V)$. Nachylenie tej prostej jest równe

A. odwrotności gęstości cieczy. B. objętości menzurki.
C. gęstości cieczy. D. masie pustej menzurki.

Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZR

KARTA 4/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 11 pkt

Praca z materiałem źródłowym · 11 pkt

Zadanie 1. (0–6 pkt)

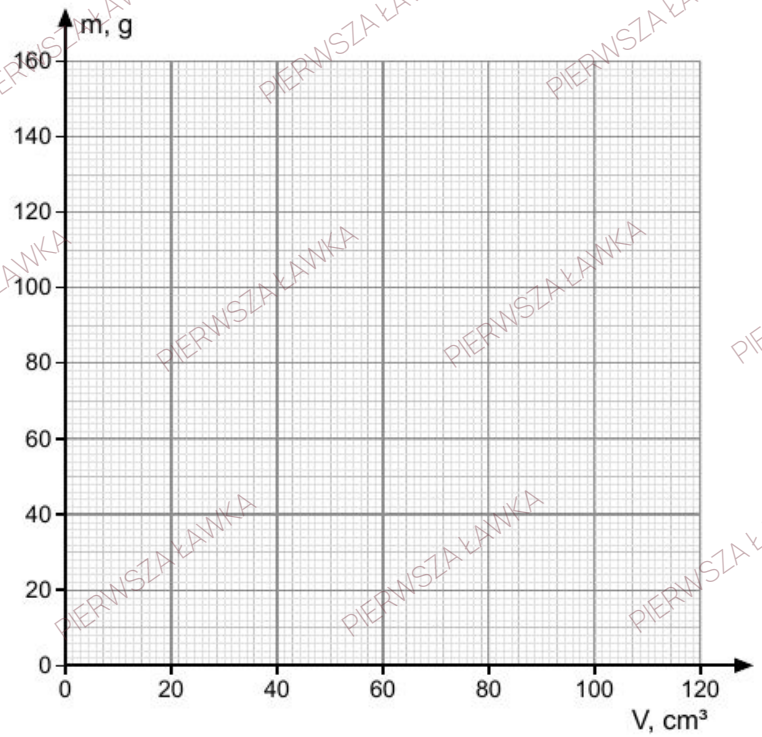
Uczniowie postawili na wadze elektronicznej (rozdzielczość 0,1 g) pustą zlewkę, a następnie wlewali do niej olej odmierzany menzurką (działka 2 cm³). Po każdym dolaniu zapisywali całkowitą objętość V oleju i wskazanie wagi m (zlewka z olejem). Przyjęli niepewności: $\Delta V = 2$ cm³, $\Delta m = 1{,}0$ g (część oleju zostawała na ściankach menzurki i zlewki, a zlewka nie była całkiem sucha).

Pomiar	1	2	3	4	5
V, cm³	20	40	60	80	100
m, g	70,8	88,3	107,8	125,2	144,3

Zadanie 1.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Na siatce zaznacz punkty pomiarowe wraz z niepewnościami i narysuj prostą najlepiej dopasowaną do punktów. Przedłuż ją do osi m.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Korzystając z nachylenia narysowanej prostej, wyznacz gęstość oleju. Wynik podaj w kg/m³ z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Odczytaj, w jakim punkcie prosta przecina oś *m*, i podaj fizyczny sens tej wartości.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 1.4. (0–1 pkt) ..... / 1

Wyjaśnij, dlaczego dla pierwszego pomiaru (V = 20 cm³) niepewność objętości ma większy wpływ na wynik niż niepewność wskazania wagi.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–3 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj zadania.

Sonda zgubiona przez jednostki

We wrześniu 1999 roku NASA straciła sondę Mars Climate Orbiter w chwili wchodzenia na orbitę wokół Marsa – sonda przeleciała zbyt nisko nad planetą. Zespół badający wypadek ustalił, że jedna grupa inżynierów podawała dane o działaniu małych silników korekcyjnych w jednostkach anglosaskich – w funtach-siły razy sekunda (lbf·s), a druga w obliczeniach toru zakładała jednostki układu SI – niutonosekundy (N·s).

Funt-siła to około 4,448 N. Przez kilka miesięcy lotu drobne błędy w obliczeniach toru się sumowały i sonda odsunęła się od zaplanowanej trasy.

Opracowano na podstawie: NASA, Mars Climate Orbiter Mishap Investigation Board Phase I Report, 10.11.1999 (https://llis.nasa.gov/llis_lib/pdf/1009464main1_0641-mr.pdf); NASA/JPL, komunikat z 30.09.1999 (https://www.jpl.nasa.gov/news/mars-climate-orbiter-team-finds-likely-cause-of-loss/); przelicznik: NIST SP 811, Appendix B.8 (https://www.nist.gov/pml/special-publication-811/nist-guide-si-appendix-b-conversion-factors/nist-guide-si-appendix-b8).

Zadanie 2.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Program jednego zespołu podał dla pewnej korekty wartość 2,50 w lbf·s. Oblicz tę wartość w N·s. Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Kartkówka: pomiar i niepewności – grupa A

ZR

KARTA 5/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 7 pkt

Kartkówka · 15 minut · 7 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Prędkość 36 km/h jest równa

A. 3,6 m/s. B. 10 m/s. C. 36 m/s. D. 130 m/s.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

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

1. Liczba 0,00405 ma trzy cyfry znaczące.	P	F
2. Liczba $4{,}50 \cdot 10^2$ ma dwie cyfry znaczące.	P	F

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Uczeń pięć razy zmierzył czas staczania się kulki po rynience: 2,46; 2,52; 2,49; 2,55; 2,48 (w sekundach). Oblicz średnią, oszacuj niepewność jako największe odchylenie wyniku od średniej i zapisz wynik pomiaru z niepewnością. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Siła o wartości 120 N jest skierowana pod kątem 25° do poziomu. Oblicz jej składową poziomą i pionową. Wyniki podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 1 LO i...

Podgląd pokazał 11 z 34 stron. Pełna wersja: 34 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 9 pkt
- Karta 2: Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 16 pkt
- Karta 3: Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – zadania typu maturalnego – 6 zadań, 10 pkt
- Karta 4: Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 11 pkt
- Karta 5: Kartkówka: pomiar i niepewności – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: pomiar i niepewności – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Pomiar i opracowanie wyników: jednostki, wektory, niepewności, wykresy – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane k

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-1-dzial-11-pomiar-niepewnosci-wykresy-zakres-rozszerzony