ROZDZIAŁ 12

Pomiary, niepewności i analiza danych – zadania doświadczalne

Fizyka. Zbiór zadań maturalnych temat po temacie. Poziom rozszerzony 2027

W tym rozdziale

Zakres	I. Wymagania przekrojowe (podstawa programowa, zakres rozszerzony) na doświadczeniach z mechaniki, drgań, termodynamiki, prądu, magnetyzmu, optyki i widm
R. Repetytorium	Jednostki i cyfry znaczące; Pomiar powtarzany, niepewność, zapis wyniku; Wykres z niepewnościami i prosta dopasowana; Linearyzacja; Planowanie doświadczenia, czynniki, model; Szacowanie i tekst popularnonaukowy; ramki „Na maturze” i „Typowe błędy”
A. Zadania wprowadzające	zadania 1–5 · 16 punktów
B. Zadania maturalne	zadania 6–14 · 43 punkty
C. Zadania trudniejsze	zadania 15–18 · 31 punktów
Razem	18 zadań (56 poleceń, w tym 23 rachunkowych), 90 punktów
Rozwiązania	osobny plik: klucz do zadań zamkniętych, rozwiązania etapowe zadań rachunkowych, przykładowe odpowiedzi i zasady oceniania w układzie CKE (z wymaganiami podstawy programowej przy każdym poleceniu)

Jak pracować z rozdziałem

A	Zadania sprawdzające podstawowe pojęcia, prawa i zależności działu.
B	Zadania w formule egzaminu maturalnego (Formuła 2023): wiązki poleceń do wspólnego opisu sytuacji, rysunku, wykresu albo doświadczenia.
C	Zadania wymagające łączenia wiadomości z kilku działów, wieloetapowych obliczeń, wyprowadzeń i analizy danych pomiarowych.
Obliczenia	Zapisz zastosowane prawa i zależności, obliczenia pośrednie i wynik z jednostką. Stałe fizyczne bierz z broszury CKE albo z treści zadania („Przyjmij, że…”).
Pomoce	Jak na maturze: *Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijka, kalkulator naukowy. Symbole przy numerze zadania: – potrzebny kalkulator, – potrzebna linijka.

Opracowanie własne „Pierwsza Ławka”. Zakres zgodny z podstawą programową kształcenia ogólnego – fizyka, zakres rozszerzony (Dz.U. 2024 poz. 1019), bez wymagań, z których nie przeprowadza się egzaminu maturalnego, oraz z Informatorem o egzaminie maturalnym z fizyki od roku szkolnego 2024/2025. Zbiór nie jest materiałem Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. Typy zadań i zasady oceniania wzorowane na egzaminie maturalnym CKE.

R Repetytorium

Jednostki i cyfry znaczące

Jednostki podstawowe SI: m, kg, s, A, K, mol, cd. Jednostki pochodne wyrażamy przez podstawowe, korzystając z definicji wielkości, np. 1 N = 1 kg·m/s², 1 J = 1 kg·m²/s², 1 W = 1 kg·m²/s³, 1 V = 1 W/A = 1 kg·m²/(A·s³).

Przedrostek	piko (p)	nano (n)	mikro (μ)	mili (m)	centy (c)	kilo (k)	mega (M)	giga (G)
Mnożnik	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{3}	10^{6}	10^{9}

Przy jednostkach z potęgą przelicznik też się potęguje: 1 cm² = 10^{-4} m², 1 mm² = 10^{-6} m², 1 cm³ = 10^{-6} m³, 1 L = 10^{-3} m³.

Cyfry znaczące to wszystkie cyfry liczby poza zerami na początku (0,0450 ma trzy cyfry znaczące); zera końcowe po przecinku są znaczące ($4{,}50 \cdot 10^{-2}$ – trzy), a w zapisie 1200 liczbę cyfr znaczących ustala się zapisem wykładniczym ($1{,}2 \cdot 10^{3}$ – dwie). Wynik obliczeń podajemy z taką liczbą cyfr znaczących, jakiej wymaga polecenie, a gdy jej nie podano – z tyloma, ile ma najmniej dokładna dana (zwykle 2–3). Zaokrąglamy dopiero wynik końcowy, a w obliczeniach pośrednich zachowujemy co najmniej jedną cyfrę więcej.

Pomiar powtarzany, niepewność, zapis wyniku

Wynik pomiaru powtarzanego to średnia arytmetyczna: $x_{śr} = \dfrac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{n}$.

Niepewność pomiaru wielkości prostej (mierzonej bezpośrednio) w zadaniach maturalnych szacujemy najczęściej jako:

- największe odchylenie pojedynczego wyniku od średniej (gdy wyniki się różnią),
- rozdzielczość przyrządu – najmniejszą działkę lub ostatnią cyfrę wyświetlacza (gdy wszystkie wyniki są jednakowe),
- wartość podaną w treści zadania (np. „niepewność ±0,2 cm”).

Na niepewność wpływa nie tylko przyrząd, lecz także sposób pomiaru (np. czas reakcji przy ręcznym stoperze – ok. 0,1–0,2 s). Mierząc czas wielu powtórzeń zjawiska okresowego i dzieląc go przez ich liczbę, zmniejszamy niepewność okresu.

Zapis wyniku: $x = (x_{śr} \pm \Delta x)$ jednostka. Niepewność zaokrąglamy do jednej lub dwóch cyfr znaczących, a wynik – do tego samego miejsca po przecinku co niepewność, np. $l = (12{,}4 \pm 0{,}3)$ cm, a nie (12,437 ± 0,3) cm.

Wykres z niepewnościami i prosta dopasowana

Sporządzanie wykresu: osie opisujemy symbolem wielkości i jednostką (np. „t, s”), skalę dobieramy tak, aby punkty zajmowały większą część siatki, a podziałka była regularna. Każdy punkt pomiarowy zaznaczamy z odcinkiem niepewności (pionowym i/lub poziomym).

Prosta najlepiej dopasowana przebiega możliwie blisko wszystkich punktów (część punktów nad nią, część pod) i przecina wszystkie odcinki niepewności albo przechodzi bardzo blisko nich. Punktów **nie łączymy łamaną**.

Nachylenie prostej $y = ax + b$ obliczamy z dwóch odległych punktów **leżących na prostej** (nie z punktów pomiarowych): $a = \dfrac{\Delta y}{\Delta x}$ – z jednostką (jednostka y / jednostka x). **Punkty przecięcia z**

osiami: b – wartość y dla $x = 0$; przecięcie z osią x w punkcie $x = -b/a$. Proporcjonalność prosta $y \sim x$ ⇔ wykres jest prostą przechodzącą przez początek układu.

Zależność rosnącą/malejącą rozpoznajemy z kierunku zmian; proporcjonalność prostą w tabeli – po stałym ilorazie y/x.

Linearyzacja

Zależności nieliniowe przekształcamy tak, aby we właściwie dobranych zmiennych wykres był prostą. Wtedy łatwo sprawdzić model i wyznaczyć stałe z nachylenia oraz z punktu przecięcia z osią.

Model	Oś pozioma	Oś pionowa	Nachylenie
$y = c\,x^2$	x^2	y	c
$y = c\,\sqrt{x}$	$\sqrt{x}$	y^2	c^2
$y = c/x$	$1/x$	y	c
$y = c(x + x_0)$	x	y	c; przecięcie z osią x: $-x_0$

Wartości nowej zmiennej (np. x^2) liczymy z danych w tabeli. Przy kwadracie zmiennej zwróć uwagę na jednostkę (s → s², m/s → m²/s²).

Planowanie doświadczenia, czynniki, model

Hipoteza to sprawdzalne przypuszczenie o związku między wielkościami („okres nie zależy od masy", „opór rośnie z temperaturą"). **Plan weryfikacji:** zmieniamy **tylko jedną** wielkość (niezależną), mierzymy drugą (zależną), pozostałe warunki utrzymujemy stałe; pomiary powtarzamy, wyniki porównujemy z uwzględnieniem niepewności.

Czynniki istotne to te, od których zależy przebieg zjawiska (zmiana ich wartości zmienia wynik); **nieistotne** – te, których zmiana nie wpływa na wynik (w granicach dokładności pomiaru). Model fizyczny pomija czynniki uznane za nieistotne (np. opór powietrza, ciepło pobrane przez naczynie, masę nici) – trzeba umieć wskazać te założenia i ocenić, jak ich pominięcie wpływa na wynik.

Rola przyrządów: amperomierz – szeregowo (mały opór), woltomierz – równolegle (duży opór); fotobramka mierzy czas przesłonięcia i z szerokości przesłony daje prędkość $v = b/\Delta t$; rozdzielczość przyrządu ogranicza dokładność odczytu.

Bezpieczeństwo: gorące ciała – szczypce i rękawice; laser – nie kierować wiązki w oczy ani na błyszczące powierzchnie; obwody – zasilacz niskonapięciowy, zmiany połączeń przy wyłączonym zasilaniu.

Szacowanie i tekst popularnonaukowy

Obliczenia szacunkowe: przyjmujemy rozsądne, zaokrąglone wartości (wymiary sali, masa człowieka ok. 60–80 kg, gęstość wody 1000 kg/m³, powietrza ok. 1,2 kg/m³) i podajemy wynik z jedną–dwiema cyframi znaczącymi lub jako rząd wielkości. Wynik zawsze porównujemy z doświadczeniem: wynik nierealny (np. masa powietrza w sali porównywalna z masą budynku) wskazuje na błąd – najczęściej w przeliczeniu jednostek.

Tekst popularnonaukowy: główna teza to najważniejsza myśl całego tekstu (co odkryto, zmierzono, jak działa urządzenie), a nie pojedynczy szczegół czy liczba. Formułujemy ją jednym–dwoma zdaniami, własnymi słowami.

Na maturze

W zadaniach doświadczalnych CKE najczęściej poleca: **„Uzupełnij tabelę”** (np. obliczone t^2 albo $1/x$ – z zadaną dokładnością), **„Narysuj wykres zależności … od …. Zaznacz punkty pomiarowe wraz z niepewnościami”** (oceniane: opis i skala osi, położenie punktów, odcinki niepewności, prosta zamiast łamanej), **„Na podstawie wykresu wyznacz…”** (klucz wymaga użycia prostej, a nie jednego punktu z tabeli), **„Wynik podaj z dokładnością do dwóch / trzech cyfr znaczących”** (inna liczba cyfr może kosztować punkt), **„Zapisz wynik wraz z niepewnością”**, **„Sformułuj hipotezę… Opisz kroki…”**, **„Wskaż czynnik, który pominięto…”**. W poleceniach otwartych zawsze zapisuj prawa i wzory, z których korzystasz, podstawienia i wynik z jednostką.

Typowe błędy

Tak traci się punkty	Tak jest dobrze	Dlaczego
Wynik zgodny co do wartości, ale z kilkoma cyframi z kalkulatora albo bez jednostki.	Wynik zaokrąglony dokładnie do tylu cyfr znaczących, ile wymaga polecenie, z jednostką.	Za niezgodną z poleceniem dokładność lub brak jednostki traci się punkt za wynik, mimo poprawnej metody.
Podanie wyniku z dokładnością większą lub mniejszą, niż pozwalają dane (np. 1,3420 przy danych z trzema cyframi).	Gdy polecenie nie precyzuje dokładności – tyle cyfr znaczących, ile mają dane (tu 1,34).	Dokładność wyniku nie może przewyższać dokładności danych.
Połączenie punktów na wykresie odcinkami (łamaną) albo jednym odcinkiem, który omija punkt.	Gładka linia (prosta lub krzywa) dopasowana do wszystkich punktów, przechodząca przez odcinki niepewności.	Zależność fizyczna jest ciągła i ma określony kształt; łamana nie jest jej wykresem.
Odczytywanie z wykresu zlinearyzowanego tak, jakby na osi była wielkość pierwotna (np. log N potraktowany jak N).	Przed odczytem sprawdzić, jaka wielkość i jednostka są na osi, i przeliczyć wartość do tej postaci (np. $\log(N_0/2)$).	Na osi wykresu zlinearyzowanego jest wielkość przekształcona – „połowa” na takiej osi nie oznacza połowy wielkości.
Podstawienie średnicy drutu w miejsce pola przekroju albo pominięcie przelicznika $mm^2 \rightarrow m^2$.	$S = \pi d^2/4$ i $1\ mm^2 = 10^{-6}\ m^2$.	Przelicznik jednostki z potęgą też się potęguje; błąd zmienia wynik o kilka rzędów wielkości.

A Zadania wprowadzające

Zadanie 1. (0–3)

Instalację oświetlenia w szklarni wykonano z przewodu miedzianego o długości $l = 25$ m i polu przekroju żyły $S = 0{,}75$ mm². Opór właściwy miedzi w temperaturze pokojowej wynosi $\rho = 1{,}68 \cdot 10^{-8}$ Ω·m.

Zadanie 1.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Jednostka oporu właściwego wyrażona wyłącznie przez jednostki podstawowe układu SI to

A. $\mathrm{kg \cdot m \cdot A^{-2} \cdot s^{-2}}$

B. $\mathrm{kg \cdot m^3 \cdot A^{-2} \cdot s^{-3}}$

C. $\mathrm{kg \cdot m^3 \cdot A^{-1} \cdot s^{-3}}$

D. $\mathrm{kg \cdot m^2 \cdot A^{-2} \cdot s^{-3}}$

Zadanie 1.2. (0–2)

Oblicz opór elektryczny tego przewodu. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Obliczenia

Zadanie 2. (0–4)

Uczniowie mierzyli ręcznym stoperem o rozdzielczości 0,01 s czas, w jakim kulka toczy się po rynience z zaznaczonego punktu do jej końca. Pomiar powtórzyli sześć razy w tych samych warunkach i otrzymali wyniki:

Nr pomiaru	1	2	3	4	5	6
t, s	2,46	2,58	2,51	2,39	2,55	2,49

Zadanie 2.1. (0–2)

Oblicz średni czas toczenia się kulki oraz niepewność pomiaru jako największe odchylenie wyniku pojedynczego pomiaru od średniej. Zapisz obliczenia.

Obliczenia

Zadanie 2.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Wynik pomiaru czasu poprawnie zapisano w postaci

A. $t = (2{,}50 \pm 0{,}11)$ s

B. $t = (2{,}5 \pm 0{,}11)$ s

C. $t = (2{,}4967 \pm 0{,}1067)$ s

D. $t = 2{,}50 \pm 0{,}11$

Zadanie 2.3. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego niepewność tego pomiaru jest znacznie większa niż rozdzielczość stopera.

.....

.....

Zadanie 3. (0–3)

Sala lekcyjna ma wymiary 9 m × 6 m × 3 m. Przyjmij, że gęstość powietrza w sali wynosi 1,2 kg/m³.

Zadanie 3.1. (0–2)

Oszacuj masę powietrza w sali. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących i porównaj z masą typowego ucznia (ok. 60 kg). Zapisz obliczenia.

Obliczenia

Zadanie 3.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Inny uczeń otrzymał wynik około $1{,}9 \cdot 10^5$ kg. Najbardziej prawdopodobną przyczyną błędu było to, że

A. pomylił objętość sali z polem jej podłogi i pominął wysokość sali.

B. zaokrąglił gęstość powietrza do 1 kg/m³.

C. wymiary sali podstawił w centymetrach zamiast w metrach.

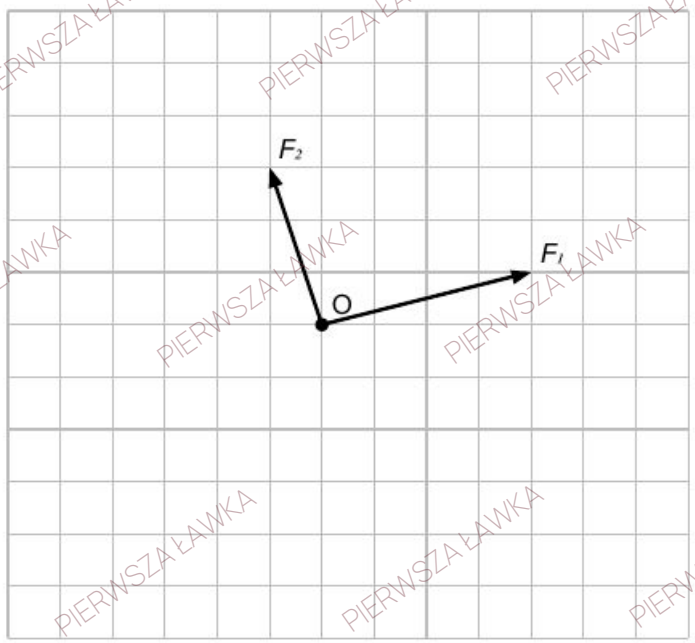
D. podstawił gęstość wyrażoną w g/m³, a wynik zapisał w kilogramach.

Zadanie 4. (0–3)

Na poziomym stole leży metalowy pierścień. Uczniowie zaczepili do niego trzy siłomierze i ciągnęli je poziomo w różnych kierunkach tak, aby pierścień pozostawał w spoczynku. Na rysunku (widok z góry) przedstawiono wektory dwóch sił: $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$, zaczepionych w punkcie O. Tarcie pierścienia o stół jest pomijalnie małe.

Zadanie 4.1. (0–2)

Narysuj na rysunku wektor trzeciej siły $\vec{F}_3$, z jaką trzeci siłomierz działa na pierścień. Zaznacz konstrukcję, z której korzystasz, i podaj wartość tej siły.



1 kratka – 1 N

Zadanie 4.2. (0–1)

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

1.	Wypadkowa sił $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$ ma wartość większą niż wartość każdej z tych sił.	**P**	**F**
2.	Wartość siły wypadkowej jest zawsze równa sumie wartości sił składowych.	**P**	**F**

Zadanie 5. (0–3)

Uczniowie mierzyli czas t potrzebny do ogrzania wody w czajniku elektrycznym od 20 °C do 70 °C w zależności od objętości V wody. Wyniki zapisali w tabeli.

V, L	0,5	1,0	1,5	2,0
t, s	75	150	226	300

Zadanie 5.1. (0–2)

Uzupełnij zdania. Wybierz właściwe określenia spośród podanych w nawiasach.

Wraz ze wzrostem objętości wody czas ogrzewania (rośnie / maleje / nie zmienia się).

Iloraz t/V dla kolejnych pomiarów jest (w przybliżeniu stały / coraz większy / coraz mniejszy), więc czas ogrzewania jest (wprost proporcjonalny / odwrotnie proporcjonalny) do objętości wody.

Zadanie 12.3. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Ekran odsunięto od szczelin tak, że odległość L wzrosła dwukrotnie (przy niezmienionych d i λ). Odległość x między środkiem prążka centralnego a środkiem dziesiątego prążka jasnego

A. wzrosła dwukrotnie, ponieważ odległość między prążkami jest wprost proporcjonalna do L.

B. wzrosła czterokrotnie, ponieważ odległość między prążkami jest proporcjonalna do L^2.

C. zmalała dwukrotnie, ponieważ odległość między prążkami jest odwrotnie proporcjonalna do L.

D. nie zmieniła się, ponieważ odległość między prążkami zależy tylko od d i λ.

Zadanie 13. (0–4)

Uczniowie obserwowali przez siatkę dyfrakcyjną o 300 liniach na milimetr światło rurki spektralnej wypełnionej nieznanym gazem (rurkę zasilał nauczyciel). Za pomocą spektroskopu z kątomierzem zmierzyli kąty ugięcia czterech jasnych linii w widmie I rzędu.

Barwa linii	fioletowa	zielononiebieska	żółta	czerwona
Kąt ugięcia w I rzędzie	7,7°	8,7°	10,2°	11,6°

Fragment tablicy linii widmowych:

Pierwiastek	Najsilniejsze linie w zakresie widzialnym, nm
wodór	434,0; 486,1; 656,3
hel	447,1; 501,6; 587,6; 667,8
sód	589,0; 589,6
neon	585,2; 640,2; 703,2

Zadanie 13.1. (0–2)

Oblicz długość fali linii żółtej. Wynik podaj w nanometrach. Zapisz obliczenia.

Obliczenia

Zadanie 13.2. (0–1)

Uzupełnij tabelę – oblicz długości fal wszystkich czterech linii (z dokładnością do 1 nm).

Barwa linii	fioletowa	zielononiebieska	żółta	czerwona
Długość fali, nm				

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Matura 2027 z fizyki (poziom rozszerzony) – zbiór zadań, rozdział 12: Pomiary, niepewności i analiza danych – zadania doświadczalne

Podgląd pokazał 8 z 25 stron. Pełna wersja: 25 stron A4, PDF do druku.

- Zadania (25 stron): repetytorium działu (Jednostki i cyfry znaczące, Pomiar powtarzany, niepewność, zapis wyniku, Wykres z niepewnościami i prosta dopasowana, Linearyzacja, Planowa
- Rozwiązania (24 strony): klucz do zadań zamkniętych, rozwiązania zadań rachunkowych krok po kroku, przykładowe odpowiedzi do zadań otwartych i zasady oceniania w układzie CKE – za

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/fizyka-matura-zbior-zadan-rozdzial-12-doswiadczenia-i-pomiary