Miejsce
na naklejkę
z kodem szkoły

OKE KRAKÓW
CKE

FIZYKA I ASTRONOMIA

POZIOM ROZSZERZONY

PRZYKŁADOWY ZESTAW ZADAŃ

MARZEC
ROK 2008

Czas pracy 150 minut

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 13 stron (zadania 1 – 5). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie podlegają ocenie.
7. Podczas egzaminu możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora.

Życzymy powodzenia!

Za rozwiązanie wszystkich zadań można otrzymać łącznie
60 punktów

Wypełnia zdający przed rozpoczęciem pracy

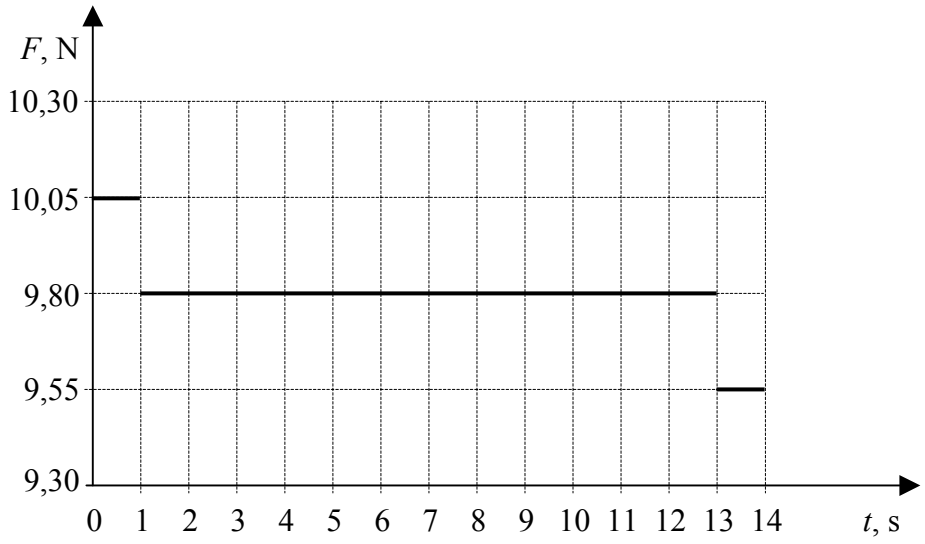
PESEL ZDAJĄCEGO

KOD ZDAJĄCEGO

Zadanie 1. Jacht – śluza wodna *(12 pkt)*

Podczas wakacyjnego rejsu jeden z jego uczestników wykorzystując fakt, że jacht, na którym się znajdował wpłynął do komory śluzy wodnej*), umieścił na szalce bardzo czułej wagi sprężynowej kamień o masie 1 kg i obserwował wskazania wagi. Wyniki obserwacji ilustruje poniższy wykres, który przedstawia **uproszczoną zależność wskazań wagi od czasu**. Po otwarciu śluzy poziom wody w komorze podnosił się jednostajnie przez pierwsze trzynaście sekund do momentu jej zamknięcia. Efekty związane z bezwładnością jachtu były obserwowane w pierwszej i czternastej sekundzie obserwacji.

Przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego w miejscu dokonywania pomiaru jest równa 9,80 m/s^2 oraz, że w czasie piątej sekundy jacht unosił się względem dna z prędkością o stałej wartości 0,25 m/s.



**) Śluza wodna – urządzenie na kanale żeglownym umożliwiające przepływanie jednostek pływających (np. statki, barki, jachty) między dwoma zbiornikami o różnych poziomach wody, zawierające komorę wodną ograniczoną ruchomymi zamknięciami.*

1.1 *(2 pkt)*

Zapisz, analizując wykres, **pełne nazwy rodzajów ruchów**, jakimi podnosił się jacht w pierwszej i czternastej sekundzie ruchu.

1. .....

2. .....

1.2 *(2 pkt)*

Oblicz wartość siły wyporu działającej na jacht w piątej sekundzie obserwacji wiedząc, że całkowita masa jachtu wynosi 1500 kg. Odpowiedź krótko uzasadnij.

1.3 *(3 pkt)*

Zapisz, w jakich przedziałach czasu (spośród przedstawionych na wykresie), głębokość zanurzenia jachtu była największa i najmniejsza. Odpowiedź uzasadnij.

1.4 *(3 pkt)*

Narysuj wykres przedstawiający zależność wartości prędkości podnoszenia jachtu względem dna od czasu. Na wykresie nanieś odpowiednie wartości liczbowe. Wykres sporządź dla całego czasu obserwacji.

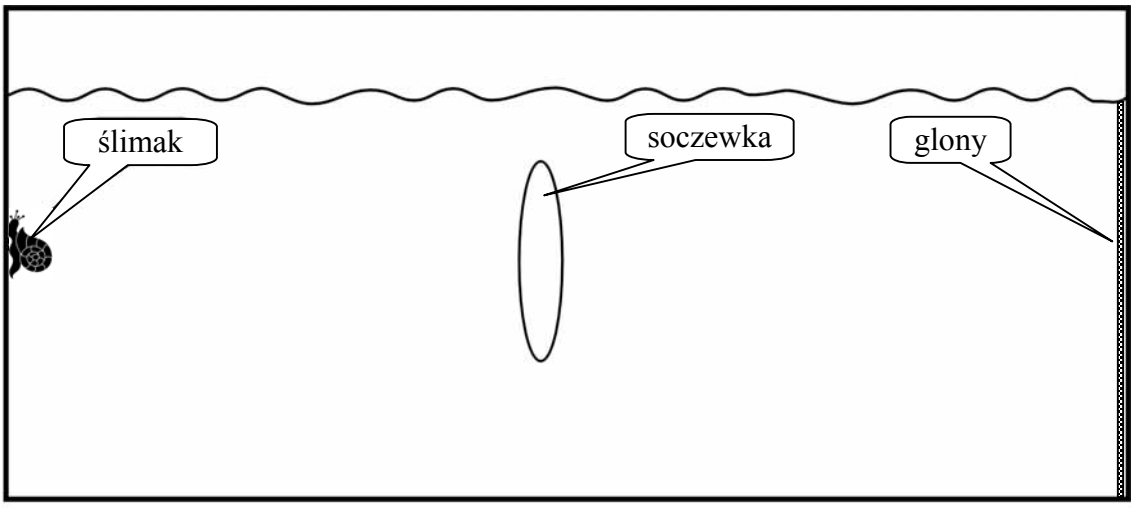
1.5 *(2 pkt)*

Oblicz różnicę poziomów wody w śluzie.

Zadanie 2. Akwarium *(14 pkt)*

Podczas zajęć koła biologicznego uczeń miał za zadanie, wykorzystując lupę, obserwować niewielkiego ślimaka znajdującego się na wewnętrznej ścianie akwarium (rys.). Drgająca powierzchnia wody w akwarium uniemożliwiała bezpośrednią obserwację, wobec czego uczeń postanowił zanurzyć soczewkę w wodzie i obserwować obraz ślimaka na przeciwległej ścianie akwarium pokrytej cienką warstwą glonów, wykorzystując ją jako ekran (matówkę). Po silnym oświetleniu ślimaka uzyskał dla dwóch ustawień lupy, włożonej do akwarium, ostre obrazy ślimaka.

W lupie zastosowano cienką symetryczną dwuwypukłą szklaną soczewkę o bezwzględnym współczynniku załamania $\frac{3}{2}$ i ogniskowej w powietrzu wynoszącej 7,5 cm. Przyjmij, że odległość pomiędzy ślimakiem i jego obrazem na przeciwległej ścianie wynosiła 125 cm, oraz, że bezwzględny współczynnik załamania wody jest równy $\frac{4}{3}$.



2.1 *(4 pkt)*

Oblicz ogniskową soczewki w wodzie.

2.2 *(4 pkt)*

Narysuj konstrukcję powstawania rzeczywistego **powiększonego** obrazu ślimaka w opisanej sytuacji.

2.3 *(6 pkt)*

Oblicz odległość pomiędzy dwoma położeniami soczewki w wodzie, dla których uczeń uzyskał ostre obrazy ślimaka. Do obliczeń przyjmij, że ogniskowa soczewki w wodzie wynosi 30 cm.

Zadanie 3. Akcelerator *(14 pkt)*

W elektrostatycznym liniowym akceleratorze Van de Graffa przyspieszano protony do energii 5 MeV. Podczas przyspieszania w jednorodnym polu elektrycznym na drodze 25 m protony uzyskiwały prędkość końcową o wartości $3 \cdot 10^7$ m/s. Natężenie prądu elektrycznego wiązki protonów, opuszczających ten akcelerator i kierowanych na tarczę pomiarową, wynosiło 40 μA. W obliczeniach potraktuj przyspieszane protony nierelatywistycznie, pomiń ich początkową energię kinetyczną, oraz przyjmij, że wszystkie przyspieszone protony zostają pochłonięte przez tarczę pomiarową.

3.1 *(3 pkt)*

Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego przyspieszającego protony.

3.2 *(2 pkt)*

Oblicz czas przyspieszania protonów w akceleratorze.

3.3 *(4 pkt)*

Oblicz wartość siły, z jaką wiązka protonów działa na tarczę pomiarową.

3.4 *(5 pkt)*

Oblicz, z jaką szybkością należałoby odprowadzać ciepło z tarczy pomiarowej, na którą skierowano wiązkę protonów, aby temperatura tarczy nie ulegała zmianie.

Zadanie 4. Własności elektryczne ciał stałych *(10 pkt)*

Wartość oporu elektrycznego metali, dla temperatur powyżej kilkudziesięciu kelwinów, zależy liniowo od temperatury i można ją przedstawić za pomocą poniższej zależności:

$R = R_0\left(1+\alpha\Delta T\right)$ gdzie: R – opór w pewnej temperaturze,
R_0 – opór w temperaturze początkowej (T_0 = 273 K),
α – temperaturowy współczynnik oporu,
ΔT – przyrost temperatury.

4.1 *(1 pkt)*

W tabeli poniżej podano wartości oporu właściwego dla różnych rodzajów materiałów (metal, półprzewodnik, izolator). Uzupełnij tabelę, wpisując w odpowiednich miejscach właściwe nazwy materiałów.

nazwa materiału	wartość oporu właściwego
	10^{17} Ω·m
	10^{4} Ω·m
	10^{-7} Ω·m

4.2 *(3 pkt)*

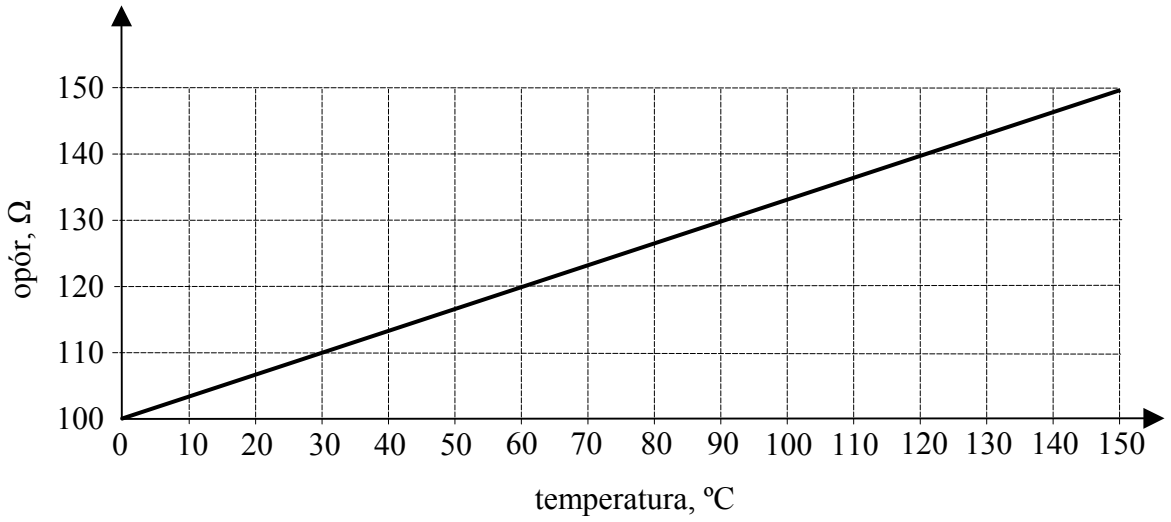
Wyjaśnij, odwołując się do mikroskopowych własności materii, na czym polega zjawisko przewodnictwa elektrycznego w metalach oraz uzasadnij, dlaczego wraz ze wzrostem temperatury opór elektryczny metali rośnie.

4.3 *(1 pkt)*

Zapisz, jak zmienia się opór elektryczny półprzewodników podczas ich ogrzewania.

4.4 *(2 pkt)*

Na wykresie poniżej przedstawiono zależność oporu elektrycznego od temperatury dla opornika wykonanego z drutu wolframowego.



Oblicz wartość temperaturowego współczynnika oporu α dla wolframu.

4.5 *(3 pkt)*

Dysponujesz obwodem elektrycznym zbudowanym ze źródła napięcia stałego, woltomierza, amperomierza i opornika wykonanego z drutu wolframowego.

Wyprowadź zależność matematyczną pozwalającą wyznaczać zmiany temperatury drutu, korzystając **tylko z mierzonych wartości napięcia i natężenia prądu** w tym obwodzie. Przyjmij, że znana jest również wartość współczynnika α oraz opór R_0.

Zadanie 5. Prawo Hubble'a *(10 pkt)*

Amerykański astronom Edwin Hubble analizując wartości prędkości oddalania się galaktyk i ich odległości od Ziemi, ustalił, że te wielkości związane są ze sobą zależnością, która została nazwana później prawem Hubble'a:

$$v = H \cdot r$$

gdzie: v – prędkość oddalania się galaktyk od Ziemi,

H – stała Hubble'a, $H \approx 75\ \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mps}}$,

r – odległość galaktyki od Ziemi.

(Mps – megaparsek, jednostka odległości, 1 parsek $\approx 3{,}09 \cdot 10^{16}$ m)

5.1 *(1 pkt)*

Oblicz wartość prędkości oddalania się od Ziemi galaktyki odległej od niej o 10 Mps.

5.2 *(3 pkt)*

Oblicz rozmiary Wszechświata, wiedząc, że najdalsze obserwowane galaktyki oddalają się z prędkością o wartości 0,95 c (przez c oznaczono wartość prędkości światła w próżni). Wynik podaj w megaparsekach.

5.3 *(3 pkt)*

Oszacuj wiek Wszechświata. Wynik podaj w latach.

Dla uproszczenia obliczeń przyjmij, że galaktyka oddala się od Ziemi z prędkością o stałej wartości oraz skorzystaj z zależności $r = v \cdot t$.

5.4 *(3 pkt)*

Analiza widma światła wysyłanego przez oddalające się galaktyki prowadzi do stwierdzenia zmian długości odbieranych fal (zjawisko Dopplera dla fal świetlnych). Galaktyki oddalają się od Ziemi z tak dużymi wartościami prędkości, że należy uwzględniać efekty relatywistyczne. Względna zmiana długości fali określona jako z opisana jest związkiem:

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \sqrt{\frac{1+\frac{v}{c}}{1-\frac{v}{c}}} - 1$$

gdzie:
c – wartość prędkości światła w próżni,
v – wartość prędkości oddalania się galaktyki od Ziemi,
λ – długość fali emitowana przez galaktykę,
$\Delta\lambda$ – zmiana długości fali spowodowana oddalaniem się galaktyk

Oblicz wartość prędkości oddalania się galaktyki, dla której parametr $z = 4$.

BRUDNOPIS