

**Miejsce
na naklejkę**

MFA-R1 1P-091

**PRÓBNY EGZAMIN
MATURALNY
Z FIZYKI I ASTRONOMII**

**STYCZEŃ
ROK 2009**

POZIOM ROZSZERZONY

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.

Za rozwiązanie
wszystkich zadań
można otrzymać
łącznie
60 punktów

Życzymy powodzenia!

**Wypełnia zdający przed
rozpoczęciem pracy**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PESEL ZDAJĄCEGO

--	--	--

**KOD
ZDAJĄCEGO**

Rozwiązanie zadań należy zapisać w wyznaczonych miejscach pod treścią zadania.

Zadanie 1. Wahadło Foucaulta (12 pkt)

Wahadło Foucaulta to wahadło, które ma możliwość drgań w dowolnej płaszczyźnie pionowej. Nazwa wahadła upamiętnia jego wynalazcę, Jeana Bernarda Léona Foucaulta, który 8 stycznia 1851 roku zawiesił ciężarek o masie 28 kilogramów na linie o długości 67 m w Panteonie w Paryżu. Obserwując poruszające się wahadło, zauważył, że płaszczyzna drgań wahadła obracała się względem osi prostopadłej do powierzchni Ziemi.

Dokładna analiza zjawiska pozwala na wyrażenie wartości prędkości kątowej, z jaką obraca się płaszczyzna drgań wzorem (1):

gdzie:

ω_{obr} – wartość prędkości kątowej obrotu płaszczyzny drgań wahadła,

ω_Z – wartość prędkości kątowej obrotu Ziemi ($\omega_Z = 15^\circ/\text{h}$),

A – amplituda drgań wahadła,

l – długość wahadła,

φ – szerokość geograficzna, na której umieszczono wahadło.

$$\omega_{obr} = \omega_Z \left(1 - \frac{3}{8} \left(\frac{A}{l} \right)^2 \right) \sin \varphi$$

Gdy amplituda drgań jest znacznie mniejsza od długości wahadła wzór ten przyjmuje postać (2):

$$\omega_{obr} = \omega_Z \sin \varphi.$$

Aby zaobserwować zmianę płaszczyzny drgań, wymagany jest długi czas drgań (co najmniej kilka godzin). Wskazana jest również duża masa ciężarka. Wahadło działające na University of Colorado w USA ma długość 40 m i masę ciężarka 300 kg.

$\sin 15^\circ \approx 0,26$	$\sin 30^\circ = 0,50$	$\sin 45^\circ \approx 0,71$	$\sin 60^\circ \approx 0,87$	$\sin 75^\circ \approx 0,97$	$\sin 90^\circ = 1,00$
------------------------------	------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------

Zadanie 1.1 (2 pkt)

Oblicz okres drgań wahadła zbudowanego przez Foucaulta, stosując przybliżenie wahadła matematycznego.

Przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą 10 m/s^2 .

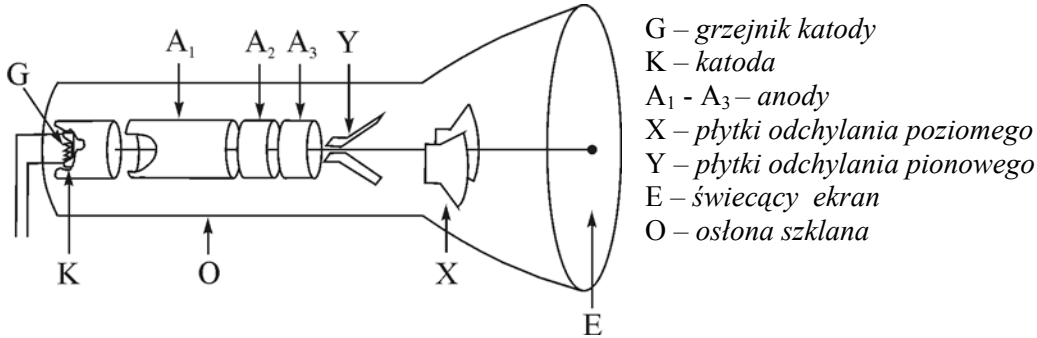
Zadanie 1.2 (3 pkt)

Oszacuj względną różnicę ($\Delta\omega/\omega$), jaką uzyskamy, obliczając wartość prędkości kątowej dla wahadła zbudowanego przez Foucaulta z uproszczonej zależności (2) zamiast z zależności (1).

Przyjmij, że amplituda drgań wahadła jest stała i wynosi 4 m.

Zadanie 2. Lampa oscyloskopowa (12 pkt)

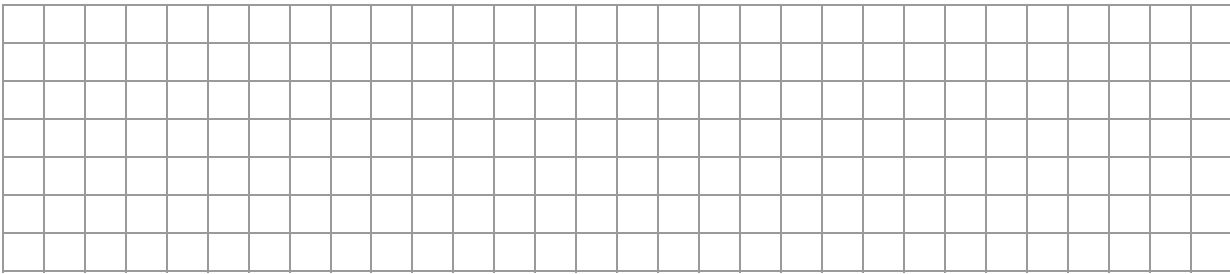
Lampa oscyloskopowa to urządzenie, w którym strumień elektronów, emitowany w próżni przez katodę, uformowany w wąską wiązkę i przyspieszony, trafia w ekran pokryty substancją świecąca pod wpływem uderzających w nią elektronów. Do elektrostatycznego odchylenia wiązki tak, aby mogła ona trafić w dowolny punkt ekranu, służą dwie pary płytek odchyłających. Jedna para płytek odchyła wiązkę w płaszczyźnie pionowej, a druga para płytek odchyła wiązkę w płaszczyźnie poziomej.



G – grzejnik katody
 K – katoda
 A₁ - A₃ – anody
 X – płytki odchylenia poziomego
 Y – płytki odchylenia pionowego
 E – świecący ekran
 O – osłona szklana

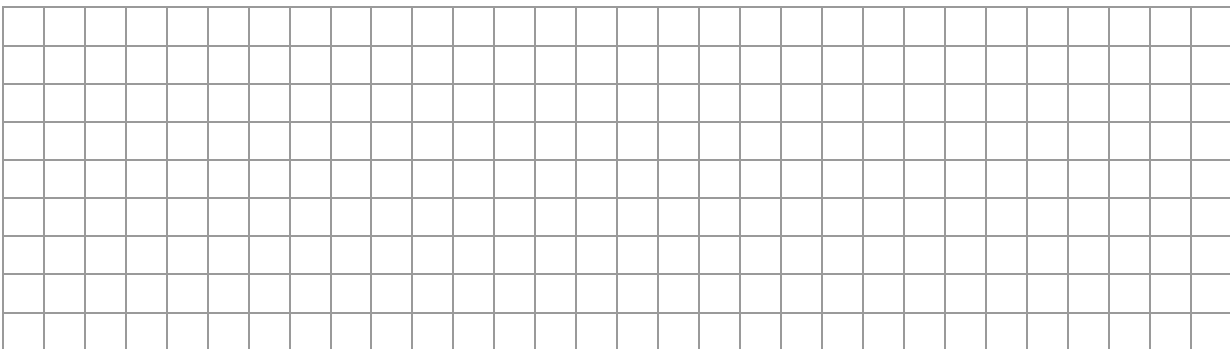
Zadanie 2.1 (2 pkt)

Oblicz wartość prędkości końcowej elektronu przyspieszonego napięciem 15 kV. Efekty relatywistyczne pomiń.



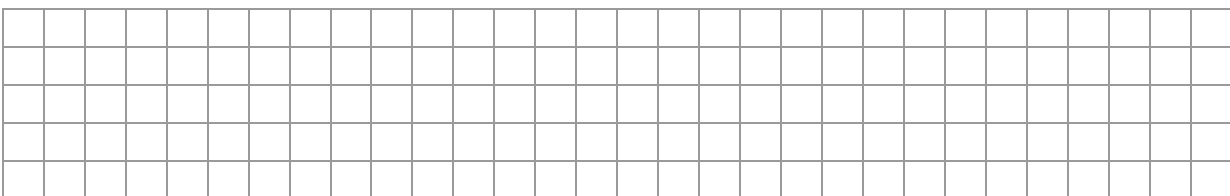
Zadanie 2.2 (3 pkt)

Oceny dopuszczalności nierelatywistycznego traktowania elektronu w lampie oscyloskopowej można dokonać, obliczając stosunek p/p_0 , gdzie p_0 i p to wartości pędu uzyskane za pomocą odpowiednio wzoru klasycznego i relatywistycznego. Oblicz wartość p/p_0 , przyjmując, że prędkość końcową elektronu ma wartość $7 \cdot 10^7$ m/s. Skomentuj otrzymany wynik.



Zadanie 2.3 (1 pkt)

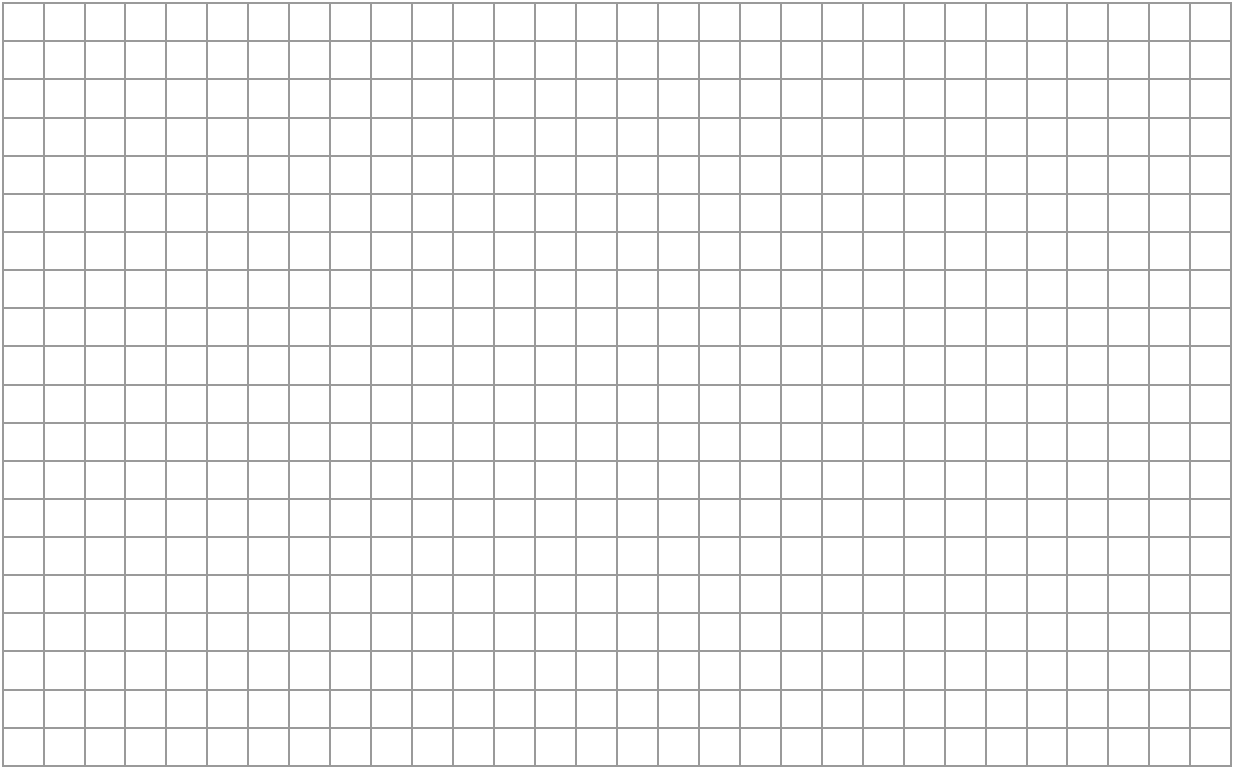
Wyjaśnij, dlaczego emisja elektronów w lampie oscyloskopowej jest możliwa dopiero po rozgrzaniu katody.



Zadanie 2.4 (3 pkt)

Oblicz liczbę fotonów wysyłanych przez świecący ekran w ciągu 1 sekundy.

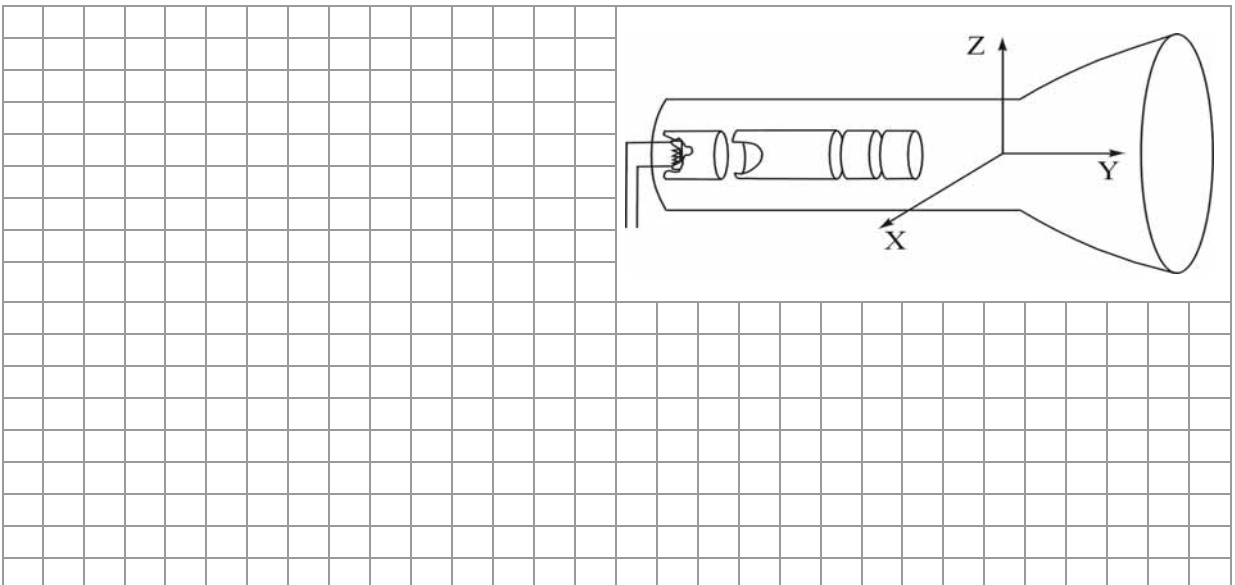
Przyjmij, że każdy z padających elektronów wyzwala jeden foton, oraz, że natężenie prądu w wiązce wynosi $25 \mu\text{A}$.



Zadanie 2.5 (3 pkt)

W niektórych lampach wiązka elektronów odchylana jest odpowiednio zmieniającym się polem magnetycznym.

Zapisz, wzdłuż której z osi (**X**, **Y**, **Z**) i w którą stronę powinien być skierowany wektor indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez zespół cewek odchylających, aby wiązka elektronów uległa odchyleniu pionowo w dół. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do odpowiedniej reguły i podając jej treść.



Zadanie 4. Mars (12 pkt)

W tabeli zamieszczono podstawowe dane dotyczące czwartej planety Układu Słonecznego.

Mars			
Promień planety	$\sim 0,5 R_Z$ (R_Z - promień Ziemi)	Odległość od Słońca w peryhelium	206 500 000 km
Masa planety	$\sim 0,1 M_Z$ (M_Z - masa Ziemi)	Odległość od Słońca w aphelium	252 000 000 km
Średnia odległość od Słońca	$\sim 1,5$ AU (227 900 000 km)	Średnia prędkość na orbicie	86 870 km/h
Okres obrotu	24,62 h	Maks. prędkość na orbicie	95 370 km/h
Okres obiegu	686,98 dni ziemskich	Min. prędkość na orbicie	79 131 km/h

1 AU - średnia odległość Ziemi od Słońca ($1 \text{ AU} = 15 \cdot 10^{10} \text{ m}$)

Podczas wykonywania poleceń **4.1**, **4.2**, **4.3** i **4.4** wykorzystaj informacje zawarte w tabeli oraz przyjmij do obliczeń, że rok ziemski trwa 365 dni.

Zadanie 4.1 (1 pkt)

Oblicz, jak długo trwa marsjański rok wyrażony w latach ziemskich.

Zadanie 4.2 (3 pkt)

Podaj, w którym punkcie eliptycznej orbity prędkość planety osiąga wartość największą. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do odpowiedniego prawa i podając jego treść.

Zadanie 4.3 (2 pkt)

Oblicz wartość przyspieszenia grawitacyjnego będącego skutkiem pola grawitacyjnego Marsa na powierzchni tej planety.

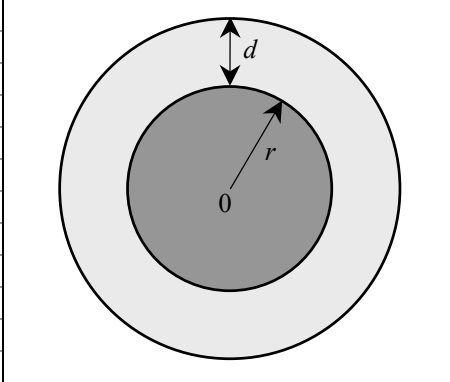
Zadanie 4.4 (4 pkt)

Wykaż, że promień orbity satelity stacjonarnego krążącego wokół Marsa wynosi około 20 tys. km.

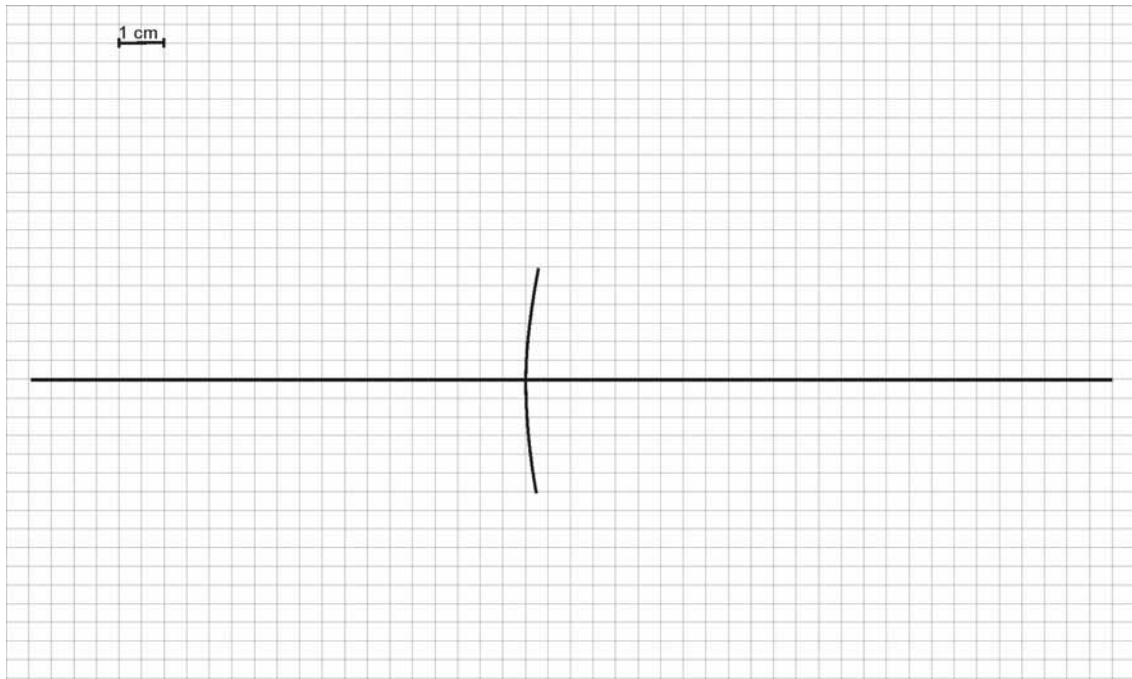
Zadanie 4.5 (2 pkt)

Wykaż, że wartość natężenia pola grawitacyjnego wewnątrz jednorodnej planety można obliczać z zależności $\gamma(r) = \frac{4}{3} \pi \cdot G \cdot \rho \cdot r$, gdzie: ρ – gęstość planety, r – odległość od środka planety.

Przyjmij, że wypadkowa wartość natężenia pola grawitacyjnego wytwarzanego przez zewnętrzną warstwę planety o grubości d jest równa zero. Objętość kuli $V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$.



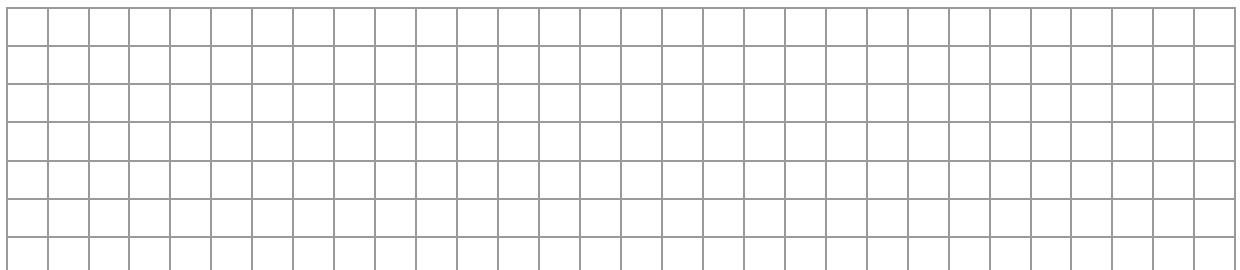
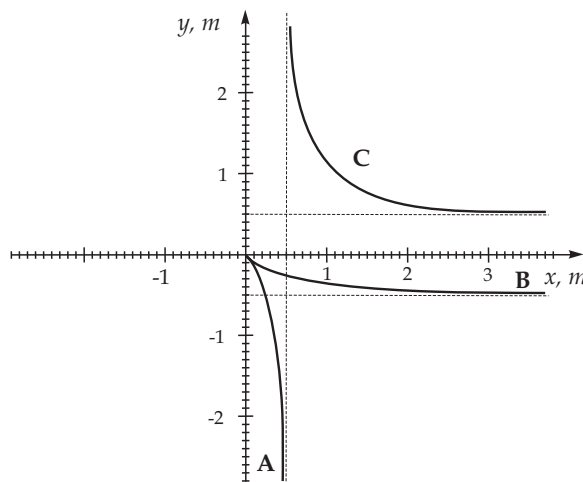
- b) Narysuj konstrukcję ilustrującą powstawanie obrazu pozornego i dwukrotnie powiększonego w tym lusterku. Zastosuj skalę podaną na rysunku. (2 pkt)



Zwierciadła sferyczne wykorzystuje się także jako wypukłe lustra, które ustawiane są na skrzyżowaniach dróg z ograniczoną widocznością. W tym przypadku obraz obserwowany przez kierowcę jest pomniejszony i prosty.

Zadanie 5.4 (2 pkt)

Ustal i zapisz, która krzywa (A, B czy C) dotyczy sytuacji obrazu powstającego w lustrze na skrzyżowaniu. Odpowiedź uzasadnij. Zmienna x to odległość przedmiotu, a zmienna y to odległość obrazu od zwierciadła.



Wahania temperatury powodują zmian rozmiar lustra zgodnie ze wzorem:

$$l = l_0(1 + \lambda \cdot \Delta T)$$

gdzie:

- l – wymiar liniowy w temperaturze t (w $^{\circ}\text{C}$),
- l_0 – wymiar liniowy w temperaturze 0°C ,
- λ – współczynnik rozszerzalności liniowej,
- ΔT – przyrost temperatury.

Zadanie 5.5 (3 pkt)

Metalowe zwierciadło rozgrzewa się w słońcu latem do wysokich temperatur. Względna zmiana wymiarów liniowych zwierciadła ($\Delta l/l_0$) pomiędzy temperaturą 0°C i 50°C jest równa $0,1\%$. Oblicz współczynnik rozszerzalności liniowej materiału, z którego wykonano to zwierciadło.

BRUDNOPIS