

**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.

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

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.

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

$$\omega_{obr} = \omega_7 \sin \varphi.$$

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 .

[illegible]

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.

[illegible]

Naszkicuj wykres ilustrujący zależność okresu obrotu płaszczyzny drgań wahadła Foucaulta (T_{obr} , w godzinach) od szerokości geograficznej (φ). W tym celu dokonaj odpowiednich obliczeń. Wyniki wpisz do tabeli.

Obliczenia

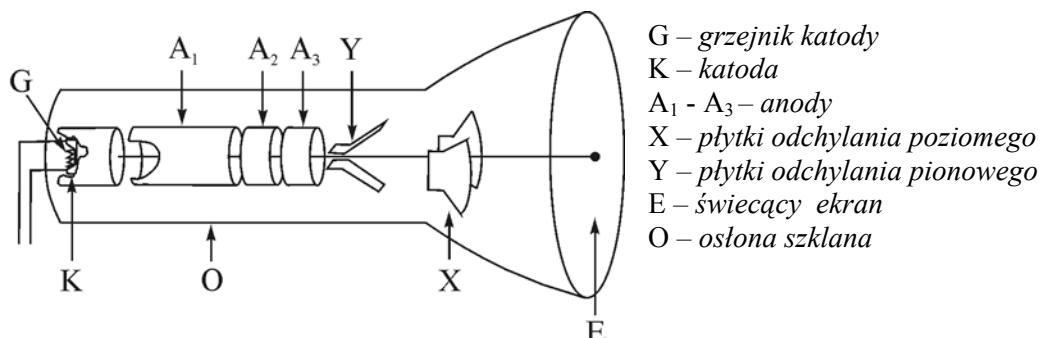
Szerokość geograficzna (φ)	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Okres obrotu (T_{obr})						

Wyjaśnij, dlaczego dla długotrwałego działania wahadła konieczna jest duża długość wahadła i duża masa ciężarka.

[illegible]

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 świecącą pod wpływem uderzających w nią elektronów. Do elektrostatycznego odchylenia wiązki tak, aby mogła ona trafić w dowolny punkt ekranu, służą dwie pary płytek odchylających. Jedna para płytek odchyła wiązkę w płaszczyźnie pionowej, a druga para płytek odchyła wiązkę w płaszczyźnie poziomej.



Zadanie 2.1 (2 pkt)

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

[illegible]

Zadanie 2.2 (3 pkt)

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

[illegible]

Zadanie 2.3 (1 pkt)

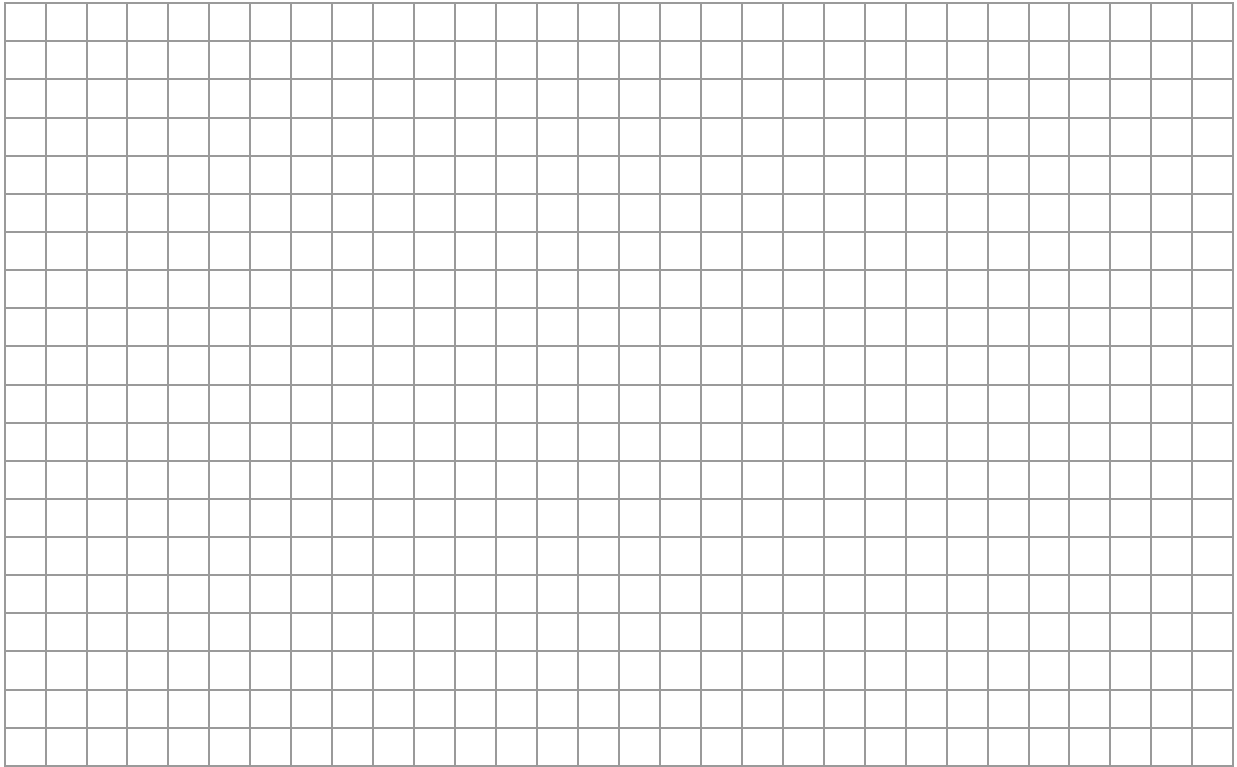
Wyjaśnij, dlaczego emisja elektronów w lampie oscyloskopowej jest możliwa dopiero po rozgrzaniu katody.

[illegible]

Zadanie 2.4 (3 pkt)

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

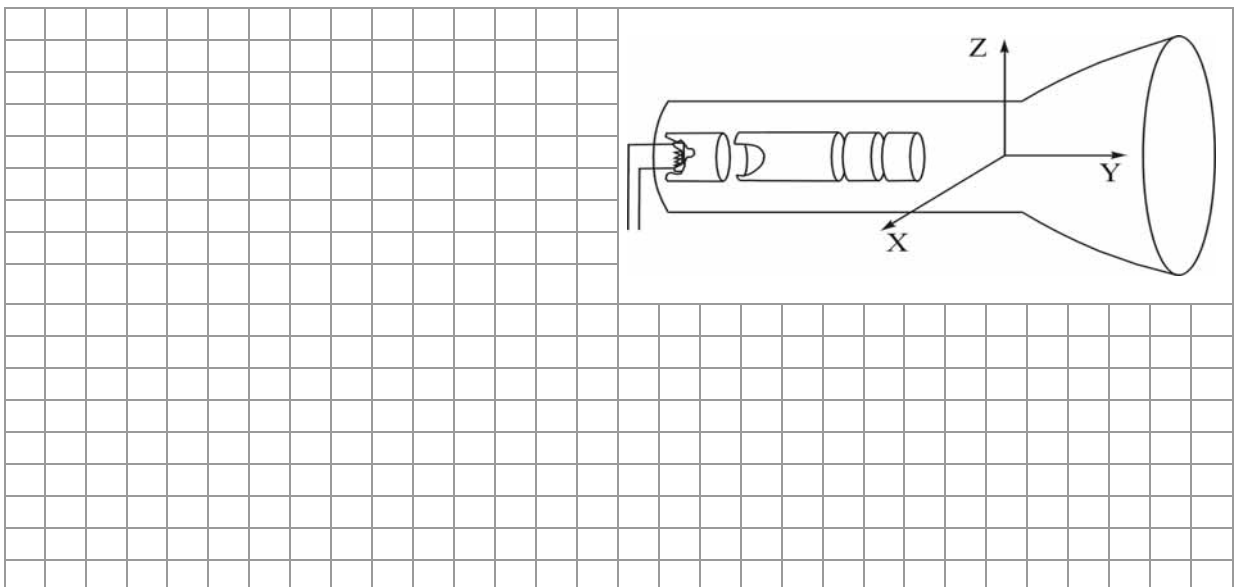
Przyjmij, że każdy z padających elektronów wyzwala jeden foton, oraz, że natężenie prądu w wiązce wynosi $25 \mu\text{A}$.



Zadanie 2.5 (3 pkt)

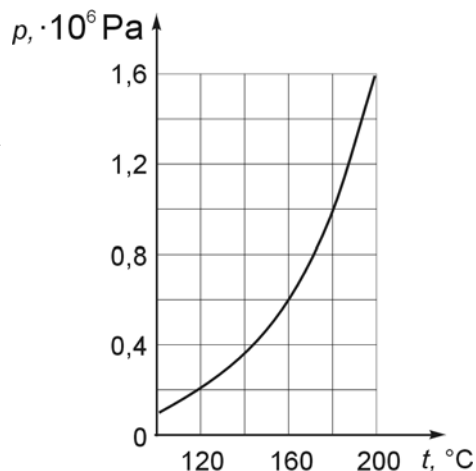
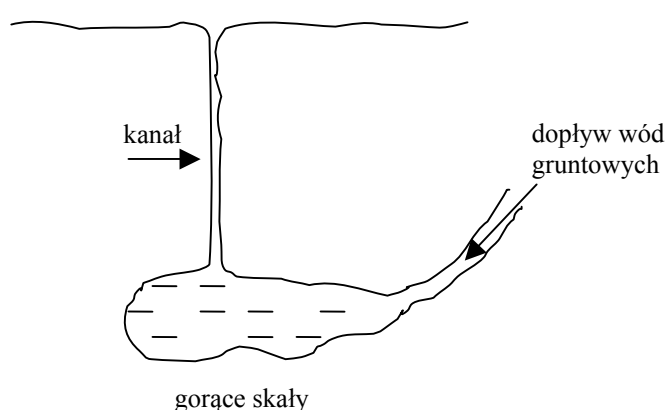
W niektórych lampach wiązka elektronów odchylana jest odpowiednio zmieniającym się polem magnetycznym.

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 3. Gejzer (12 pkt)

Gejzer to podziemny zbiornik połączony z powierzchnią gruntu wąskim kanałem. Zbiornik wraz z kanałem wypełniony jest wodą podgrzewaną energią z wnętrza Ziemi.



Duże ciśnienie wody w zbiorniku gejzera powoduje, że temperatura wrzenia jest znacznie wyższa niż 100°C . Gdy woda w zbiorniku osiągnie temperaturę wrzenia pojawia się para wodna wypychająca wodę z kanału. Maleje ciśnienie, a temperatura wrzenia wody obniża się do około 100°C . Woda w zbiorniku gwałtownie wrze, wydostając się na powierzchnię w postaci pary. Na wykresie powyżej przedstawiono zależność pomiędzy ciśnieniem wody i pary wodnej w zbiorniku a temperaturą wrzenia wody.

W obliczeniach przyjmij stałą gęstość wody równą 1000 kg/m^3 , ciepło właściwe wody równe $4200 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, ciśnienie atmosferyczne równe 100 kPa oraz wartość przyspieszenia ziemskiego równą 10 m/s^2 .

Zadanie 3.1 (2 pkt)

Odczytaj z wykresu i zapisz temperaturę wrzenia wody dla ciśnienia 1000 kPa.

[illegible]

Odczytaj i zapisz temperaturę wrzenia wody dla ciśnienia 800 kPa.

[illegible]

Zadanie 3.2 (3 pkt)

Oblicz ciśnienie w gejzerze na głębokości 90 m pod poziomem gruntu tuż przed wybuchem. Przyjmij, że kanał jest całkowicie wypełniony wodą.

A blank sheet of graph paper featuring a uniform grid of small squares. The grid consists of 20 columns and 15 rows, providing a structured space for drawing or writing.

Oblicz średnią moc, z jaką energia z wnętrza Ziemi przekazywana jest wodzie znajdującej się w gejzerze. Przyjmij, że masa wody w zbiorniku gejzera wynosi 350 ton, a temperatura wody w zbiorniku wzrasta w ciągu jednej godziny od 100°C do 160°C .

[illegible]

Jednym z najslawniejszych amerykańskich gejzerów jest gejzer Old Faithful, który znajduje się w Parku Narodowym Yellowstone. Co godzinę przez cztery minuty gejzer ten wyrzuca słup wody na wysokość 45 m.

Oszacuj wartość prędkości, z jaką woda wypływa z otworu tego geizera. Opory ruchu pomini.

[illegible]

Wykaż, że podczas jednej erupcji gejzer Old Faithful wyrzuca około 40 000 litrów gorącej wody. Otwór wylotowy ma pole powierzchni przekroju poprzecznego równe około 0,0055 m². Dla uproszczenia przyjmij, że gejzer przez cały czas wyrzuca wodę ze stałą prędkością o wartości 30 m/s.

[illegible]

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.

[illegible]

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.

A full-page sheet of white graph paper with a light gray grid. The grid consists of small squares, approximately 10 units wide by 10 units high. There are no margins or additional markings on the page.

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

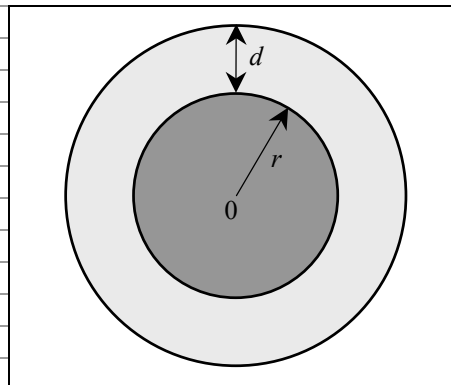
[illegible]

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

A full-page sheet of white graph paper with a light gray grid. The grid consists of small squares, approximately 10 units wide by 10 units high, covering the entire area of the page. There are no margins or other markings on the paper.

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 $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$.

A diagram of a circular cell. The cell is represented by a large circle with a light gray fill. Inside this circle is a smaller, darker gray circle. The center of the inner circle is marked with a black dot and labeled '0'. A double-headed arrow labeled 'r' indicates the radius from the center '0' to the boundary of the inner circle. A double-headed arrow labeled 'd' indicates the diameter of the inner circle.

Zadanie 5. Dwa zwierciadła (12 pkt)

Lusterko dentystyczne jest małym zwierciadłem sferycznym o promieniu krzywizny równym 12 cm. Umożliwia ono obserwację powiększonego i pozornego obrazu zęba.

Zadanie 5.1 (1 pkt)

Ustal i zapisz, czy lusterko dentystyczne jest zwierciadłem wklęsłym czy wypukłym, oraz, czy obraz, który w nim powstaje jest odwrócony.

[illegible]

Zadanie 5.2 (2 pkt)

Oblicz zdolność skupiającą tego lusterka.

[illegible]

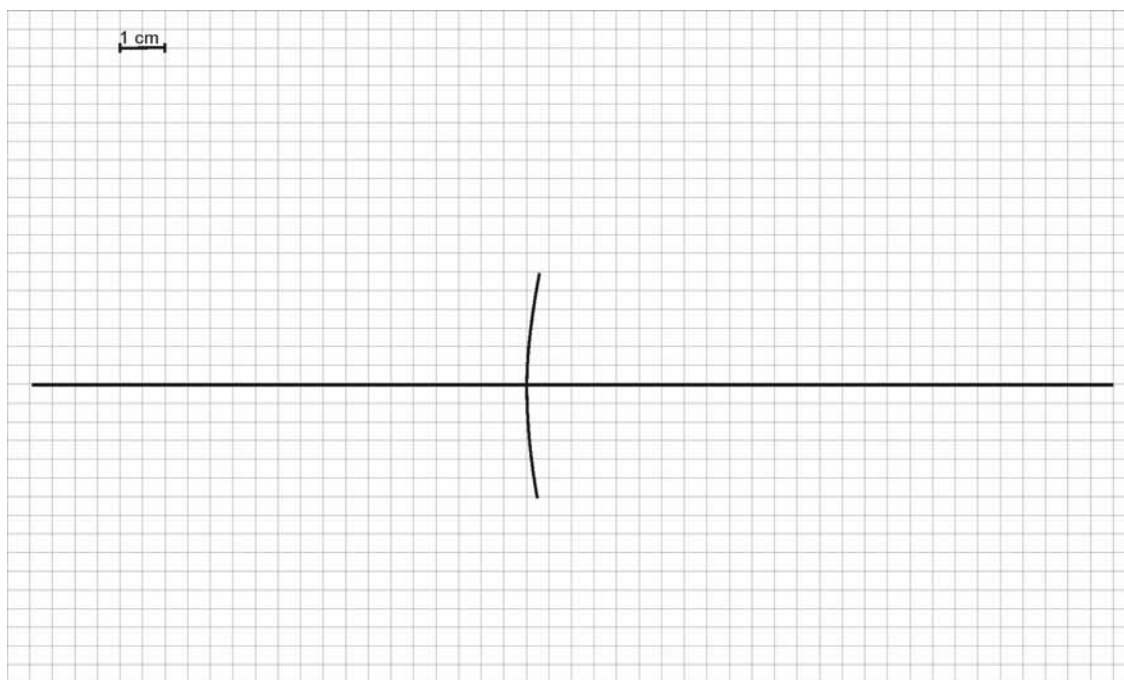
Zadanie 5.3 (4 pkt)

Przy pewnym ustawieniu lusterka obserwowano pozorny, dwukrotnie powiększony obraz zęba.

a) Oblicz odległość zęba i jego obrazu od zwierciadła. (2 pkt)

A full-page sheet of graph paper featuring a uniform grid of thin, light gray lines on a white background. The grid consists of small squares covering the entire area.

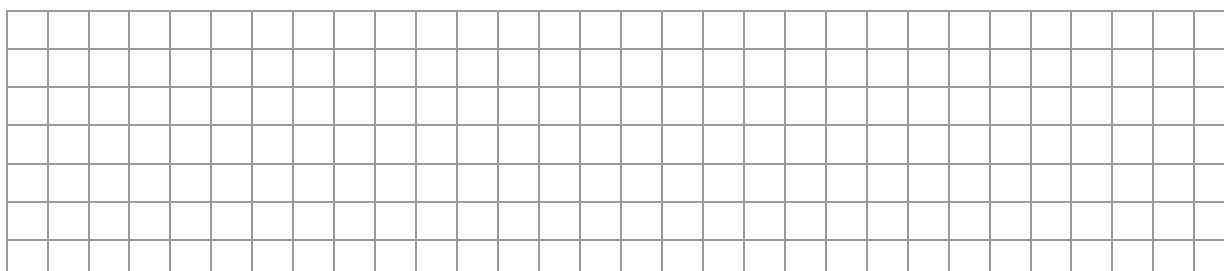
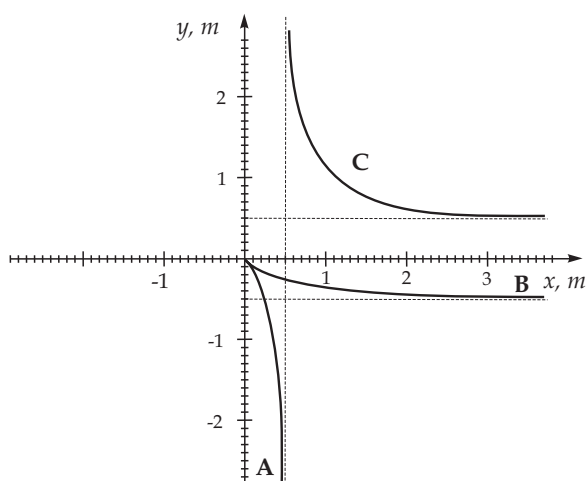
- b) Narysuj konstrukcję ilustrującą powstawanie obrazu pozornego i dwukrotnie powiększonego w tym lusterku. Zastosuj skalę podaną na rysunku. (2 pkt)



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 zmianę rozmiarów 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

