

UZUPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

*miejsce
na naklejkę*

**EGZAMIN MATURALNY
Z FIZYKI I ASTRONOMII**

POZIOM ROZSZERZONY

18 MAJA 2020

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 19 stron (zadania 1–11). 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 będą oceniane.
7. Podczas egzaminu możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora prostego.
8. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

**Godzina rozpoczęcia:
9:00**

**Czas pracy:
150 minut**

**Liczba punktów
do uzyskania: 60**



MFA-R1_1P-202

W zadaniach 1.1.–1.4. przyjmij, że siła tarcia kinetycznego, działająca na krążek poruszający się po lodzie, ma stałą wartość, proporcjonalną do wartości ciężaru krążka. Pomiń inne siły działające na krążek w kierunku poziomym.

Zadanie 1.1. (2 pkt)

Oblicz czas ruchu krążka od momentu uzyskania prędkości $\vec{v}_1$ aż do zatrzymania się.

[illegible]

Zadanie 1.2. (2 pkt)

Hokeista ponownie uderzył kijem w ten sam nieruchomy krążek. Po tym uderzeniu krążek uzyskał poziomą prędkość początkową o wartości v_2 dwukrotnie mniejszej od v_1 .

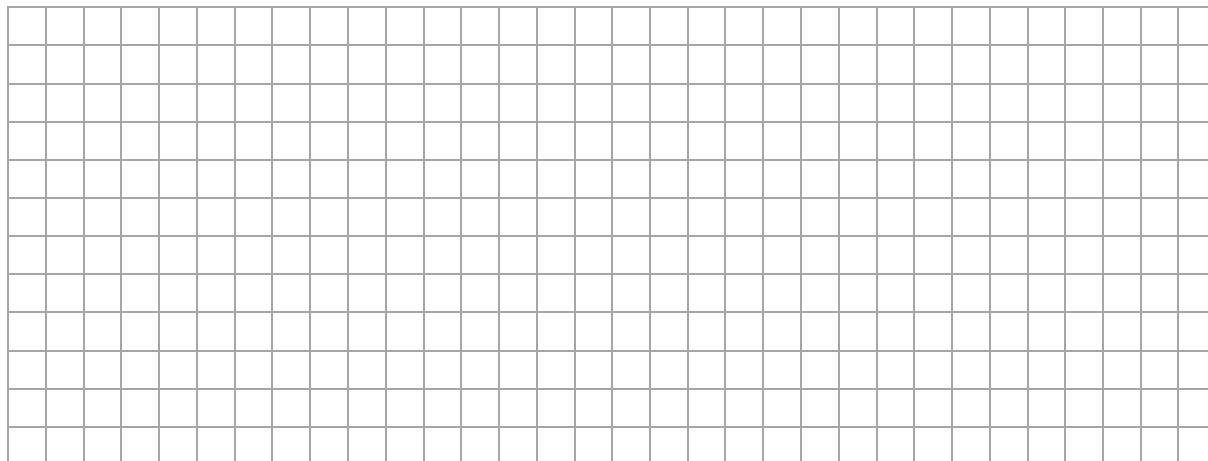
Oblicz drogę, jaką przebył krążek od momentu uzyskania prędkości $\vec{v}_2$ aż do chwili zatrzymania się.

[illegible]

Zadanie 1.3. (2 pkt)

Zgodnie z założeniami dla modelu zjawiska, opisanymi w treści zadania 1., można wykazać, że wartość a przyspieszenia w ruchu jednostajnie opóźnionym krążka nie będzie zależała od jego masy m , a jedynie będzie zależna od wartości przyspieszenia ziemskiego g i od współczynnika tarcia kinetycznego μ .

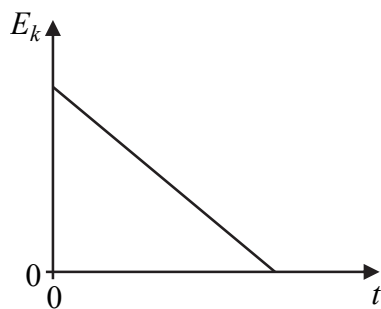
Wykaż, że wartość a przyspieszenia krążka nie zależy od jego masy m . W tym celu wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć a tylko za pomocą μ i g .



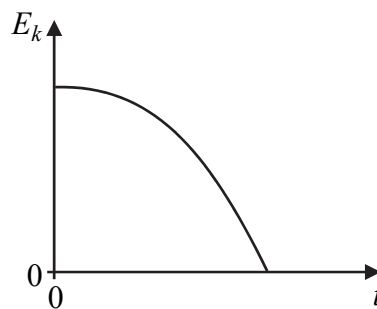
Zadanie 1.4. (1 pkt)

Spośród rysunków A–D wybierz i zaznacz rysunek z wykresem prawidłowo przedstawiającym zależność energii kinetycznej E_k od czasu t ruchu krążka po lodzie.

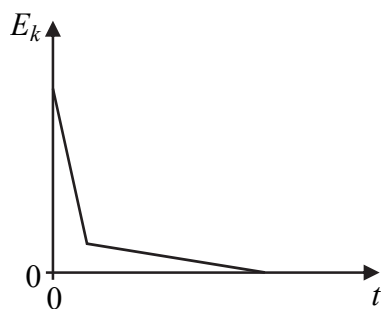
Osie na wykresach wyskalowano liniowo, a krzywe na rysunkach B, D są fragmentami parabol.



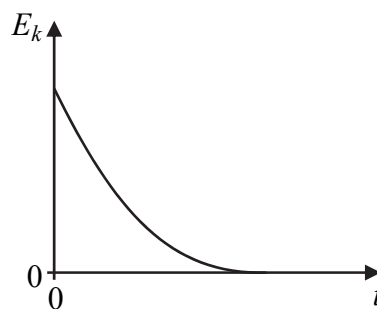
A.



B.



C.



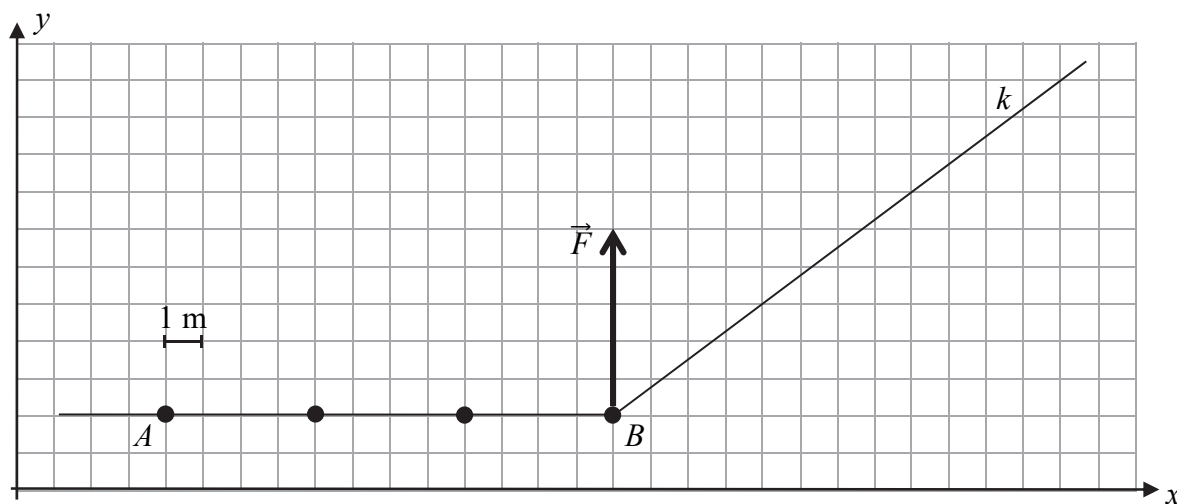
D.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.
	Maks. liczba pkt	2	2	2	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 2.

Ciało, które potraktujemy jako punkt materialny, początkowo poruszało się ruchem jednostajnym wzdłuż prostej AB w układzie inercyjnym. Gdy ciało znalazło się w punkcie B , zostało uderzone. Na skutek zadziałania siły $\vec{F}$ w punkcie B nastąpiła zmiana pędu ciała – po uderzeniu ciało poruszało się ruchem jednostajnym wzdłuż prostej k z inną wartością prędkości niż przed uderzeniem.

Na poniższym rysunku zilustrowano fragment toru ruchu ciała w układzie współrzędnych (x, y) . Ponadto na fragmencie prostej AB przedstawiono położenia ciała w czterech wybranych chwilach, pomiędzy którymi upływał jednakowy odstęp czasu $\Delta t = 1$ s. Analogicznych położzeń ciała wzdłuż fragmentu prostej k nie przedstawiono. Narysowano wektor siły $\vec{F}$, która zadziałała w punkcie B . Długość każdego boku kratki na rysunku odpowiada rzeczywistej długości 1 m.



Do dalszej analizy opisanego ruchu przyjmij, że:

- czas działania siły $\vec{F}$ był na tyle krótki, że na rysunku pominięto zakrzywioną część toru ruchu od punktu B , gdy na ciało działała siła
- siła $\vec{F}$ była stała.

Zadanie 2.1. (1 pkt)

Na powyższym rysunku, na fragmencie prostej k , narysuj: położenie ciała w chwili $t_1 = 1$ s oraz położenie ciała w chwili $t_2 = 2$ s, licząc czas od momentu, gdy ciało znalazło się w punkcie B .

Zadanie 2.2. (2 pkt)

Oblicz wartość v_k prędkości, z jaką ciało poruszało się wzdłuż prostej k po uderzeniu.

Zadanie 2.3. (3 pkt)

Czas działania siły $\vec{F}$ wynosił $\Delta t_B = 0,01$ s. Masa ciała była równa $m = 0,2$ kg.

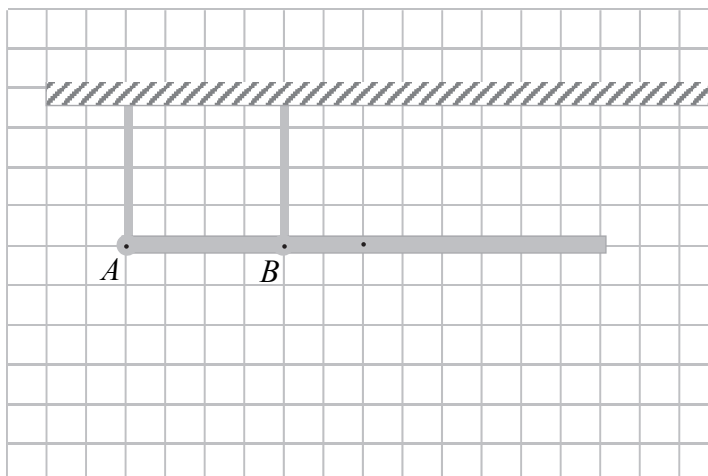
Oblicz wartość siły $\vec{F}$.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.1.	2.2.	2.3.
	Maks. liczba pkt	1	2	3
	Uzyskana liczba pkt			

Na rysunku 1. przedstawiono opisaną sytuację i oznaczono punkt S – środek masy belki.

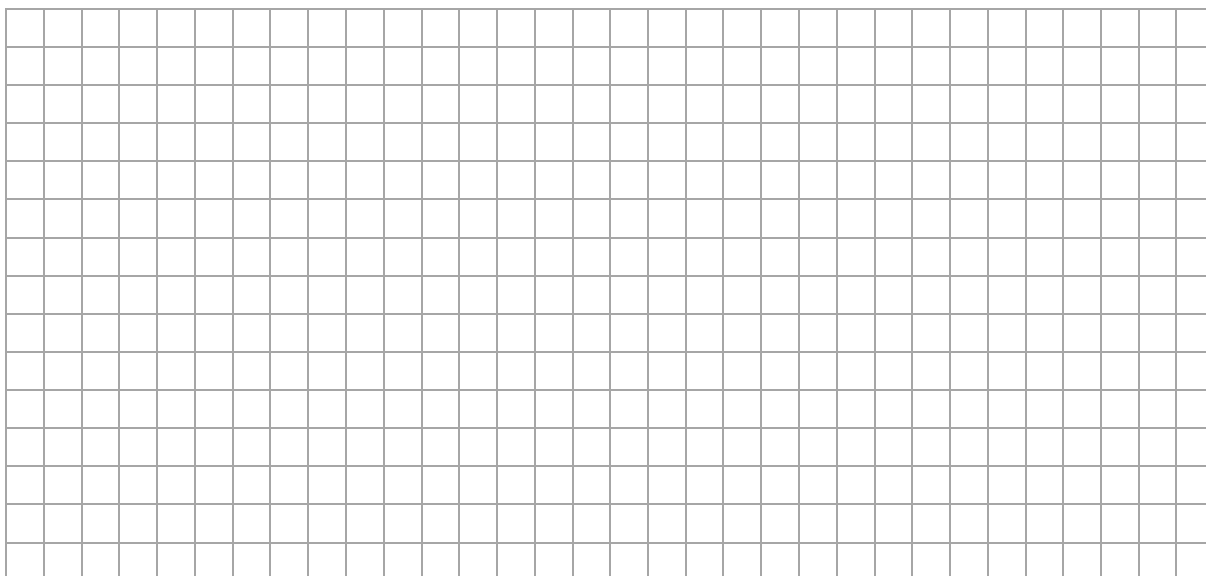
Diagram of a horizontal beam AB of length $l = 3 \text{ m}$, pivoted at A and B. A weight U_A is suspended at A and U_B at B. A weight U_S is suspended at S, which is at a distance $l_{AB} = 1 \text{ m}$ from B. The beam is supported by a ceiling. Gravity g points downwards.

Rysunek 2.



Zapisz odpowiednie równania opisujące warunki równowagi belki. Oblicz wartości F_A i F_B sił, z jakimi uchwyty U_A i U_B działają na belkę.

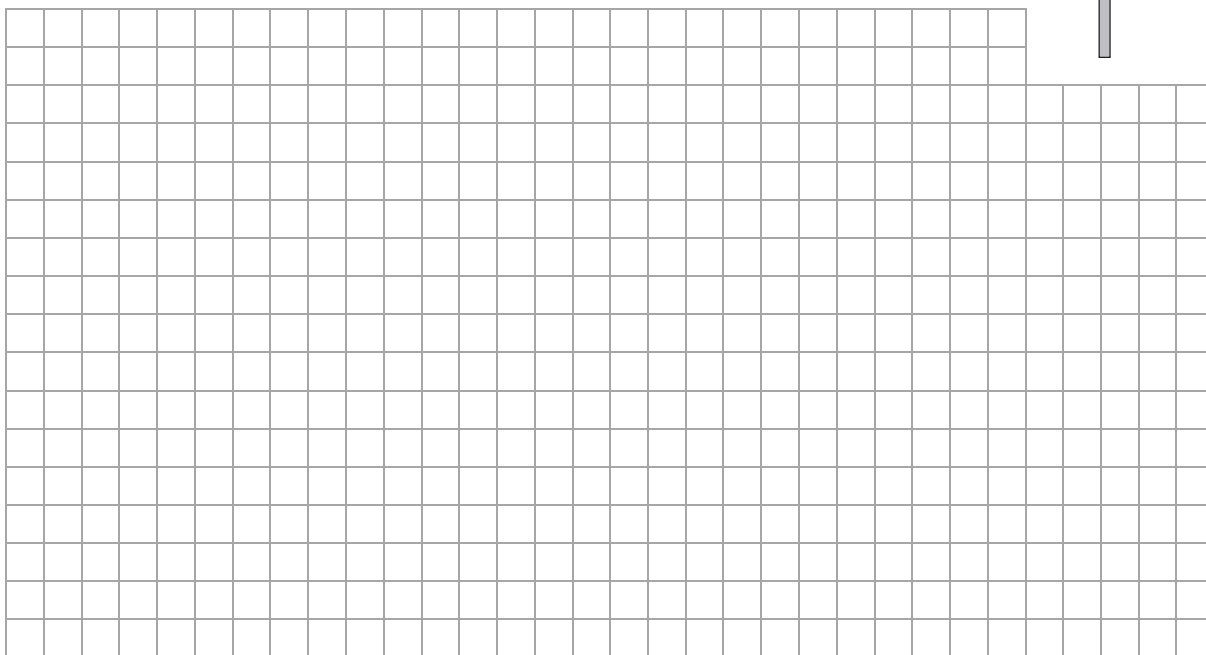
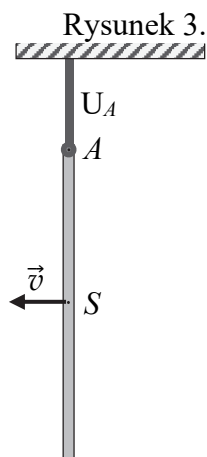
[illegible]



Zadanie 3.3. (3 pkt)

W pewnej chwili zwolniono uchwyt U_B i belka rozpoczęła obrót wokół osi przechodzącej przez punkt A . Wartość prędkości punktu S środka masy belki w chwili, gdy przechodziła ona przez położenie pionowe, oznaczmy jako v (zobacz rysunek 3.). Przyjmij, że moment bezwładności belki względem punktu A wyraża się wzorem $I_A = \frac{1}{3}ml^2$. Pomiń opory ruchu.

Wyprowadź i zapisz wzór pozwalający wyznaczyć v tylko za pomocą długości belki l oraz przyspieszenia ziemskiego g .



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.	3.2.	3.3.
	Maks. liczba pkt	2	3	3
	Uzyskana liczba pkt			

Silnik cieplny to urządzenie działające cyklicznie, które w wyniku wymiany ciepła z otoczeniem wykonuje pracę. Załóżmy, że T_1 jest temperaturą źródła ciepła, z którego silnik pobiera ciepło w każdym cyklu pracy, a T_2 jest temperaturą chłodnicy, do której silnik oddaje ciepło w każdym cyklu. Zgodnie z zasadami termodynamiki, sprawność η dowolnego silnika pracującego pomiędzy danymi temperaturami źródła ciepła i chłodnicy nie może przekraczać sprawności tzw. silnika idealnego, danej wzorem (temperatury wyrażone są w kelwinach):

$$\eta_{max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

- w cyklu pracy silnika S_1 ilość ciepła oddanego do chłodnicy była możliwie najmniejsza – tzn. tak mała, jak na to pozwalają prawa termodynamiki
- w cyklu pracy silnika S_2 praca sił parcia gazu podczas jego rozprężania wynosiła 34,8 J, a praca podczas sprężania gazu (przeciwko sile parcia) była równa 8,7 J.

a) Oblicz ciepło, jakie oddaje do chłodnicy silnik S_1 w jednym cyklu pracy.

[illegible][illegible]

Zadanie 4.2. (2 pkt)

Oblicz ciepło oddane do chłodnicy w jednym cyklu pracy silnika S_2 .

Zadanie 4.3. (2 pkt)

Oblicz sprawność silnika S_2 .

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.1.	4.2.	4.3.
	Maks. liczba pkt	3	2	2
	Uzyskana liczba pkt			

The graph shows the refractive index n as a function of wavelength λ in micrometers. The y-axis ranges from 1.50 to 1.62 with major ticks every 0.02. The x-axis ranges from 0 to 1.4 with major ticks every 0.2. A smooth curve starts at $\lambda \approx 0.25 \mu\text{m}$, $n \approx 1.62$ and decreases monotonically to $\lambda \approx 1.25 \mu\text{m}$, $n \approx 1.50$. A gray shaded rectangular region is highlighted on the x-axis, spanning from $\lambda \approx 0.35 \mu\text{m}$ to $\lambda \approx 0.75 \mu\text{m}$.

[illegible]

Równoległą wiązkę mieszaniny światła czerwonego i fioletowego biegnącego w powietrzu skierowano na soczewkę skupiającą wykonaną ze szkła opisanego w treści zadania 5. Na ekranie ustawionym za soczewką zaobserwowano plamkę. Przy pewnym ustawieniu ekranu obserwuje się, że środek plamki jest fioletowy, a zewnętrzna część plamki jest czerwona. Z kolei przy ustawieniu ekranu w pewnej innej odległości od soczewki środek plamki jest czerwony, a zewnętrzna część plamki jest fioletowa.

Rysunek 1.



Zapisz na rysunku 1. kolor środka plamki na ekranie. Dorysuj – od soczewki do ekranu – bieg promieni fioletowych (oznacz je jako P_{1F} , P_{2F}) oraz czerwonych (oznacz je jako P_{1C} , P_{2C}), po przejściu promieni P_1 , P_2 przez soczewkę.

Przyjmij, że obie wypukłości soczewki są sferyczne, soczewka jest umieszczona w powietrzu, a bezwzględny współczynnik załamania światła w powietrzu jest równy 1.

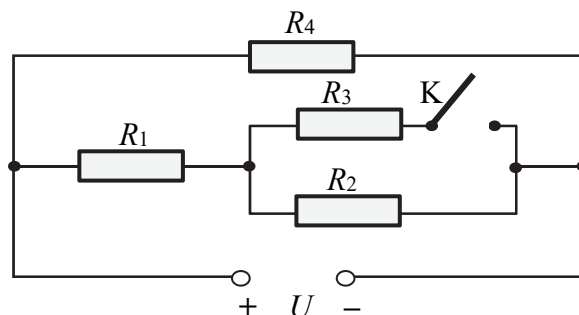
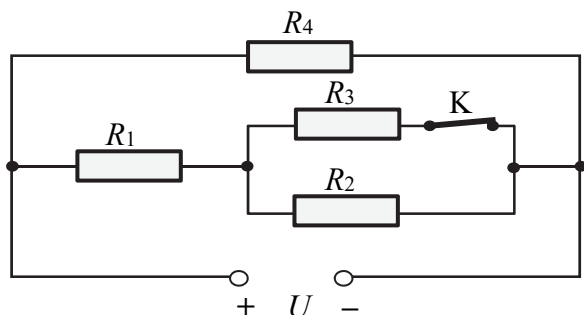
Oblicz stosunek ogniskowej soczewki dla światła fioletowego do ogniskowej soczewki dla światła czerwonego.

[illegible]

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.
	Maks. liczba pkt	1	2	1	2
	Uzyskana liczba pkt				

Cztery oporniki R_1, R_2, R_3, R_4 o jednakowym oporze elektrycznym R połączono w obwód, który następnie podłączono do źródła stałego napięcia elektrycznego U . Na rysunku 1. przedstawiono schemat obwodu w sytuacji, gdy klucz K jest zamknięty, a na rysunku 2. – gdy klucz K jest otwarty. Przyjmij, że napięcie U zasilające obwód jest takie samo w obu sytuacjach.

Rysunek 2.



Rozważamy sytuację, gdy klucz K w obwodzie jest zamknięty (zobacz rysunek 1.). Natężenie prądu płynącego przez opornik R_2 oznaczmy jako I_2 .

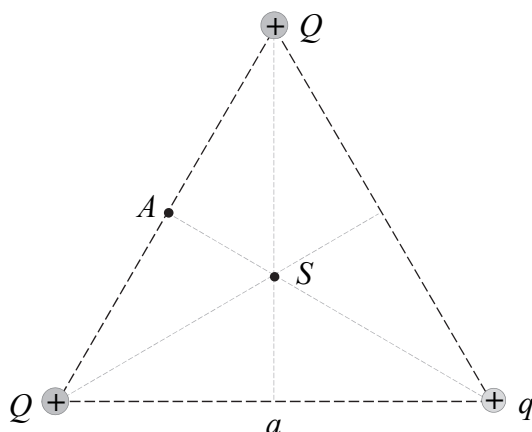
Zapisz wzór pozwalający wyznaczyć I_2 tylko za pomocą wielkości: U oraz R .

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire surface. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Zadanie 7.

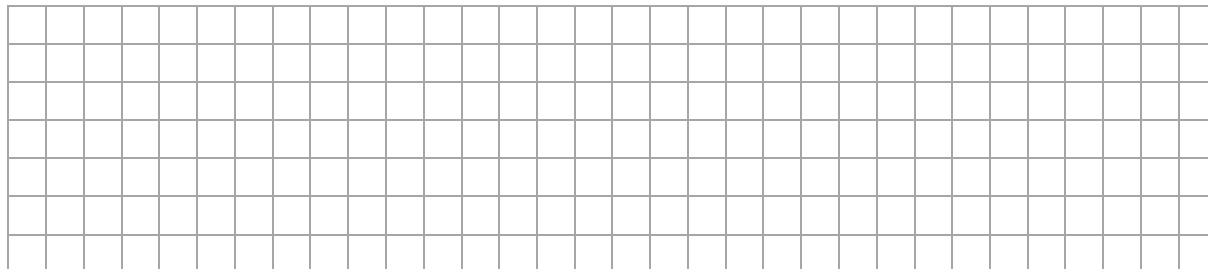
Trzy punktowe ładunki elektryczne dodatnie umieszczono w wierzchołkach trójkąta równobocznego o długości boku a . Wartości ładunków wynoszą: Q , Q , q , przy czym $Q > q$. Punkt A jest środkiem boku łączącego te wierzchołki trójkąta, w których znajdują się jednakowe ładunki Q (zobacz rysunek 1.). Punkt S jest punktem przecięcia się wysokości trójkąta.

Rysunek 1.



Zadanie 7.1. (2 pkt)

Na rysunku 1. narysuj $\vec{E}_A$ – wektor wypadkowego natężenia pola elektrycznego w punkcie A . Zapisz wzór pozwalający wyznaczyć wartość E_A tego wektora tylko poprzez q , a oraz przez odpowiednie stałe fizyczne.



Zadanie 7.2. (1 pkt)

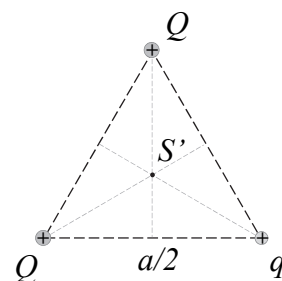
Każdy z boków trójkąta równobocznego zmniejszono dwa razy. W odpowiednich wierzchołkach nowego trójkąta umieszczono te same ładunki co poprzednio (zobacz rysunek 2.). Punkt S' jest punktem przecięcia się wysokości trójkąta.

Zaznacz poprawne dokończenie zdania wybrane spośród A–D.

Wartość wypadkowego natężenia pola elektrycznego w punkcie S' , w sytuacji przedstawionej na rysunku 2., w porównaniu do wartości natężenia pola w punkcie S , w sytuacji przedstawionej na rysunku 1., jest

- A. dwa razy mniejsza.
- B. dwa razy większa.
- C. cztery razy mniejsza.
- D. cztery razy większa.

Rysunek 2.



Zadanie 8.

Obiekt PSR 1257+12 jest gwiazdą neutronową o średnicy kilkunastu kilometrów. Ta gwiazda jest pulsarem milisekundowym, który obraca się wokół osi własnej 160 razy na sekundę. Wokół niego krążą pierwsze odkryte (przez polskiego astronoma Aleksandra Wolszczana) planety poza Układem Słonecznym. Układ składa się z pulsara jako gwiazdy centralnej i trzech planet krążących wokół tego pulsara. Jedną z nich jest planeta o nazwie Draugr, która okrąża pulsar po orbicie kołowej o promieniu $r = 0,19$ au, w czasie $T = 25,3$ doby (ziemskiej).

Masa pulsara jest znacznie większa od masy każdej z okrążających go planet. Pomiń wzajemne oddziaływanie planet. Przyjmij, że $1 \text{ au} = 150 \text{ mln km}$ (au – jednostka astronomiczna).

Zadanie 8.1. (3 pkt)

Oblicz masę pulsara na podstawie informacji dotyczącej ruchu orbitalnego planety Draugr, podanej w treści zadania 8.

Dodatkowe informacje do zadań 8.2. i 8.3.

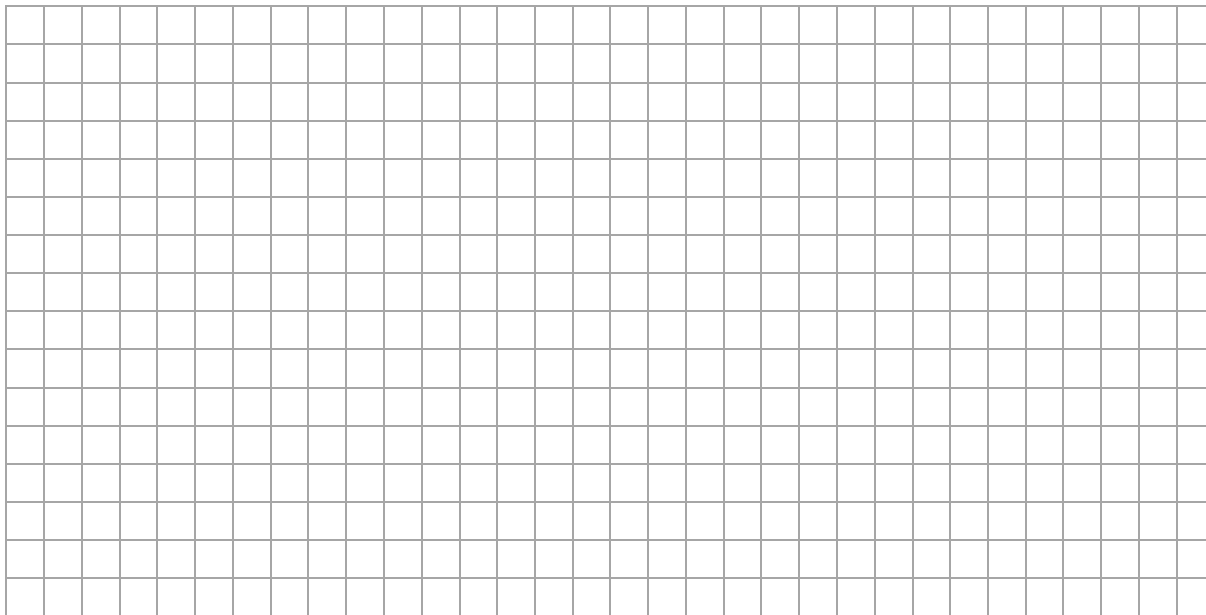
Opisany pulsar powstał w wyniku zapadania się jądra gwiazdy, którego rozmiary były znacznie większe niż obecne rozmiary pulsara. W wyniku zapadania grawitacyjnego promień tego jądra się zmniejszył, a częstotliwość obrotu wzrosła. Obecnie pulsar obraca się wokół własnej osi około 160 razy na sekundę. Do obliczeń przyjmij uproszczony model zjawiska oparty na następujących założeniach dotyczących końcowego etapu zapadania się jądra gwiazdy:

- przyjmij, że masa M jądra gwiazdy się nie zmienia i pomiń ewentualne straty momentu pędu
- przyjmij, że zapadające się jądro gwiazdy jest ciałem o momencie bezwładności równym kMR_t^2 , gdzie R_t jest chwilowym promieniem jądra gwiazdy, a k pozostaje stałe
- pomiń efekty relatywistyczne i wpływ innych obiektów.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	7.1.	7.2.	8.1.
	Maks. liczba pkt	2	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 8.2. (2 pkt)

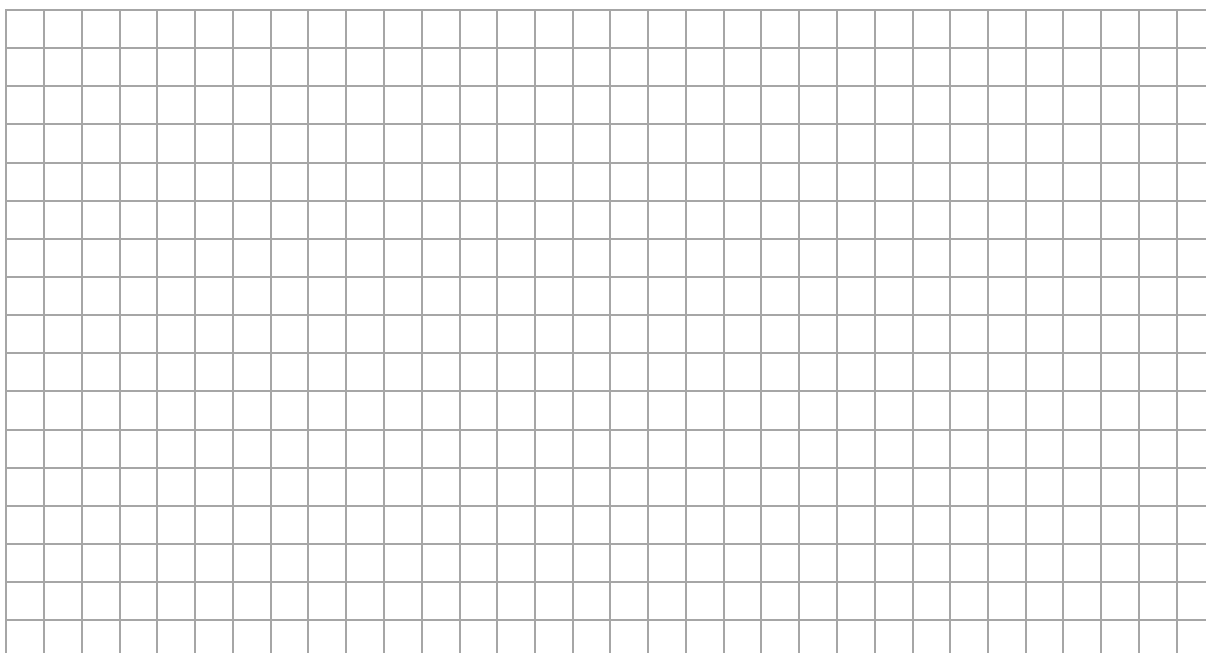
Oblicz częstotliwość obrotu jądra gwiazdy dookoła osi własnej w chwili, gdy miało ono promień 10 razy większy niż obecnie. Wykorzystaj odpowiednie zasady i wzory fizyczne.



Zadanie 8.3. (2 pkt)

Wyznacz wartość liczbową stosunku E_{kin1} / E_{kin10} – energii kinetycznej jądra gwiazdy w chwili obecnej do energii kinetycznej jądra gwiazdy w chwili, gdy jego promień był 10 razy większy niż obecnie. Wykorzystaj odpowiednie zasady i wzory fizyczne.

Energię kinetyczną określamy w układzie odniesienia, w którym oś obrotu pulsara jest nieruchoma.



Oblicz czas T_A , w jakim ciało A okrąży pulsar. Wynik podaj w dobach (ziemskich).

[illegible] $4 \rightarrow 1$ f_{41}

..... < < <

MFA 1R

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

