

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

 Książki do matury: sklep.maturalny.pl

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.

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

[illegible]

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 .

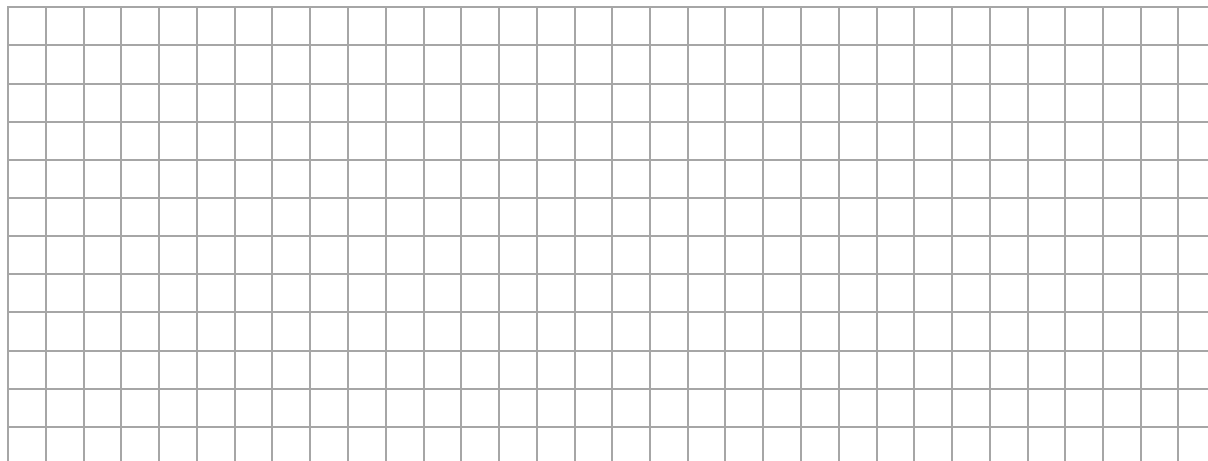
Oblicz drogę, jaką przebył krążek od momentu uzyskania prędkości $\vec{v}_2$ aż do chwili zatrzymania się.

A full-page view of a blank sheet of graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines forming small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

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 .

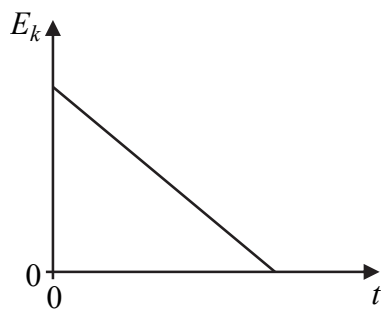
Wykaż, że wartość a przyspieszenia krążka nie zależy od jego masy m . W tym celu wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć a tylko za pomocą μ i g .



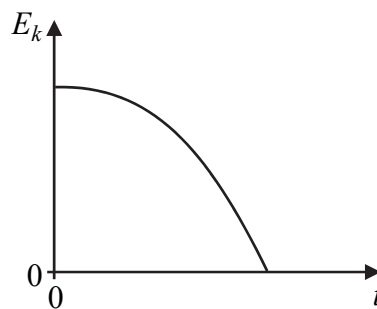
Zadanie 1.4. (1 pkt)

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

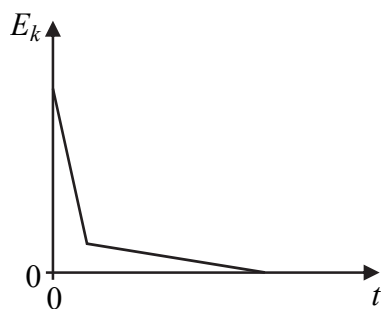
Osie na wykresach wyskalowano liniowo, a krzywe na rysunkach B, D są fragmentami parabol.



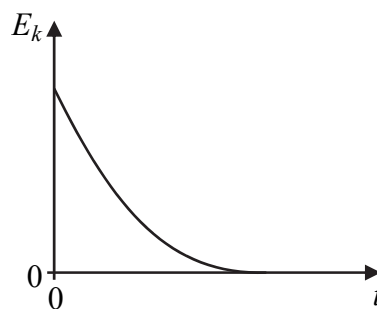
A.



B.



C.



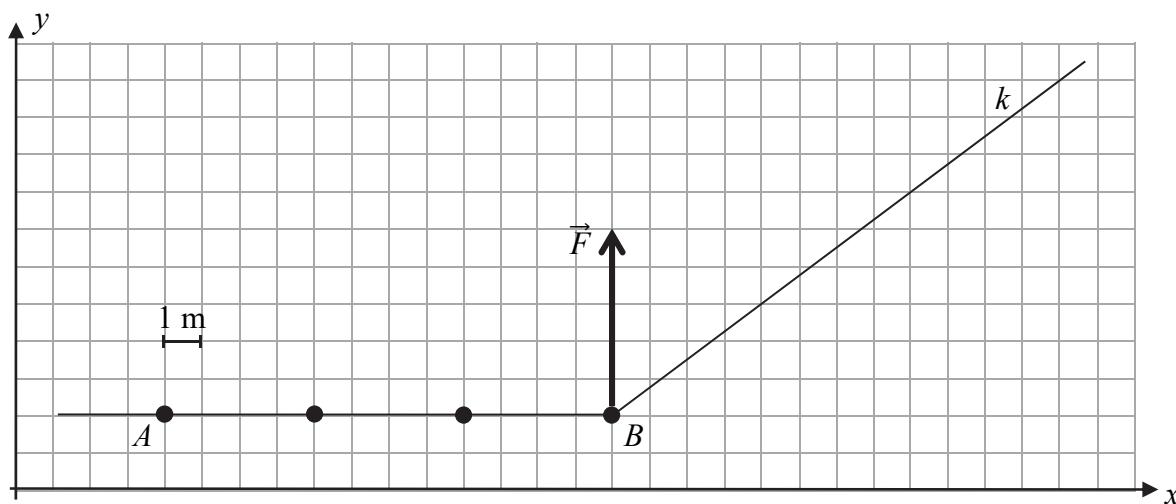
D.

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 położenia 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			

Książki do matury: sklep.maturalny.pl

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

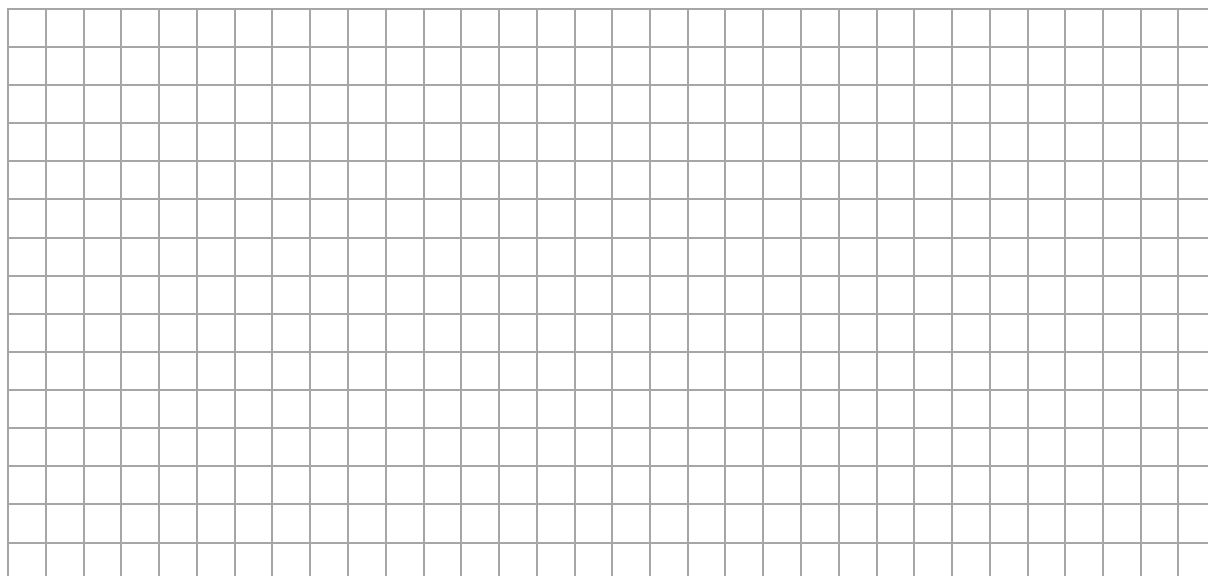
The diagram shows a horizontal beam of length $l = 3 \text{ m}$ pivoted at point A. A vertical spring with stiffness U_A is attached at A, and another vertical spring with stiffness U_B is attached at point B, which is at a distance $l_{AB} = 1 \text{ m}$ from A. The center of mass S is at the right end of the beam. Gravity g acts downwards.

Na rysunku 2. narysuj i oznacz wektory sił $\vec{F}_A$ i $\vec{F}_B$, z jakimi uchwyty działają na belkę odpowiednio w punktach A i B – gdy belka znajduje się w opisanym położeniu równowagi. Zachowaj relację (większy, równy, mniejszy) między wartościami sił i zapisz tę relację – wstaw w wy kropkowane miejsce obok rysunku jeden ze znaków: $>$, $=$, $<$.

A diagram showing a horizontal beam of length 4 units, labeled AB. The beam is supported at point A by a fixed support (represented by a vertical line and a hatched area) and at point B by a roller support (represented by a vertical line and a single dot). The beam is divided into four equal segments of 1 unit each by three dots. The beam is labeled A at the left end and B at the second dot from the left.

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.

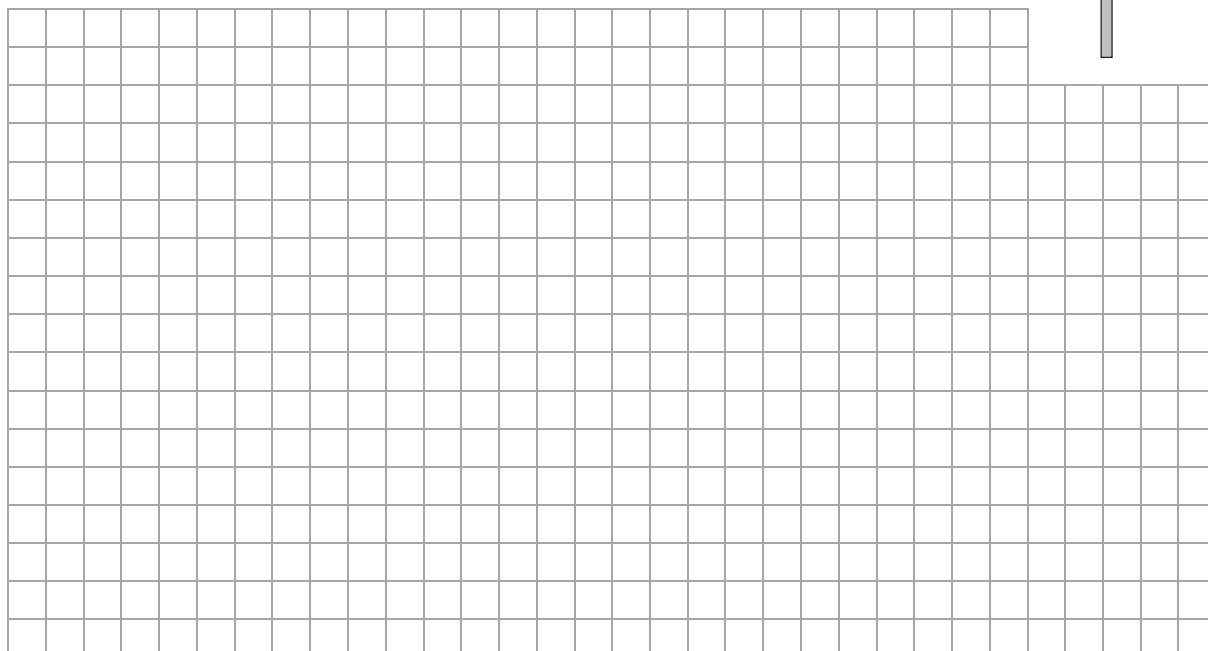
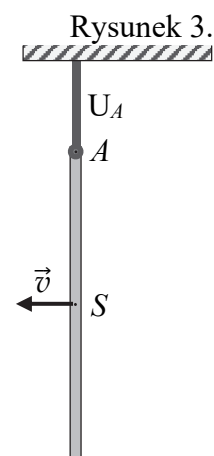
[illegible]



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			

Zadanie 4.2. (2 pkt)

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

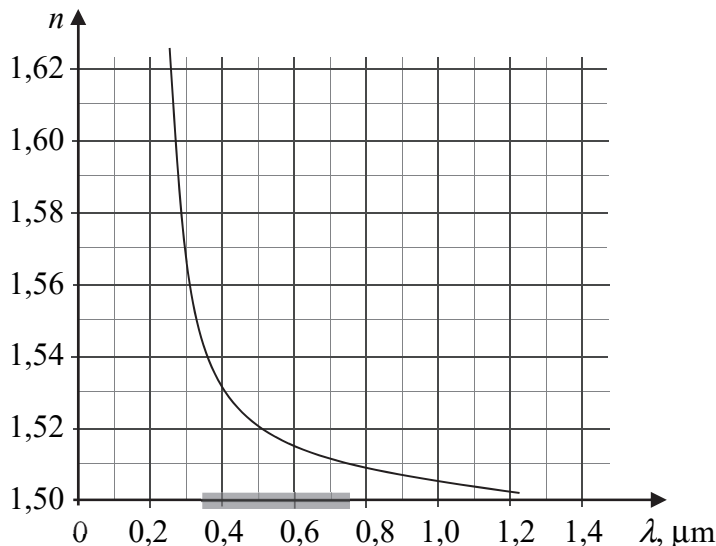
Zadanie 4.3. (2 pkt)

Oblicz sprawność silnika S_2 .

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

Zadanie 5.

Bezwzględny współczynnik załamania światła w ośrodku materialnym zależy w ogólności od częstotliwości światła, a więc zależy też od długości fali światła w próżni. Na wykresie poniżej przedstawiono zależność wartości n bezwzględnego współczynnika załamania światła od długości fali λ tego światła w próżni – dla pewnego rodzaju szkła. Na osi λ zaznaczono szary odcinek odpowiadający w przybliżeniu zakresowi długości fal światła widzialnego w próżni. Przyjmij, że długości fal światła fioletowego i czerwonego odpowiadają krańcom zaznaczonego odcinka (światło czerwone w próżni ma większą długość fali od światła fioletowego).



Zadanie 5.1. (1 pkt)

Wartość prędkości i częstotliwość światła fioletowego po wnikięciu do szkła oznaczmy jako v_F oraz f_F , a wartość prędkości i częstotliwość światła czerwonego po wnikięciu do szkła oznaczmy jako v_C oraz f_C .

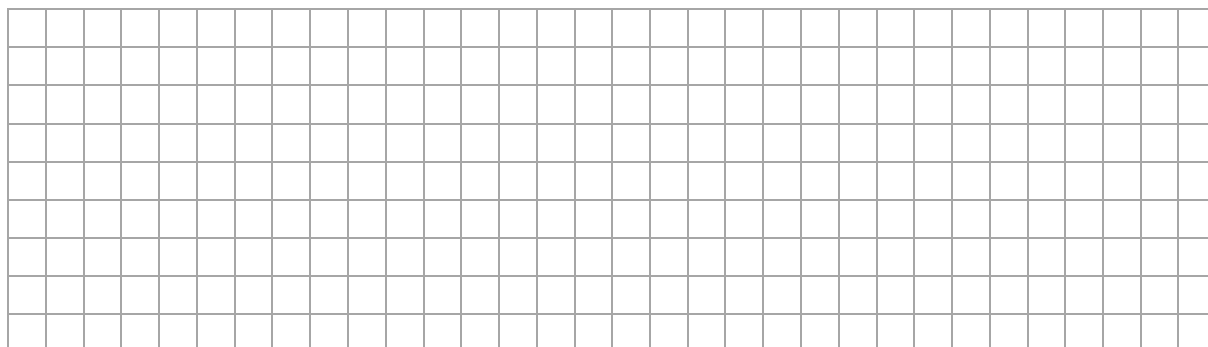
Podkreśl właściwe relacje wybrane spośród podanych w nawiasach, tak aby poniższe zdanie było prawdziwe.

Zależność między wartościami prędkości v_F oraz v_C określa relacja ($v_F > v_C$ / $v_F < v_C$), a zależność między częstotliwościami f_F oraz f_C określa relacja ($f_F > f_C$ / $f_F = f_C$ / $f_F < f_C$).

Zadanie 5.2. (2 pkt)

Światło o długości fali w próżni $\lambda = 0,50 \mu\text{m}$ przechodzi do szkła, dla którego zależność $n(\lambda)$ przedstawiono na powyższym wykresie.

Oblicz długość fali λ_{sz} , jaką będzie miało to światło w szkłe.



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.

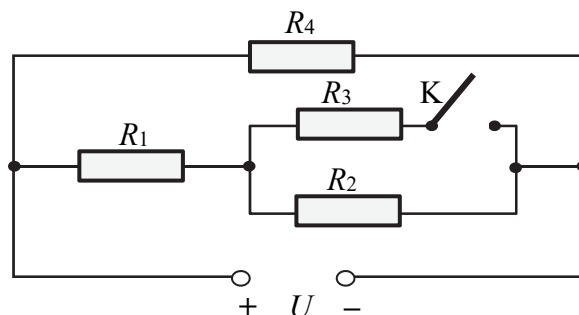
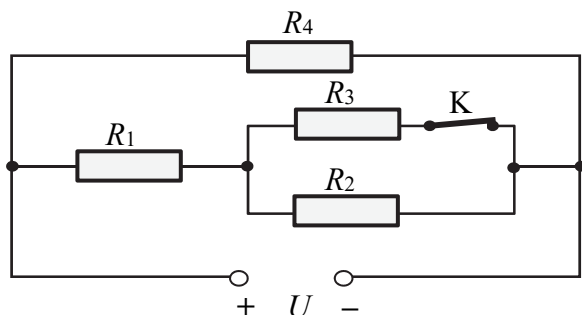
Oblicz stosunek ogniskowej soczewki dla światła fioletowego do ogniskowej soczewki dla światła czerwonego.

[illegible]

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

 Książki do matury: sklep.maturalny.pl

Rysunek 2.



Książki do matury: sklep.maturalny.pl

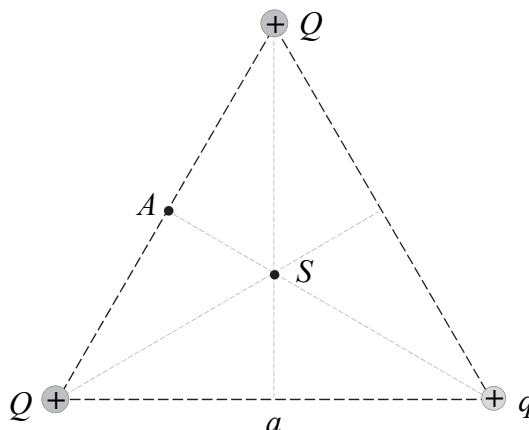
This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire surface. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]**MFA 1R**

Zadanie 7.

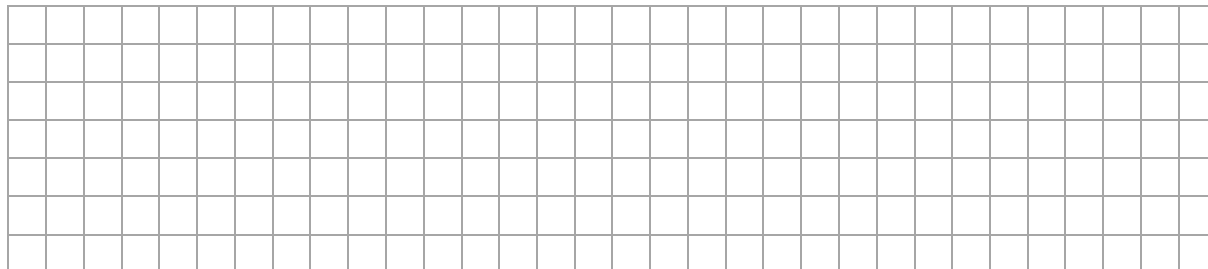
Trzy punktowe ładunki elektryczne dodatnie umieszczono w wierzchołkach trójkąta równobocznego o długości boku a . Wartości ładunków wynoszą: Q , Q , q , przy czym $Q > q$. Punkt A jest środkiem boku łączącego te wierzchołki trójkąta, w których znajdują się jednakowe ładunki Q (zobacz rysunek 1.). Punkt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

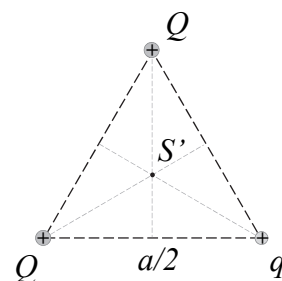
Każdy z boków trójkąta równobocznego zmniejszono dwa razy. W odpowiednich wierzchołkach nowego trójkąta umieszczono te same ładunki co poprzednio (zobacz rysunek 2.). Punkt S' jest punktem przecięcia się wysokości trójkąta.

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).

A full-page view of a blank sheet of graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. The grid covers the entire area of the page, leaving no margins or other markings.**Zadanie 9. (2 pkt)**

Emisja fotonu przez atom wodoru następuje wtedy, gdy elektron przechodzi z poziomu energetycznego $n = a$ na niższy poziom energetyczny $n = b$ (gdzie $a > b$). Takie przejście oznaczmy jako $a \rightarrow b$. Rozważmy wybrane przejścia elektronu pomiędzy stanami w atomie wodoru:

$3 \rightarrow 2$

$7 \rightarrow 4$

$4 \rightarrow 3$

$4 \rightarrow 1$

Częstotliwości fotonów emitowanych podczas tych przejść oznaczmy odpowiednio:

f_{32}

f_{74}

f_{43}

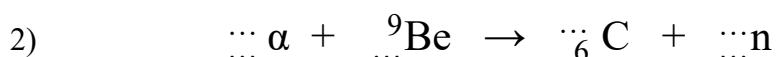
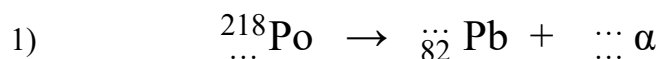
f_{41}

Uporządkuj rosnąco wymienione powyżej częstotliwości emitowanych fotonów. Wpisz odpowiednie oznaczenia częstotliwości w każde z poniżej wyznaczonych miejsc, tak aby zapisana relacja była prawdziwa.

$$\dots < \dots < \dots < \dots$$

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	8.2.	8.3.	8.4.	9.
	Maks. liczba pkt	2	2	2	2
	Uzyskana liczba pkt				

Uzupełnij dwa poniższe równania reakcji opisanych w treści zadania 10. Wpisz w wy kropkowane miejsca właściwe liczby atomowe oraz liczby masowe.

**Zadanie 11. (3 pkt)**

Jądro izotopu radu ^{224}Ra ulega rozpadowi alfa. Naukowcy podczas badania aktywności próbki zawierającej rad ^{224}Ra stwierdzili, że po 11 dobach rozpada się 87,5% początkowej liczby jąder tego radu w próbce.

Wyznacz czas połowicznego rozpadu alfa izotopu radu ^{224}Ra .

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, equal-sized squares formed by thin gray lines. There are 20 columns and 20 rows of squares, creating a total area of 400 square units. The grid covers the entire page, leaving no margins or additional markings.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	10.	11.
	Maks. liczba pkt	2	3
	Uzyskana liczba pkt		

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.



Książki do matury: sklep.maturalny.pl



Arkusze do pobrania: arkusz.maturalny.pl



Książki do matury: sklep.maturalny.pl



Arkusze do pobrania: arkusz.maturalny.pl



Książki do matury: sklep.maturalny.pl



Arkusze do pobrania: arkusz.maturalny.pl



Książki do matury: sklep.maturalny.pl



Arkusze do pobrania: arkusz.maturalny.pl



Książki do matury: sklep.maturalny.pl



Arkusze do pobrania: arkusz.maturalny.pl