

**UZUPEŁNIA ZDAJĄCY**

**KOD**

--	--	--

**PESEL**

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

*miejsce  
na naklejkę*

**EGZAMIN MATURALNY  
Z FIZYKI I ASTRONOMII**

**POZIOM ROZSZERZONY**

**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.

**18 MAJA 2020**

**Godzina rozpoczęcia:  
9:00**

**Czas pracy:  
150 minut**

**Liczba punktów  
do uzyskania: 60**

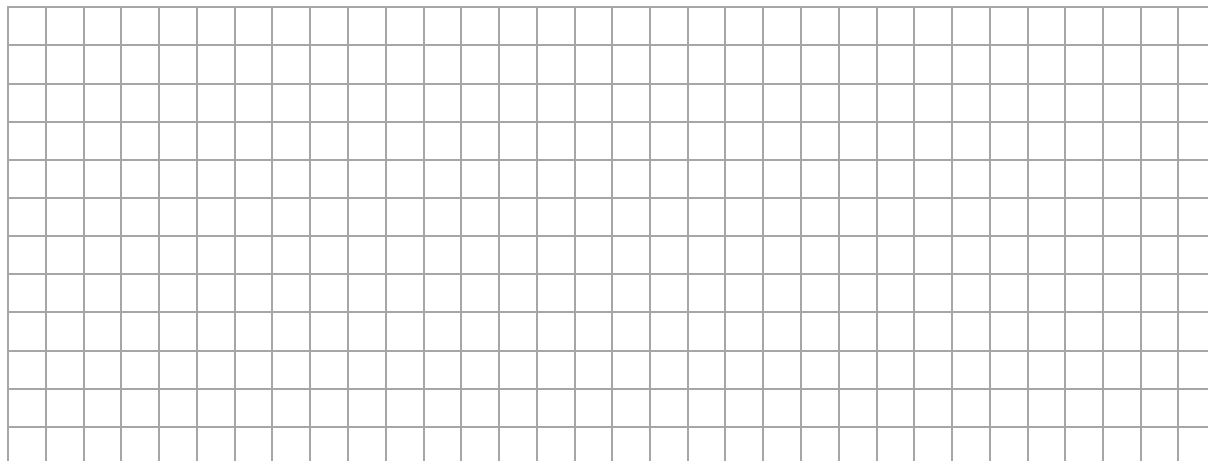




**Zadanie 1.3. (2 pkt)**

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  $\mu$ .

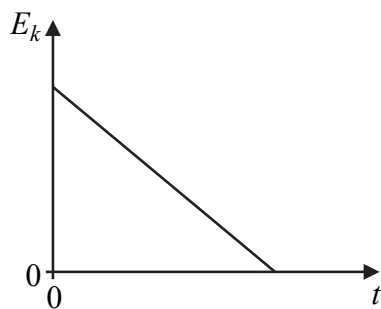
**Wykaż, że wartość  $a$  przyspieszenia krążka nie zależy od jego masy  $m$ . W tym celu wprowadź wzór pozwalający wyznaczyć  $a$  tylko za pomocą  $\mu$  i  $g$ .**



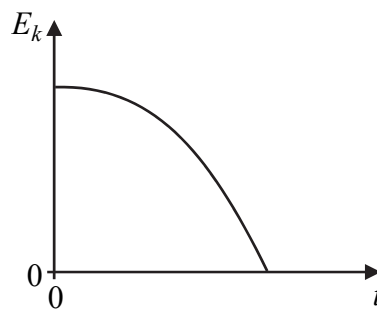
**Zadanie 1.4. (1 pkt)**

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

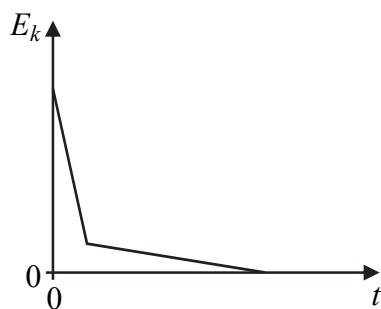
Osie na wykresach wyskalowano liniowo, a krzywe na rysunkach B, D są fragmentami parabol.



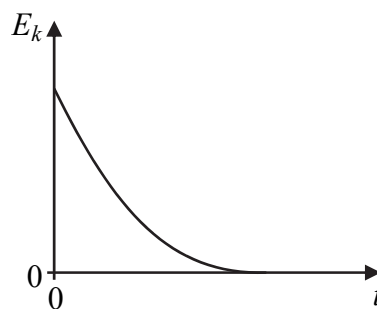
A.



B.



C.



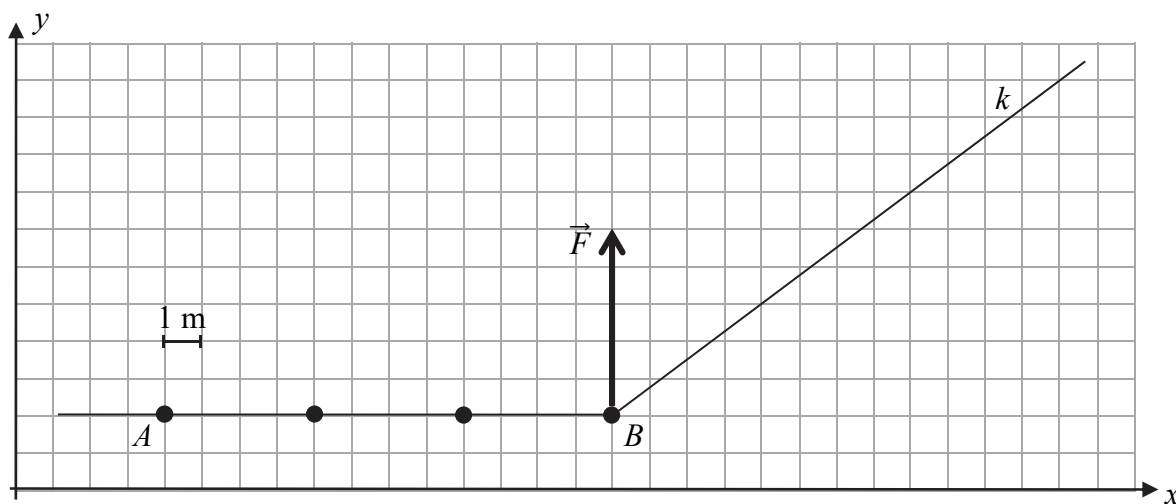
D.

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.

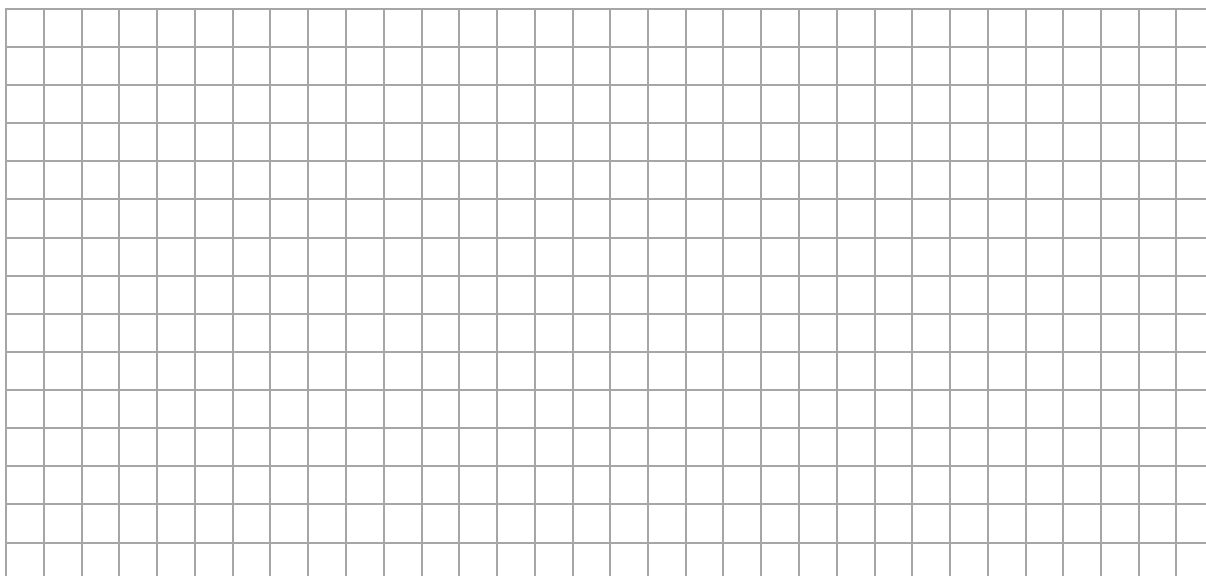
**Zadanie 2.3. (3 pkt)**

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			

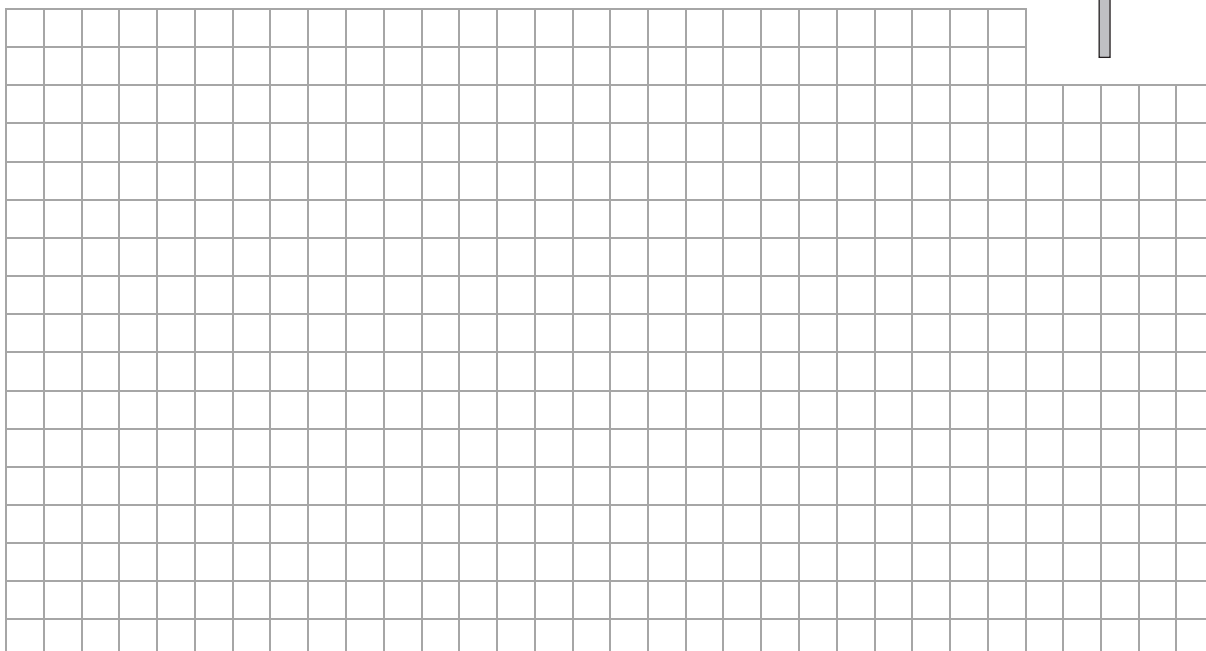
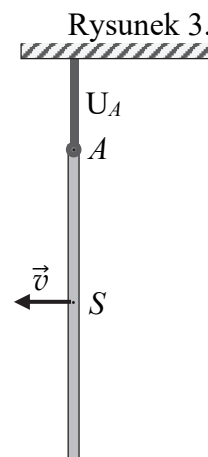




**Zadanie 3.3. (3 pkt)**

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  $S_2$ .

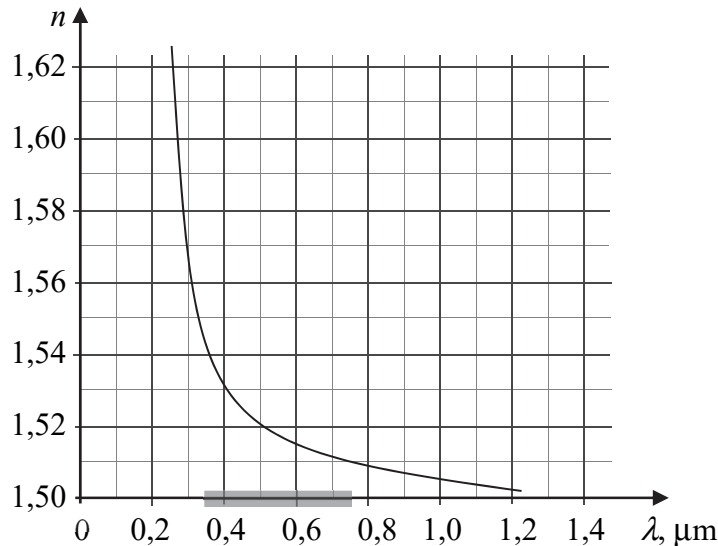
**Zadanie 4.3. (2 pkt)**

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  $\lambda$  tego światła w próżni – dla pewnego rodzaju szkła. Na osi  $\lambda$  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 wniknięciu do szkła oznaczymy jako  $v_F$  oraz  $f_F$ , a wartość prędkości i częstotliwość światła czerwonego po wniknięciu do szkła oznaczymy 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  $\lambda_{sz}$ , jaką będzie miało to światło w szkłe.**

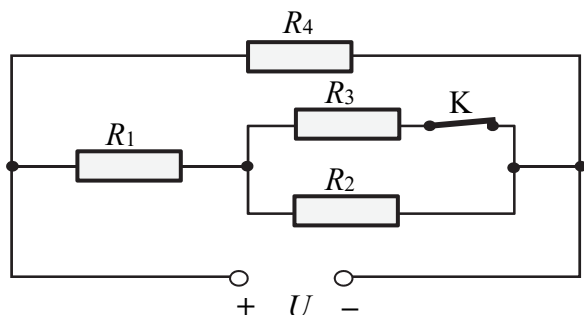

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: arkusze.pl



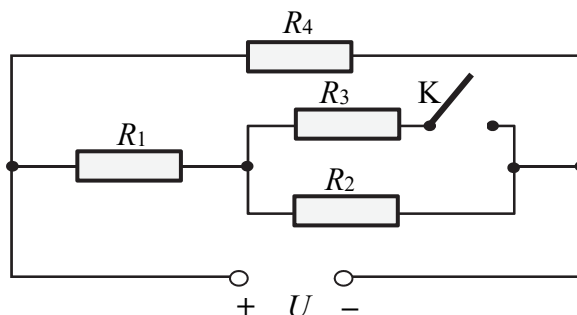
**Zadanie 6.**

Cztery oporniki  $R_1, R_2, R_3, R_4$  o jednakowym oporze elektrycznym  $R$  połączone 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 1.



Rysunek 2.



**Zadanie 6.1. (3 pkt)**

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  $R$ .**

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](http://arkusze.pl)

**Zadanie 6.2. (1 pkt)**

Rozważamy sytuację, gdy klucz K w obwodzie jest zamknięty (zobacz rysunek 1.). Natężenia prądów płynących przez oporniki  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  oznaczmy odpowiednio:  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ .

**Zaznacz poprawne dokończenie zdania wybrane spośród A–D.**

Prawidłowe relacje między natężeniami prądów płynących przez poszczególne oporniki to:

- A.  $I_1 > I_2$  oraz  $I_3 > I_4$
- B.  $I_4 > I_1$  oraz  $I_1 > I_2$
- C.  $I_4 > I_2$  oraz  $I_3 > I_1$
- D.  $I_1 > I_4$  oraz  $I_4 > I_3$

**Zadanie 6.3. (3 pkt)**

Po otwarciu klucza K w obwodzie (zobacz rysunek 2.) ustalił się nowy rozkład napięć na opornikach i nowy rozkład natężeń prądów przepływających przez oporniki.

**Uzpełnij tabelę. Wpisz właściwe określenia (wybrane spośród podanych w nawiasach) dotyczące zmian natężenia prądu płynącego przez dany opornik po otwarciu klucza K oraz zmian napięcia na danym oporniku po otwarciu klucza K.**

Opornik	Natężenie prądu (zmalowało / wzrosło / się nie zmieniło)	Napięcie (zmalowało / wzrosło / się nie zmieniło)
$R_1$		
$R_2$		
$R_4$		

**Brudnopis do zadania 6.3. (nie podlega ocenie)**

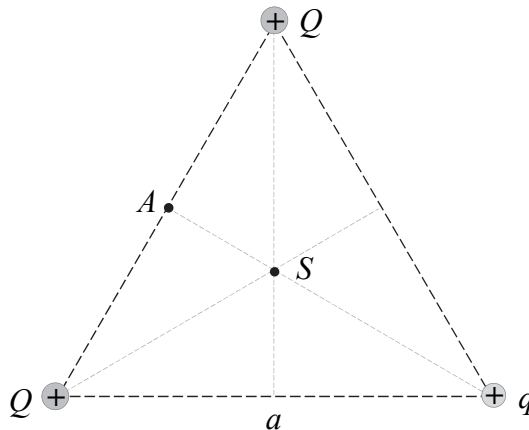

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.1.	6.2.	6.3.
	Maks. liczba pkt	3	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: arkusze.pl

**Zadanie 7.**

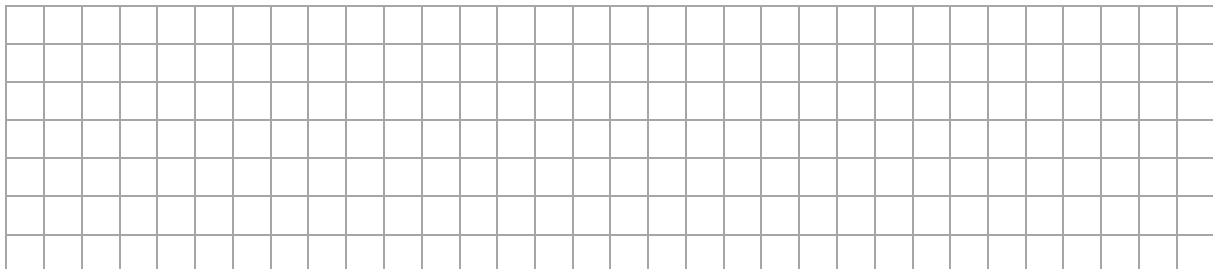
Trzy punktowe ładunki elektryczne dodatnie umieszczono w wierzchołkach trójkąta równobocznego o długości boku  $a$ . Wartości ładunków wynoszą:  $Q$ ,  $Q$ ,  $q$ , przy czym  $Q > q$ . Punkt  $A$  jest środkiem boku łączącego te wierzchołki trójkąta, w których znajdują się jednakowe ładunki  $Q$  (zobacz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



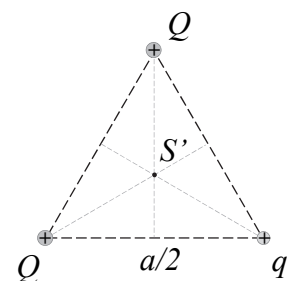
**Zadanie 7.2. (1 pkt)**

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

Rysunek 2.



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

**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.**

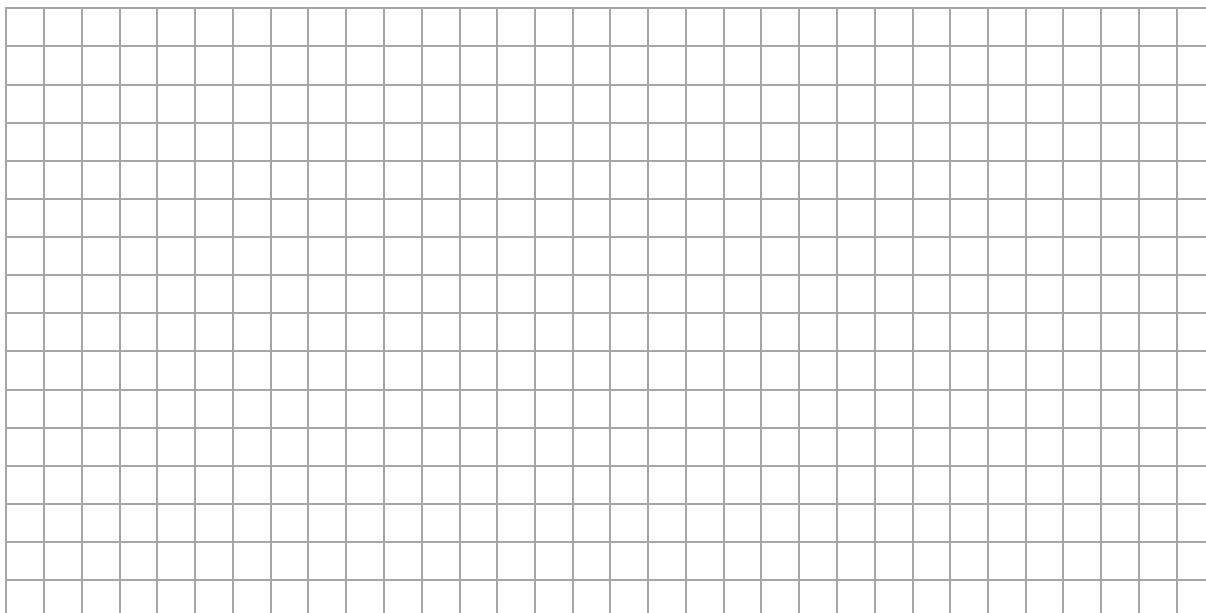
Opisany pulsar powstał w wyniku zapadania się jądra gwiazdy, którego rozmiary były znacznie większe niż obecne rozmiary pulsara. W wyniku zapadania grawitacyjnego promień tego jądra się zmniejszył, a częstotliwość obrotu wzrosła. Obecnie pulsar obraca się wokół własnej osi około 160 razy na sekundę. 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)**

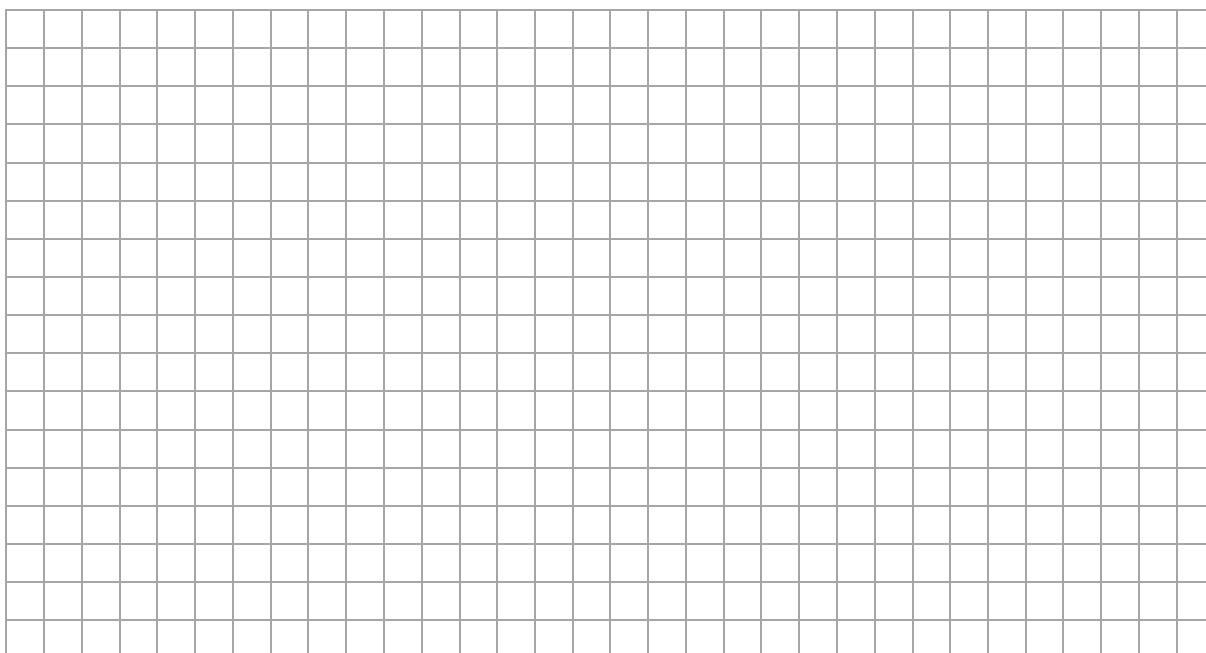
Oblicz częstotliwość obrotu jądra gwiazdy dookoła osi własnej w chwili, gdy miało ono promień 10 razy większy niż obecnie. Wykorzystaj odpowiednie zasady i wzory fizyczne.



**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.*



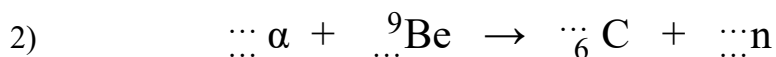
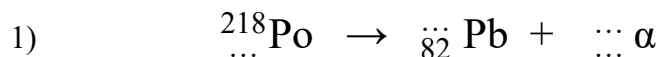




**Zadanie 10. (2 pkt)**

Do wytwarzania neutronów można wykorzystać próbkę zawierającą polon  $^{218}\text{Po}$  oraz beryl  $^9\text{Be}$ . Polon ulega przemianie  $\alpha$ , dlatego próbka zawierająca ten izotop jest źródłem cząstek  $\alpha$  (jąder helu), które następnie uderzają w jądra berylu. W wyniku reakcji cząstki  $\alpha$  z jądrem berylu powstają jeden neutron oraz jedno jądro.

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



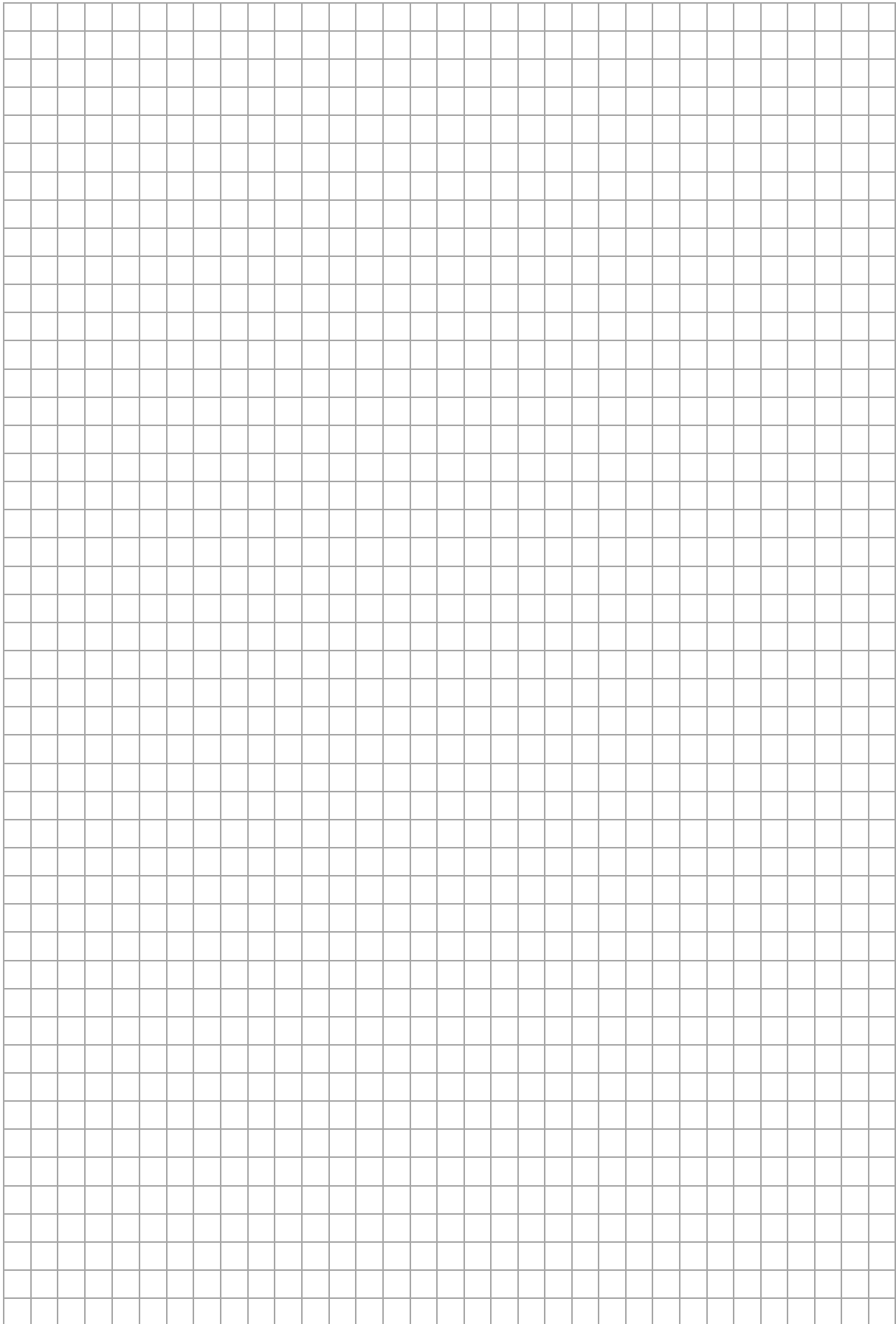
**Zadanie 11. (3 pkt)**

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

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

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

**BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)**



Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](http://arkusze.pl)

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](http://arkusze.pl)

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](http://arkusze.pl)

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](http://arkusze.pl)

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](http://arkusze.pl)

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](http://arkusze.pl)