

**WYPEŁNIA ZDAJĄCY**

KOD			PESEL																

*miejsce  
na naklejkę*

## EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **18 maja 2020 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

### Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 21 stron (zadania 1–14). 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. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, 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.



MFA-R1\_1P-202

NOWA FORMUŁA

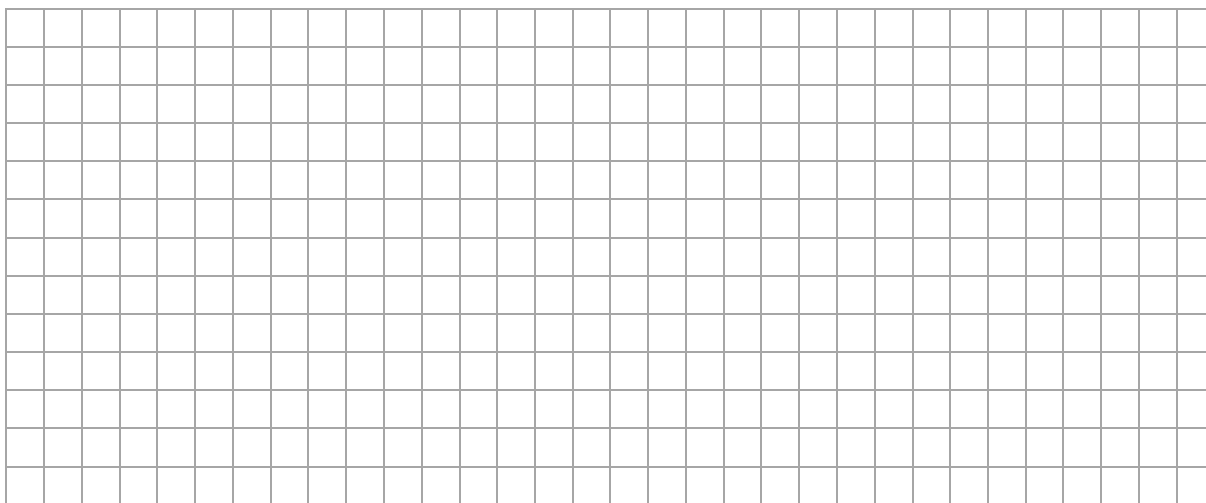
**Zadanie 1.**

Hokeista uderzył kijem w nieruchomy krążek. Po uderzeniu krążek uzyskał poziomą prędkość początkową o wartości  $v_1 = 14$  m/s. Dalej krążek poruszał się po powierzchni lodu ruchem jednostajnie opóźnionym prostoliniowym. Od momentu uzyskania prędkości  $\vec{v}_1$  po uderzeniu aż do chwili zatrzymania się krążek przebył drogę  $s_1 = 28$  m.

W zadaniach 1.1.–1.3. 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.

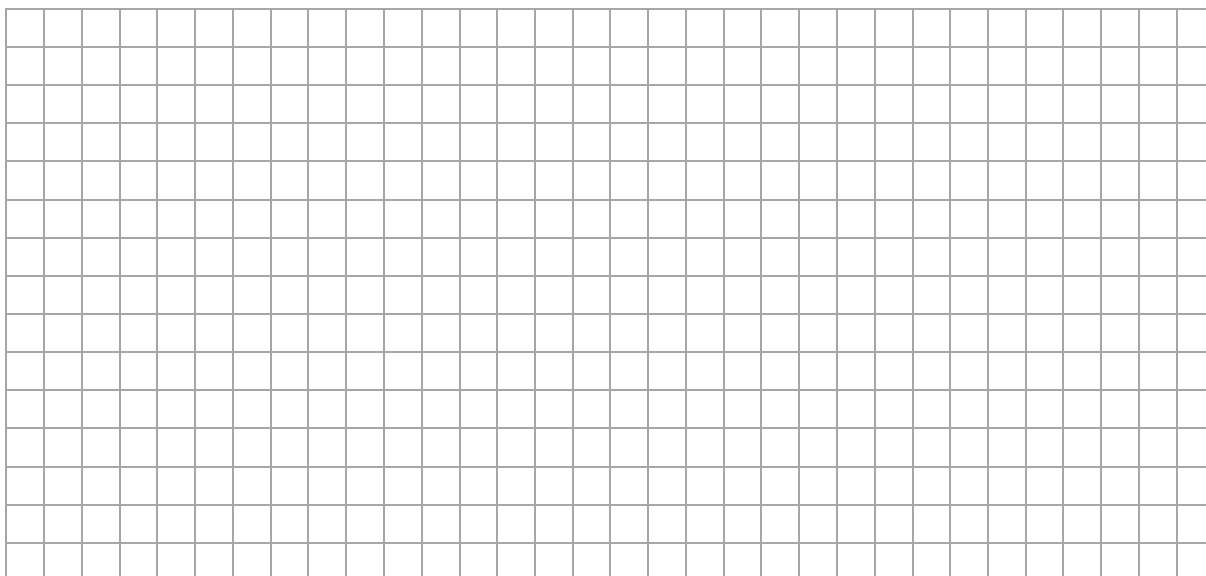
**Zadanie 1.1. (0–2)**

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

**Zadanie 1.2. (0–2)**

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

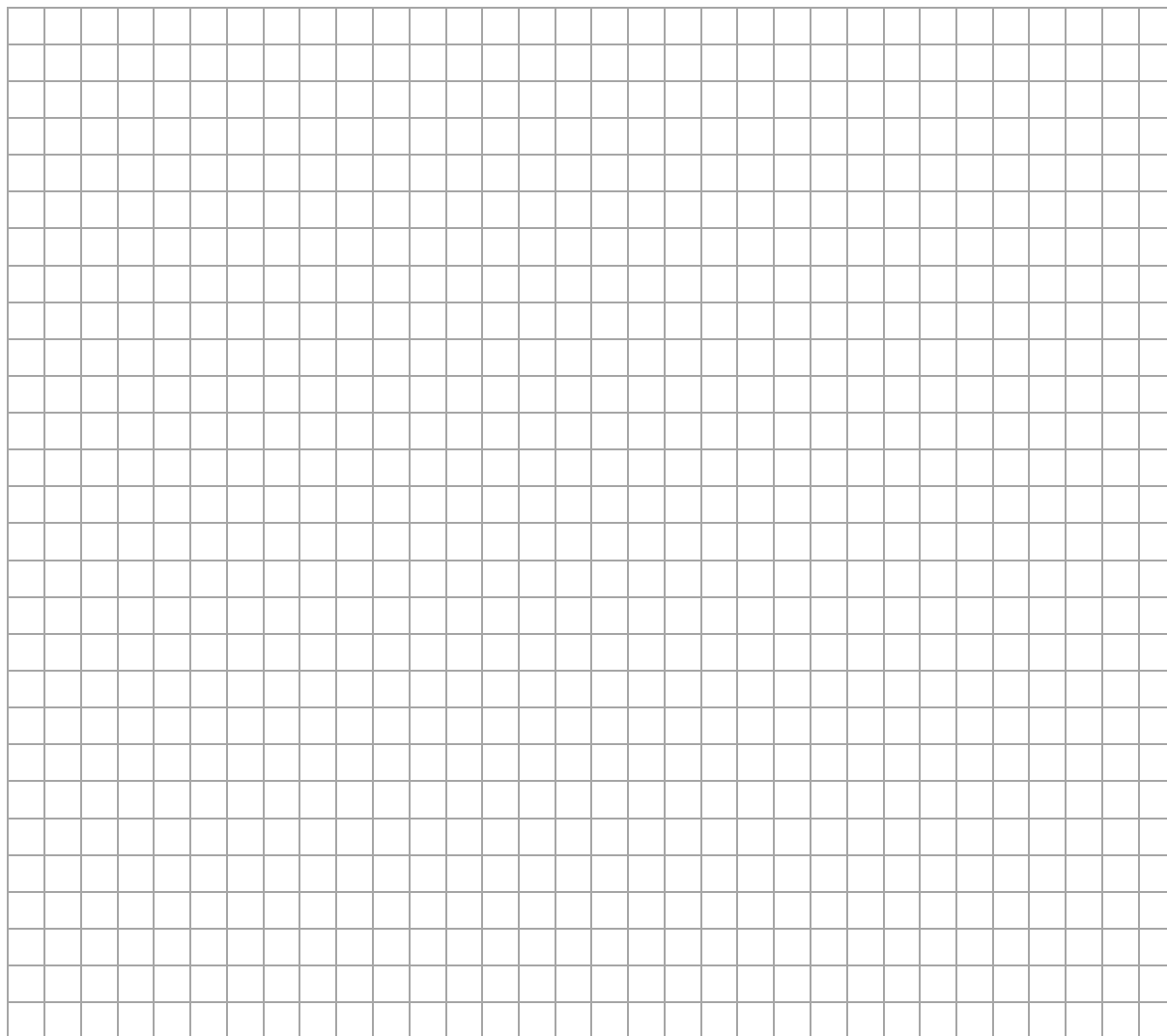
**Oblicz drogę, jaką przebył krążek od momentu uzyskania prędkości  $\vec{v}_2$  aż do chwili zatrzymania się.**



**Zadanie 1.3. (0–2)**

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 wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć  $a$  tylko za pomocą  $\mu$  i  $g$ .**

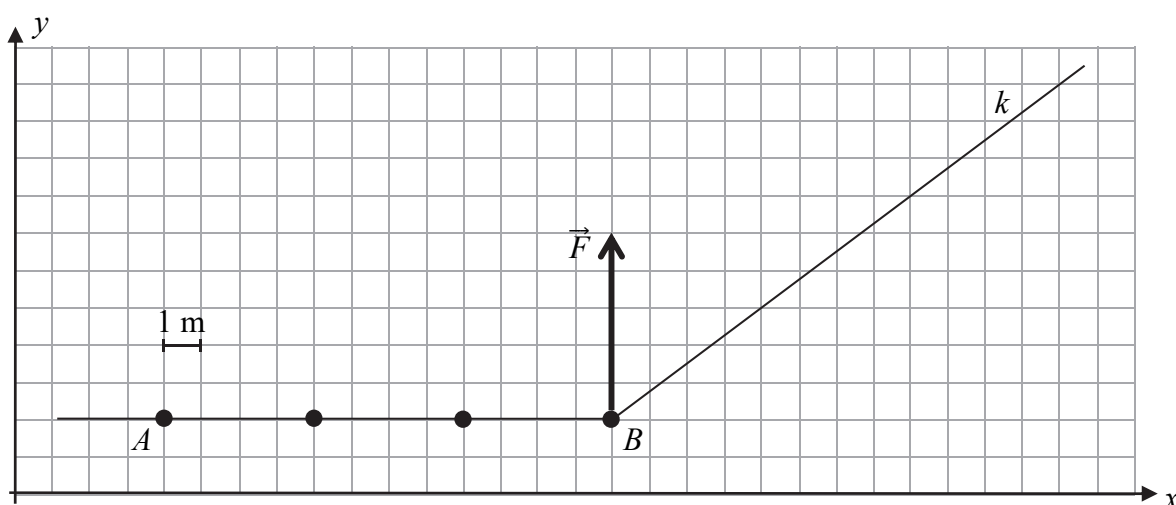


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1.	1.2.	1.3.
	Maks. liczba pkt	2	2	2
	Uzyskana liczba pkt			

### 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:

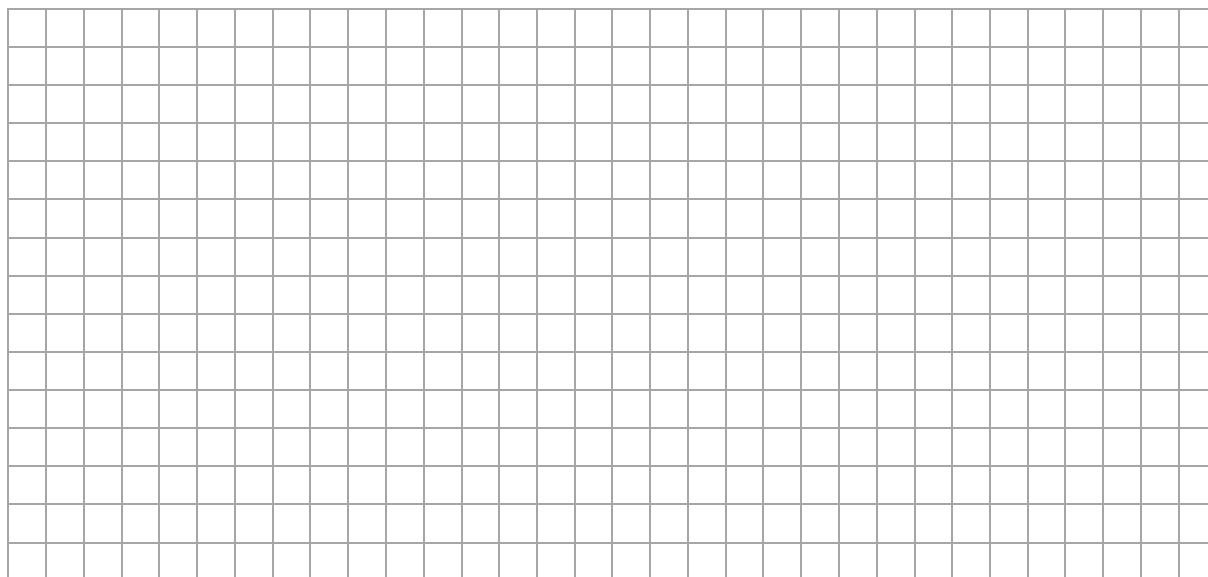
- czas działania siły  $\vec{F}$  był na tyle krótki, że na rysunku pominięto zakrzywioną część toru ruchu od punktu  $B$ , gdy na ciało działała siła
- siła  $\vec{F}$  była stała.

### Zadanie 2.1. (0–1)

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  $B$ .

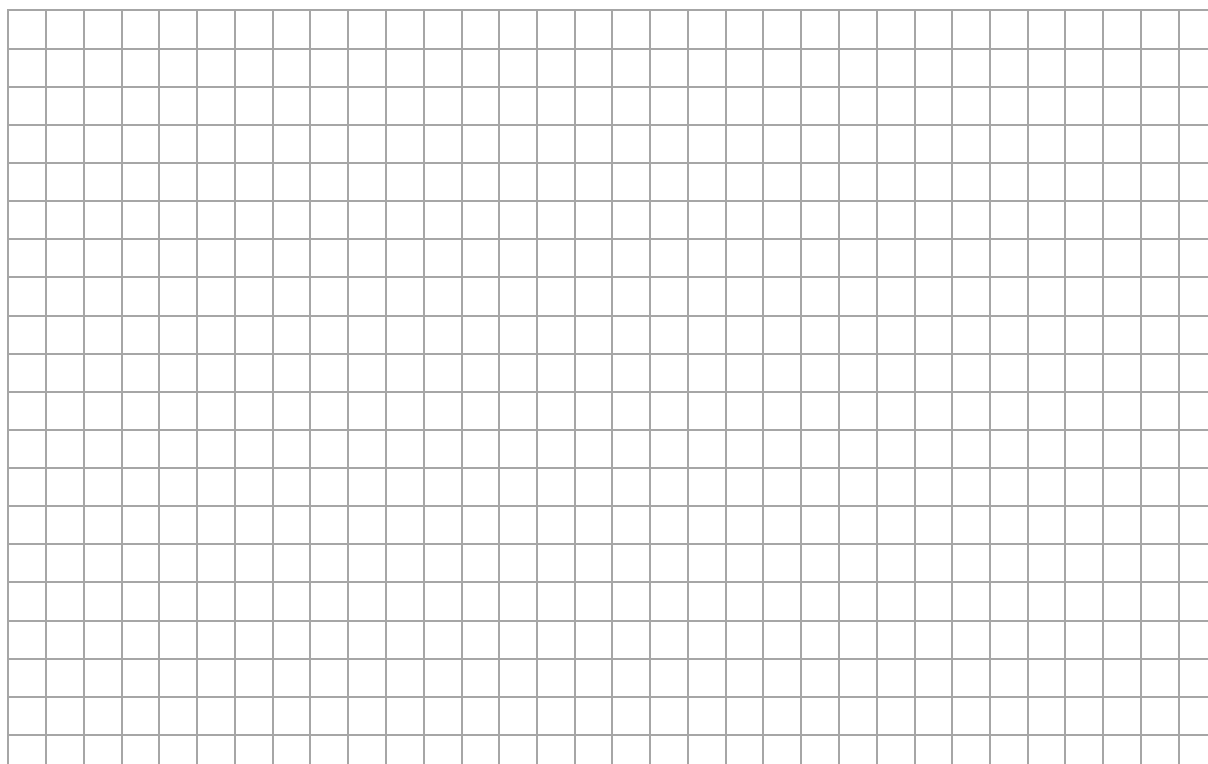
**Zadanie 2.2. (0–2)**

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

**Zadanie 2.3. (0–3)**

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

Oblicz wartość siły  $\vec{F}$ .



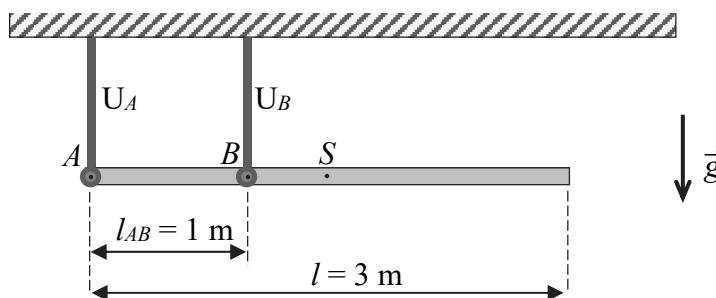
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.1.	2.2.	2.3.
	Maks. liczba pkt	1	2	3
Uzyskana liczba pkt				

**Zadanie 3.**

Drewnianą jednorodną belkę o ciężarze  $Q = 120 \text{ N}$  i długości  $l = 3 \text{ m}$  podwieszano pod sufitem na uchwytach  $U_A$  i  $U_B$ . Uchwyt  $U_A$  łączy się z belką w punkcie  $A$ , a uchwyt  $U_B$  – w punkcie  $B$ . Mocowanie pojedynczego uchwytu do belki umożliwiało jej obrót w płaszczyźnie rysunku. Belkę zawieszono na dwóch uchwytach tak, że utrzymywała się nieruchomo w pozycji poziomej. Odległość między uchwytami wynosi  $l_{AB} = 1 \text{ m}$ .

Na rysunku 1. przedstawiono opisaną sytuację, ponadto oznaczono punkt  $S$  – środek masy belki.

Rysunek 1.

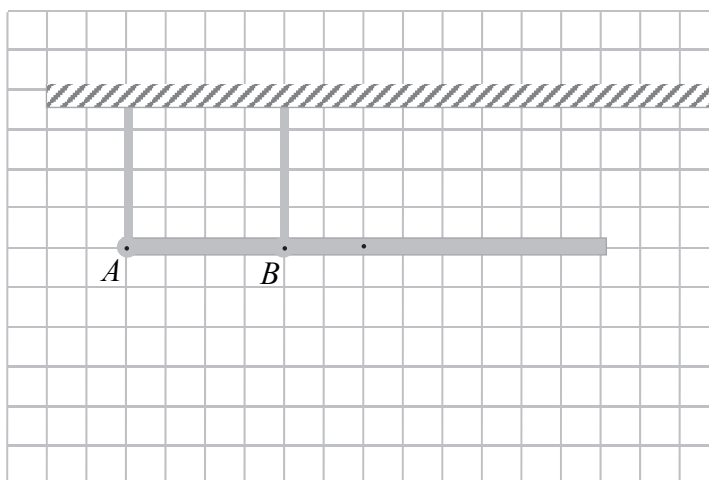


**Zadanie 3.1. (0–2)**

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 wykropkowane miejsce obok rysunku jeden ze znaków:  $>$ ,  $=$ ,  $<$ .

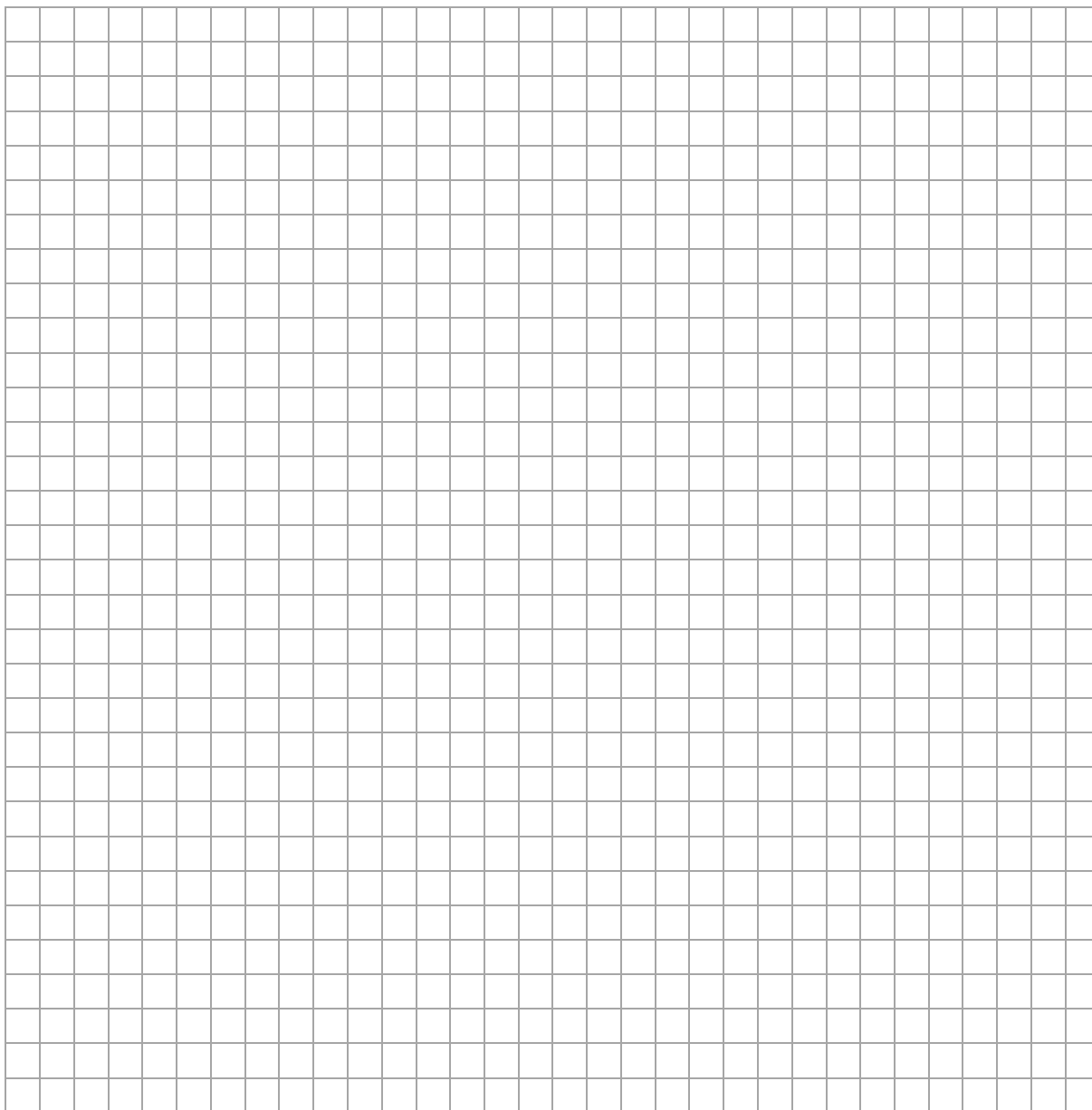
Rysunek 2.

$F_A$  .....  $F_B$



**Zadanie 3.2. (0–3)**

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.

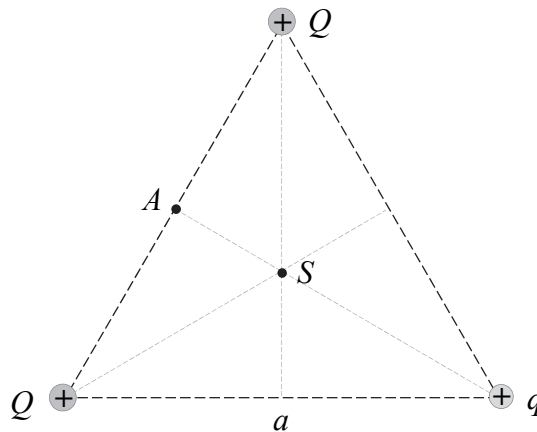


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.	3.2.
	Maks. liczba pkt	2	3
	Uzyskana liczba pkt		

**Zadanie 4.**

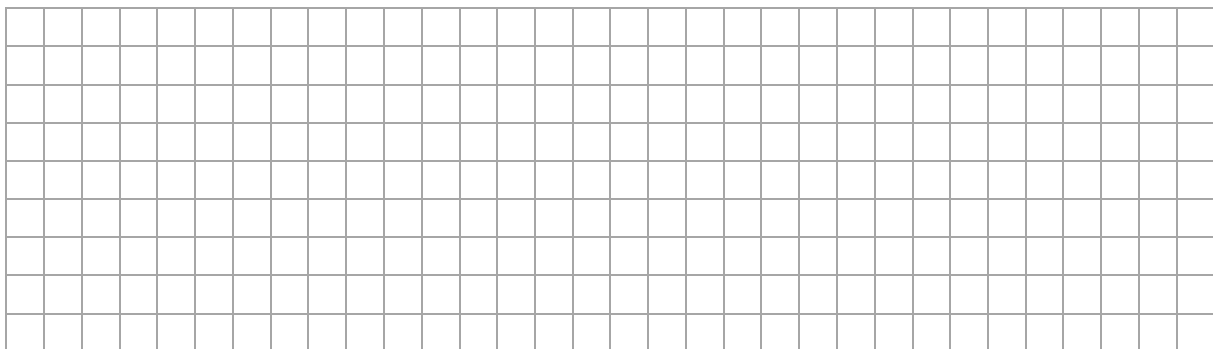
Trzy punktowe ładunki elektryczne dodatnie umieszczono w wierzchołkach trójkąta równobocznego o długości boku  $a$ . Wartości ładunków wynoszą:  $Q, Q, q$ , przy czym  $Q > q$ . Punkt  $A$  jest środkiem boku łączącego te wierzchołki trójkąta, w których znajdują się jednakowe ładunki  $Q$  (zobacz rysunek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

Rysunek 1.



**Zadanie 4.1. (0–2)**

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 4.2. (0–1)**

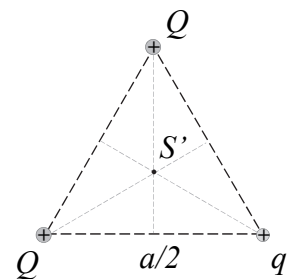
Każdy z boków trójkąta równobocznego zmniejszono dwa razy. W odpowiednich wierzchołkach nowego trójkąta umieszczono te same ładunki co poprzednio (zobacz rysunek 2.). Punkt  $S'$  jest punktem przecięcia się wysokości tego trójkąta.

**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.

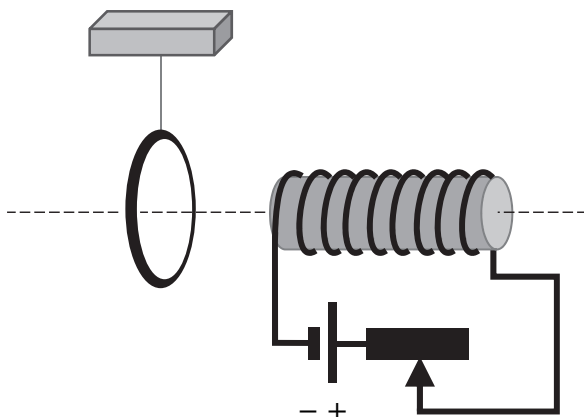




### Zadanie 5. (0–3)

Lekki, aluminiowy pierścień zawieszono na nitce w pobliżu zwojnicy. Środek pierścienia i środki pętli zwojnicy leżą na jednej prostej. Wewnątrz zwojnicy znajduje się pręt wykonany z ferromagnetyka. Do zwojnicy podłączono źródło stałego napięcia i opornik suwakowy. Gdy w obwodzie płynął prąd stały, to pierścień wisiał pionowo. Tę sytuację przedstawiono na rysunku poniżej. Następnie suwak opornika przesuwano w różne strony i obserwowano zachowanie się pierścienia.

*Uwaga! Bliżej patrzącego jest część pierścienia narysowana grubszą linią.*



a) (0–2)

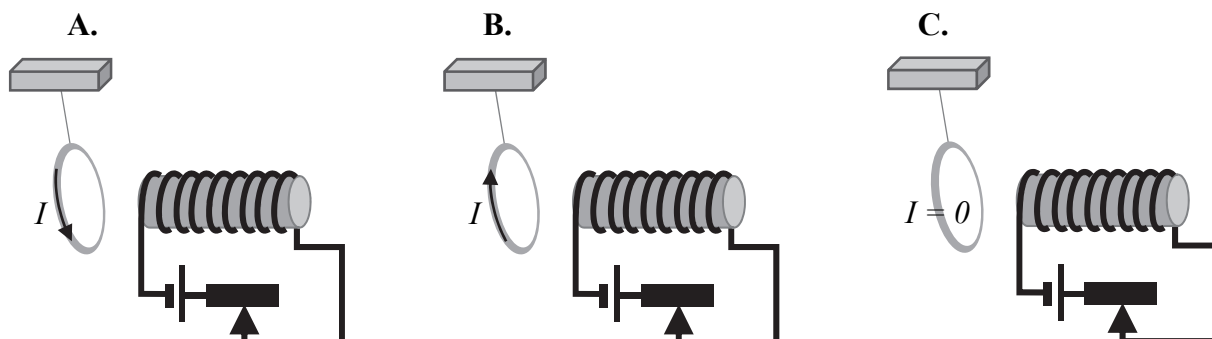
Uzupełnij zdania 1. i 2., tak aby były prawdziwe. Podkreśl właściwe określenia wybrane spośród podanych w nawiasach.

1. Gdy suwak opornika jest przesuwany w lewo według rysunku (w stronę źródła napięcia), to indukcja pola magnetycznego zwojnicy (*rośnie / maleje / pozostaje stała*).
2. Jeżeli indukcja pola magnetycznego wytwarzanego przez zwojnicę rośnie, to pierścień (*jest przyciągany / jest odpychany / nie jest ani przyciągany, ani odpychany*) przez zwojnicę.

b) (0–1)

Zaznacz poprawne dokończenie zdania wybrane spośród A–C.

W sytuacji, gdy pierścień jest przyciągany przez zwojnicę, to prąd w pierścieniu jest taki, jak przedstawiono na rysunku



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.1.	4.2.	5.
	Maks. liczba pkt	2	1	3
	Uzyskana liczba pkt			





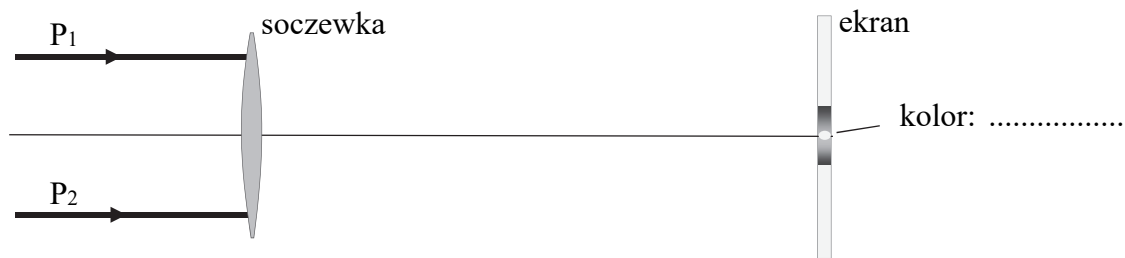


**Dodatkowe informacje do zadań 8.3.–8.4.**

Równoległą wiązkę mieszaniny światła czerwonego i fioletowego biegnącego w powietrzu skierowano na soczewkę skupiającą wykonaną ze szkła opisanego w treści zadania 8. 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. przedstawia soczewkę i ekran w tym spośród dwóch opisanych ustawień, w którym odległość ekranu od soczewki jest większa. Na ekranie oznaczono plamkę. Skrajne promienie wiązki przed soczewką oznaczono jako  $P_1$  i  $P_2$ .

Rysunek 1.



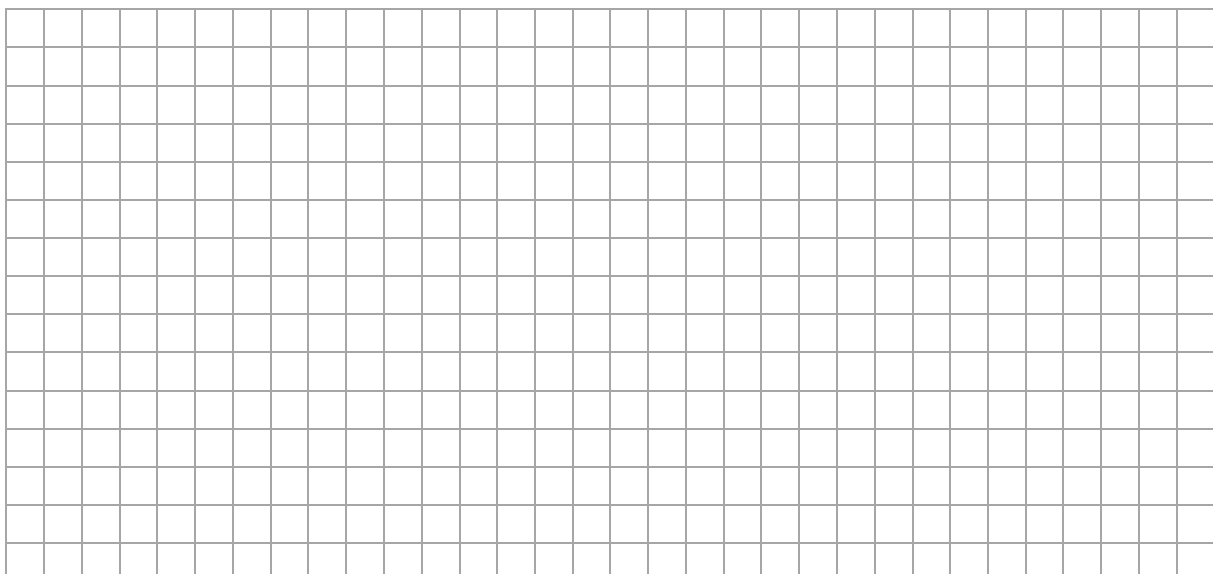
**Zadanie 8.3. (0–1)**

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.

**Zadanie 8.4. (0–2)**

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.**



Wypelnia egzaminator	Nr zadania	8.1.	8.2.	8.3.	8.4.
	Maks. liczba pkt	1	2	1	2
	Uzyskana liczba pkt				

### Zadanie 9.

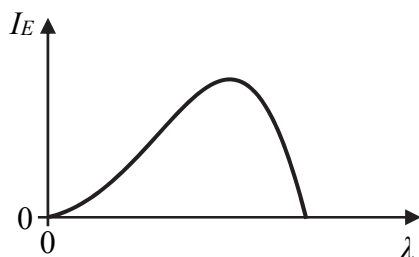
Wiązka elektronów jest przyspieszana w lampie rentgenowskiej napięciem  $U = 2\,500\text{ V}$ . Elektrony, przyspieszone w polu elektrycznym, padają na anodę, gdzie następnie wyhamowują. Utracona przez poszczególne elektrony energia kinetyczna – w części lub całości – jest zamieniana w energię promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez lampę. Jeżeli jakiś elektron całkowicie wyhamuje bez przekazywania energii kinetycznej atomom anody, to cała energia kinetyczna elektronu może zostać zamieniona na energię jednego kwantu promieniowania.

W zadaniach 9.1.–9.4. przyjmij, że prędkości początkowe elektronów oderwanych od katody wynoszą zero, a przyspieszane elektrony poruszają się w próżni. Polecenia dotyczą widma ciągłego promieniowania, tzn. pomija się widmo emisyjne atomów anody.

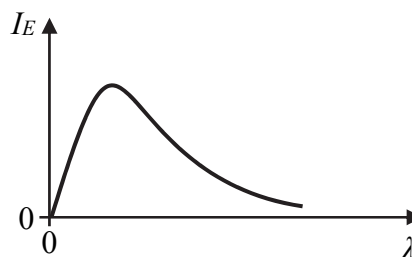
#### Zadanie 9.1. (0–1)

Spośród rysunków A–D zaznacz rysunek z wykresem prawidłowo przedstawiającym zależność natężenia promieniowania rentgenowskiego (na jednostkowy przedział długości fali) od długości fali tego promieniowania.

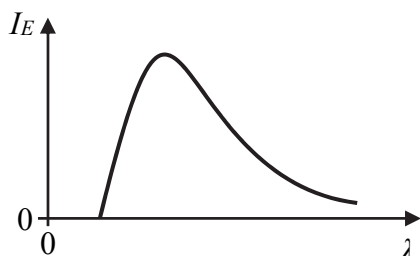
Osie na poniższych wykresach wyskalowano liniowo. Symbol  $I_E$ , opisujący oś pionową, oznacza natężenie promieniowania (na jednostkowy przedział długości fali).



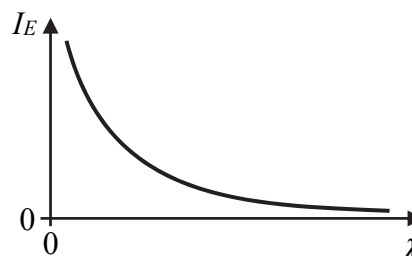
A.



B.



C.

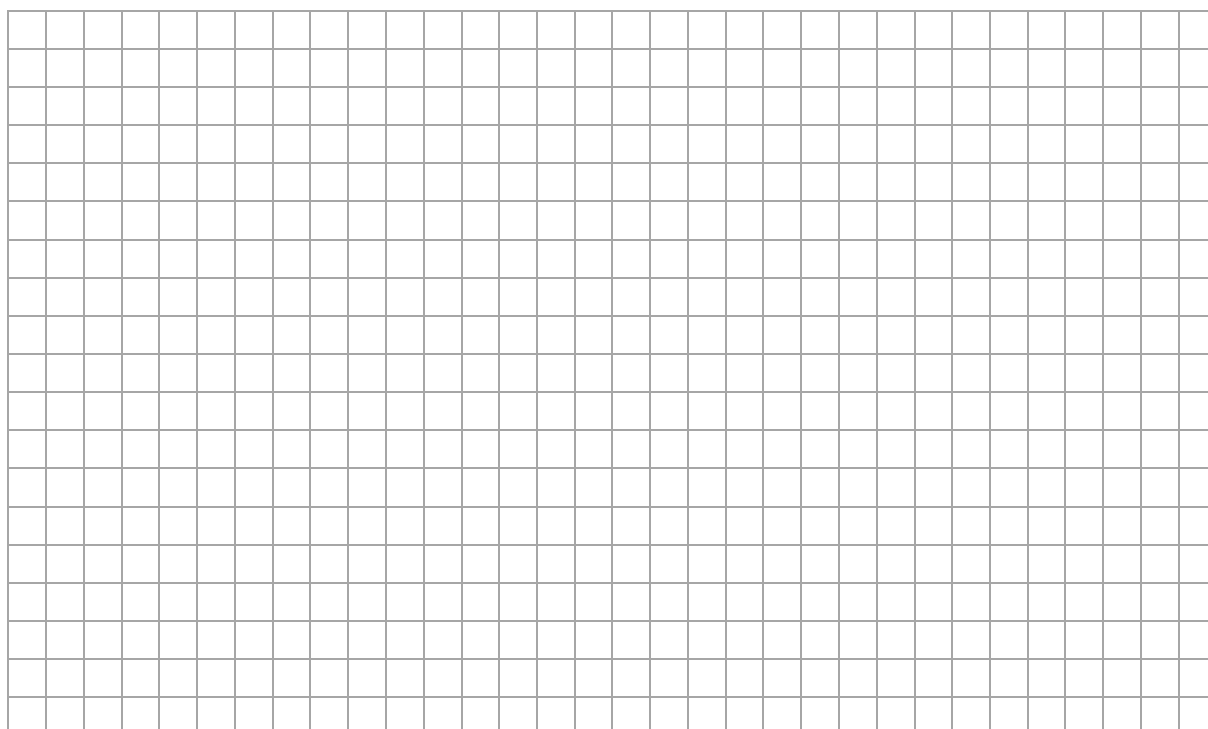
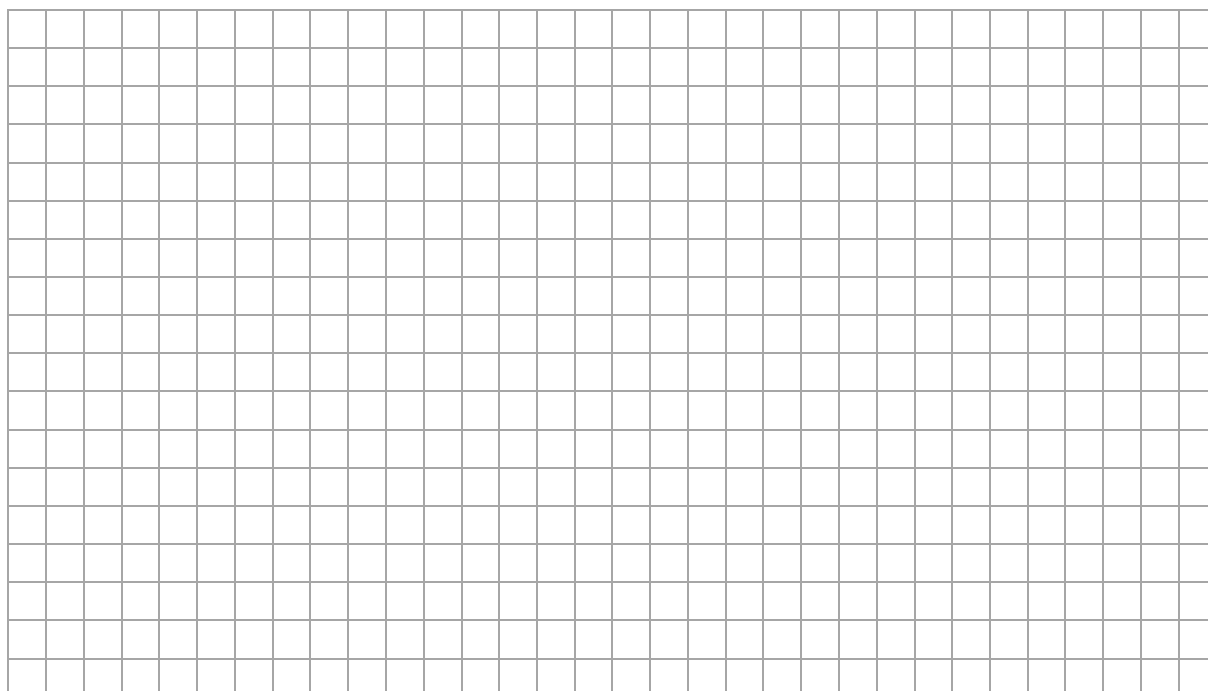


D.

#### Zadanie 9.2. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Minimalna długość fali promieniowania rentgenowskiego jest wprost proporcjonalna do napięcia przyspieszającego elektrony.	P	F
2.	Zwiększenie napięcia przyspieszającego elektrony spowoduje, że graniczna długość fali promieniowania rentgenowskiego zmaleje.	P	F
3.	Maksymalna energia kwantu promieniowania rentgenowskiego zależy od liczby elektronów w wiązce bombardującej anodę.	P	F

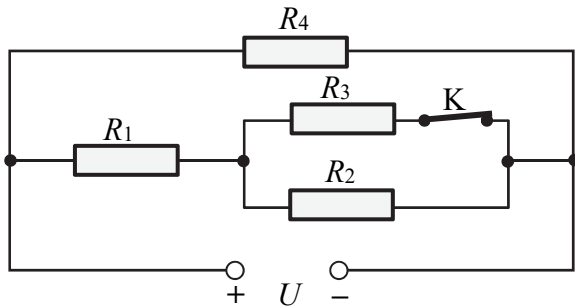
**Zadanie 9.3. (0–2)****Oblicz wartość prędkości elektronów padających na anodę.****Zadanie 9.4. (0–2)****Oblicz najmniejszą długość fali promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego przez tę lampę.**

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	9.1.	9.2.	9.3.	9.4.
	Maks. liczba pkt	1	1	2	2
	Uzyskana liczba pkt				

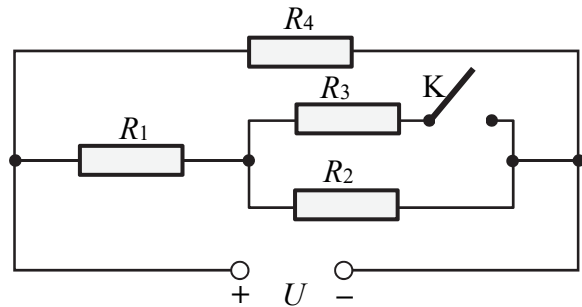
**Zadanie 10.**

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 10.1. (0–1)**

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 10.2. (0–3)**

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)
$R_1$		
$R_2$		
$R_4$		







**Zadanie 12.2. (0–2)**

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 12.3. (0–2)**

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.*

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	12.1.	12.2.	12.3.
	Maks. liczba pkt	3	2	2
	Uzyskana liczba pkt			

**Zadanie 13. (0–1)**

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:

$3 \rightarrow 2$

$7 \rightarrow 4$

$4 \rightarrow 3$

$4 \rightarrow 1$

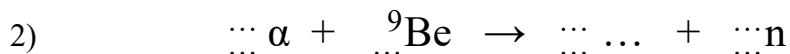
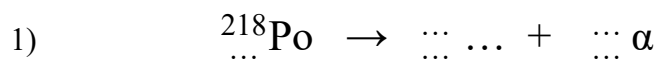
Ustal, któremu spośród przedstawionych przejść elektronu pomiędzy stanami w atomie wodoru towarzyszy emisja fotonu o największej długości fali. Zapisz to przejście poniżej.

.....

**Zadanie 14. (0–2)**

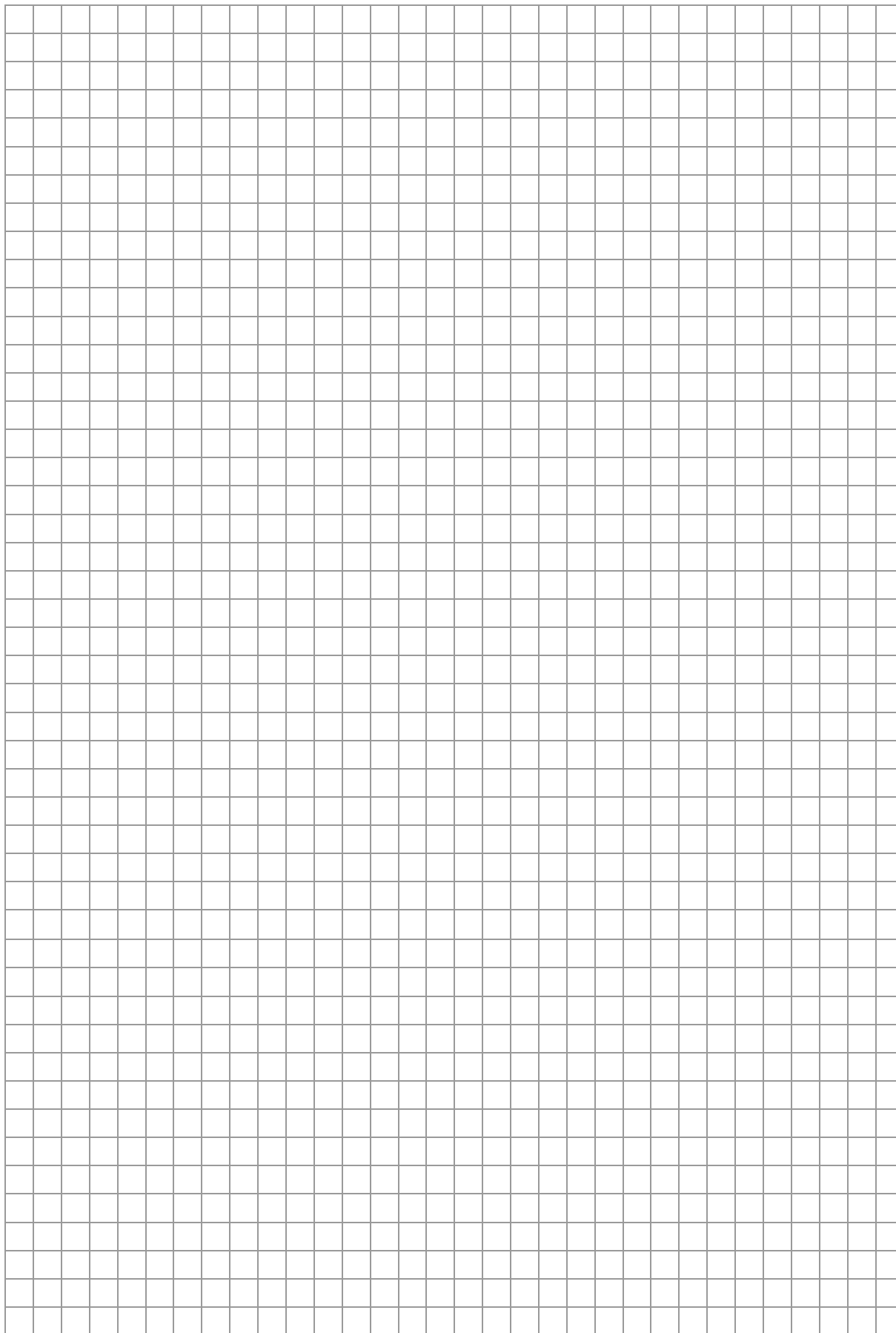
Do wytwarzania neutronów można wykorzystać próbkę zawierającą polon  $^{218}\text{Po}$  oraz beryl  $^9\text{Be}$ . Polon ulega przemianie  $\alpha$ , dlatego próbka zawierająca ten izotop jest źródłem cząstek  $\alpha$  (jąder helu), które następnie uderzają w jądra berylu. W wyniku reakcji cząstki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

Uzupełnij dwa poniższe równania reakcji opisanych w treści zadania 14. Wpisz w wykropkowane miejsca właściwe liczby atomowe, liczby masowe oraz symbole pierwiastków. Skorzystaj z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych*.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	13.	14.
	Maks. liczba pkt	1	2
	Uzyskana liczba pkt		

## BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares, intended for writing a rough draft.





