

UZUPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

*miejsce
na naklejkę*

**EGZAMIN MATURALNY
Z FIZYKI I ASTRONOMII**

POZIOM ROZSZERZONY

20 MAJA 2019

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 18 stron (zadania 1–9). 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-192

Rzut z autu jest elementem gry w piłkę nożną i polega na wprowadzeniu piłki do gry z linii bocznej boiska. Podczas wykonywania autu piłkarz rzuca piłkę oburącz zza głowy.

A diagram illustrating the parabolic trajectory of a basketball shot. A player is shown on the left, releasing the ball from a height h . The ball's path is a dashed line forming a parabola, starting from the release point and ending at the basket. The horizontal distance from the release point to the basket is labeled x . The initial velocity vector $\vec{v}_0$ is shown as a horizontal arrow pointing to the right from the release point.

Zadanie 1.1. (2 pkt)

[illegible]

Oblicz wartość v_0 prędkości początkowej piłki.

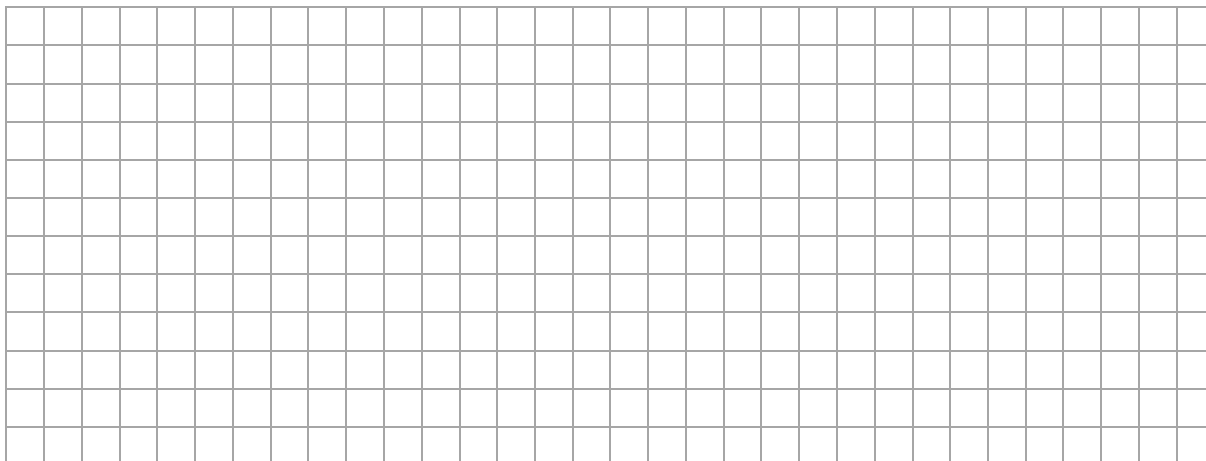
[illegible]

Zadanie 1.3. (3 pkt)

Oszacuj kąt α między poziomym podłożem a wektorem prędkości piłki w chwili tuż przed uderzeniem w ziemię. Przyjmij, że pozioma składowa prędkości piłki ma wartość 8,1 m/s.

Poniżej przedstawiono przybliżone wartości funkcji trygonometrycznych wybranych kątów.

α	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
$\sin \alpha$	0	0,09	0,17	0,26	0,34	0,42	0,5	0,57	0,64	0,71	0,77	0,82	0,87	0,91	0,94	0,97	0,98	0,99	1
$\cos \alpha$	1	0,99	0,98	0,97	0,94	0,91	0,87	0,82	0,77	0,71	0,64	0,57	0,5	0,42	0,34	0,26	0,17	0,09	0
$\operatorname{tg} \alpha$	0	0,09	0,17	0,27	0,36	0,47	0,58	0,70	0,84	1,00	1,19	1,43	1,73	2,14	2,75	3,73	5,67	11,4	-

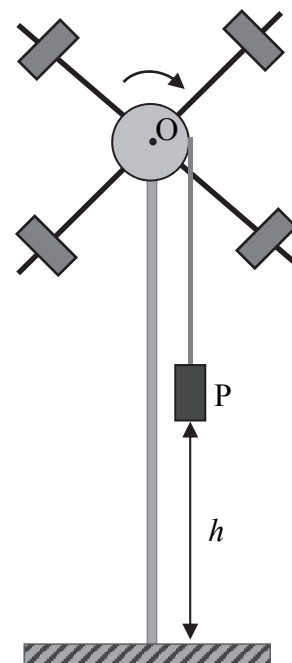


Zadanie 2.

Uczniowie badali zależność ruchu bryły sztywnej od jej momentu bezwładności. W tym celu wykorzystali przyrząd zwany wahadłem Oberbecka. Obracająca się część przyrządu jest zbudowana z jednorodnego walca i czterech prętów zamocowanych na tym walcu. Pręty leżą w jednej płaszczyźnie, są do siebie prostopadłe, a walec może swobodnie się obracać wokół swojej osi symetrii O. Oś O jest nieruchoma i pozioma. Ponadto na prętach zamocowane są jednakowe obciążniki, które można mocować w różnej odległości od walca (zobacz rys. obok). Opisaną bryłę wprowadza się w ruch obrotowy za pomocą ciężarka P zawieszonego na lekkiej nierozciągliwej nitce nawiniętej na walec. Podczas ruchu ciężarka w dół nitka nie ślizga się po walcu.

Uczniowie mierzyli czas t opuszczania się ciężarka P z wysokości h . Doświadczenie powtarzano, ale za każdym razem modyfikowano jego warunki – w kolejnych próbach obciążniki mocowano w innych miejscach na prętach albo zmieniano wysokość, z której opuszcza się ciężarek. Rozmieszczenie obciążników pozostawało za każdym razem symetryczne, tzn. obciążniki były położone w jednakowych odległościach od osi obrotu. W chwili początkowej każdego z doświadczeń cały układ spoczywał.

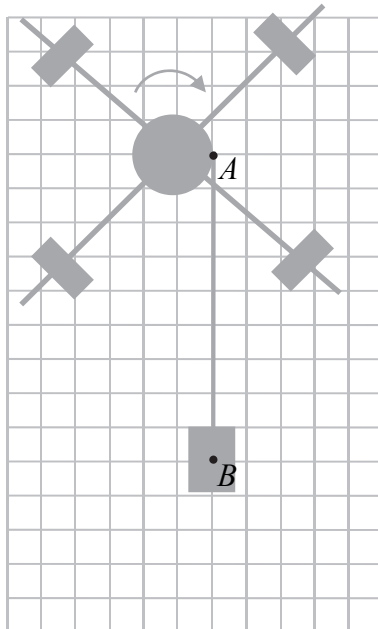
Pomijamy wpływ oporów powietrza oraz tarcia pomiędzy walcem a osią obrotu, pomijamy także masę nitki.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1.	1.2.	1.3.
	Maks. liczba pkt	2	2	3
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 2.1. (2 pkt)

Gdy ciężarek opuszcza się ruchem przyspieszonym, to działają na niego dwie siły: $\vec{F}_B$ – siła reakcji napiętej nitki oraz $\vec{F}_g$ – siła grawitacji (przyjmij, że obie te siły są zaczepione w punkcie B). Natomiast na walec w punkcie A działa siła $\vec{F}_A$ – siła reakcji napiętej nitki.



Na rysunku powyżej dorysuj wektory wymienionych sił wraz z ich oznaczeniem. Zachowaj relacje (większy, równy, mniejszy) między wartościami narysowanych wektorów i zapisz te relacje – wstaw w miejsca poniżej jeden ze znaków: >, =, <.

Uwaga: kratka na rysunku może pomóc w poprawnym narysowaniu wektorów sił.

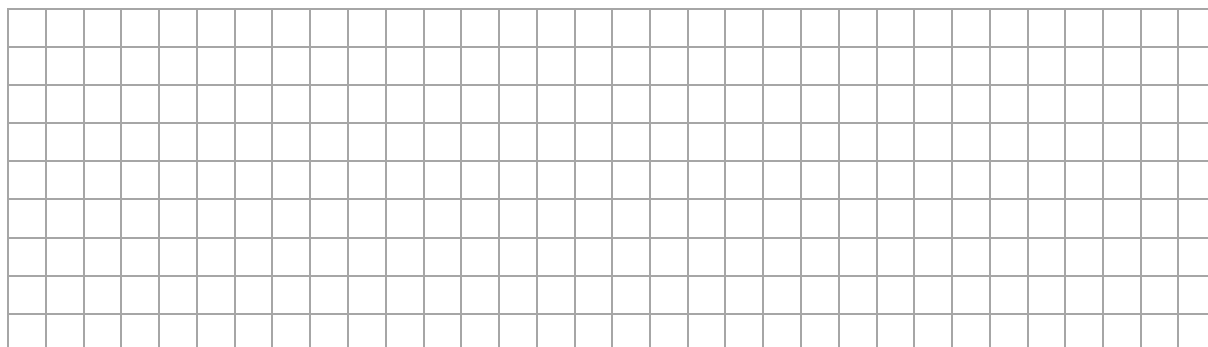
1) F_B F_g

2) F_B F_A

Zadanie 2.2. (5 pkt)

Wartość a przyspieszenia opadającego ciężarka uczniowie wyznaczyli przy użyciu stopera, przymiaru liniowego i po przyjęciu założenia, że a jest stałe. Zmierzono czas $t = 1,6$ s opadania ciężarka z wysokości $h = 0,960$ m.

a) Zapisz wzór pozwalający obliczyć wartość a przyspieszenia ciężarka na podstawie zmierzonych t i h . Oblicz a .



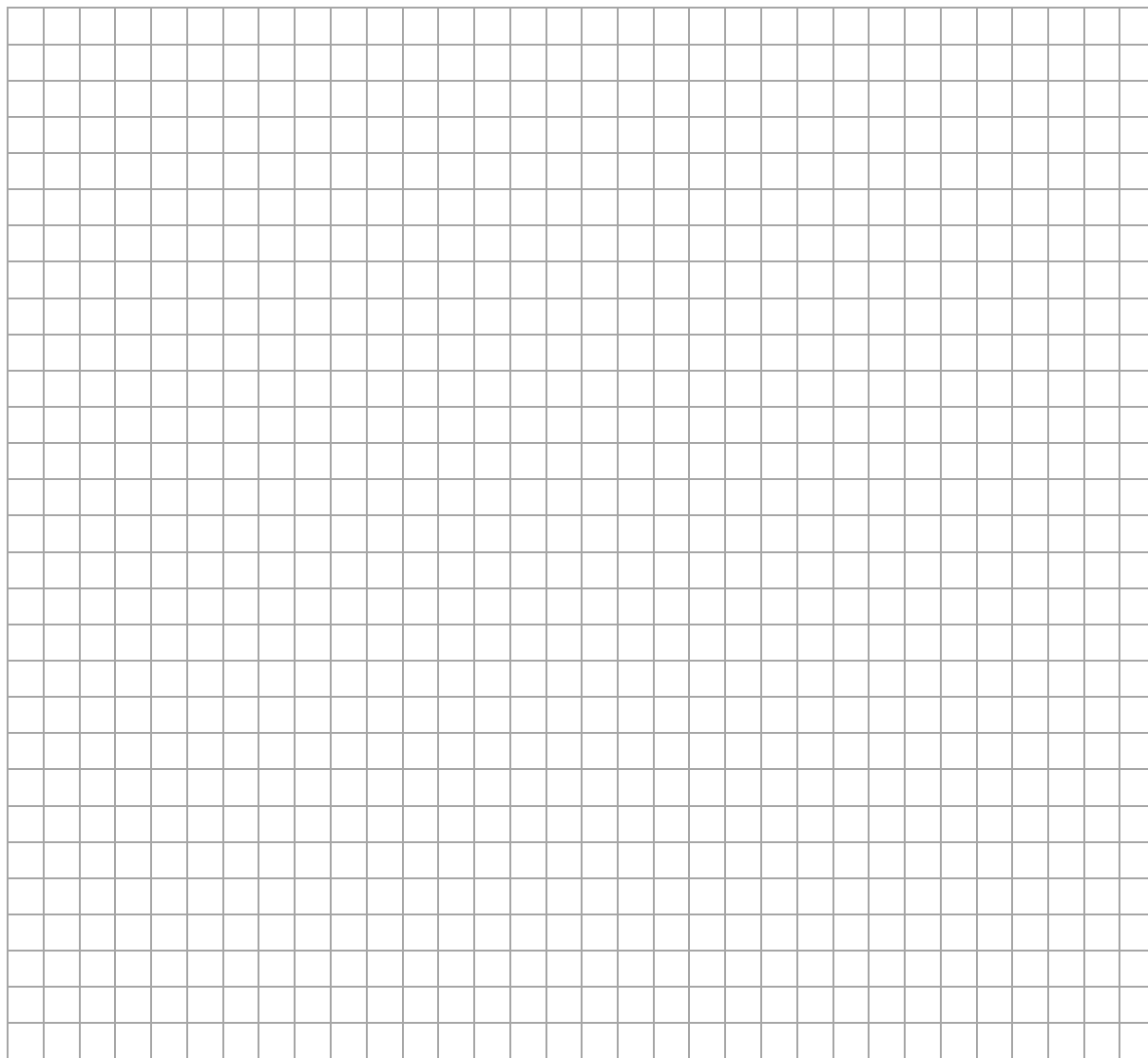
Zadanie 2.3. (3 pkt)

Po wyznaczeniu wartości a przyspieszenia ciężarka uczniowie postanowili wyznaczyć moment bezwładności I (względem osi O) obracającej się części wahadła Oberbecka. W tym celu skorzystali ze wzoru:

$$I = mr^2 \left(\frac{g}{a} - 1 \right)$$

gdzie: m – masa ciężarka P , r – promień walca, g – wartość przyspieszenia ziemskiego.

Wyprowadź powyższy wzór. Użyj jednej z metod: skorzystaj z równań dynamiki dla ruchu ciężarka i ruchu walca albo z zasady zachowania energii mechanicznej.



Zadanie 2.4. (2 pkt)

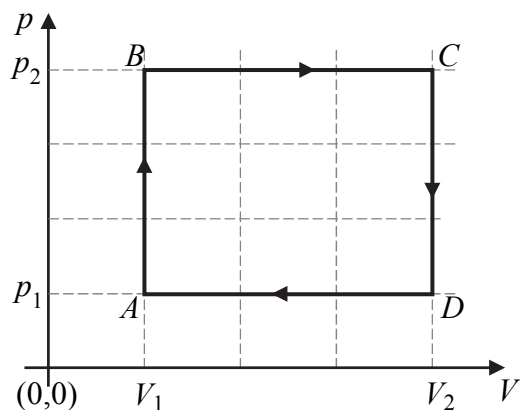
Podkreśl właściwe określenia wybrane spośród podanych w nawiasach, tak aby dokończenia zdań 1. i 2. były prawdziwe.

Gdy w kolejnym doświadczeniu obciążniki zamocowano bliżej osi obrotu walca, to

1. moment bezwładności układu czterech obciążników (wzrósł / zmalał / nie uległ zmianie).
2. siła napięcia nitki (wzrosła / zmalała / nie uległa zmianie).

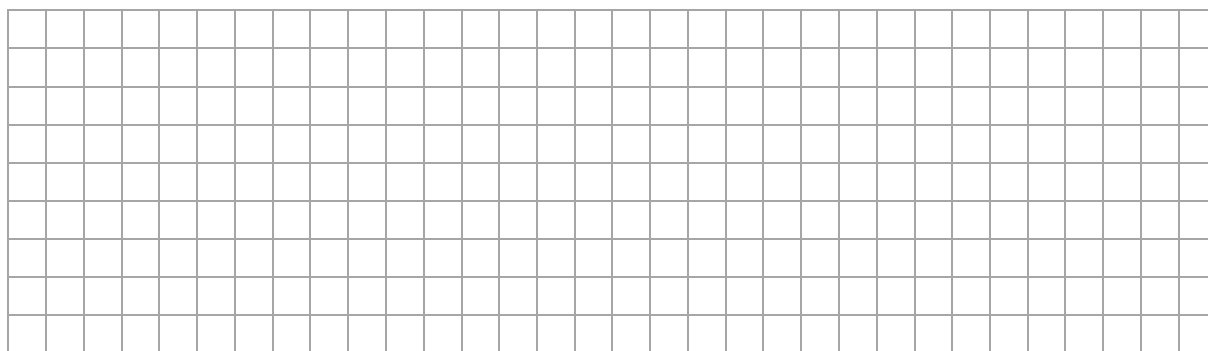
Zadanie 3.

Na wykresie obok, w płaszczyźnie parametrów (V, p) – objętości i ciśnienia, przedstawiono wykres cyklu przemian termodynamicznych ustalonej masy gazu doskonałego, które zachodzą podczas pracy pewnego silnika cieplnego. Osie na wykresie wyskalowane są liniowo.



Zadanie 3.1. (3 pkt)

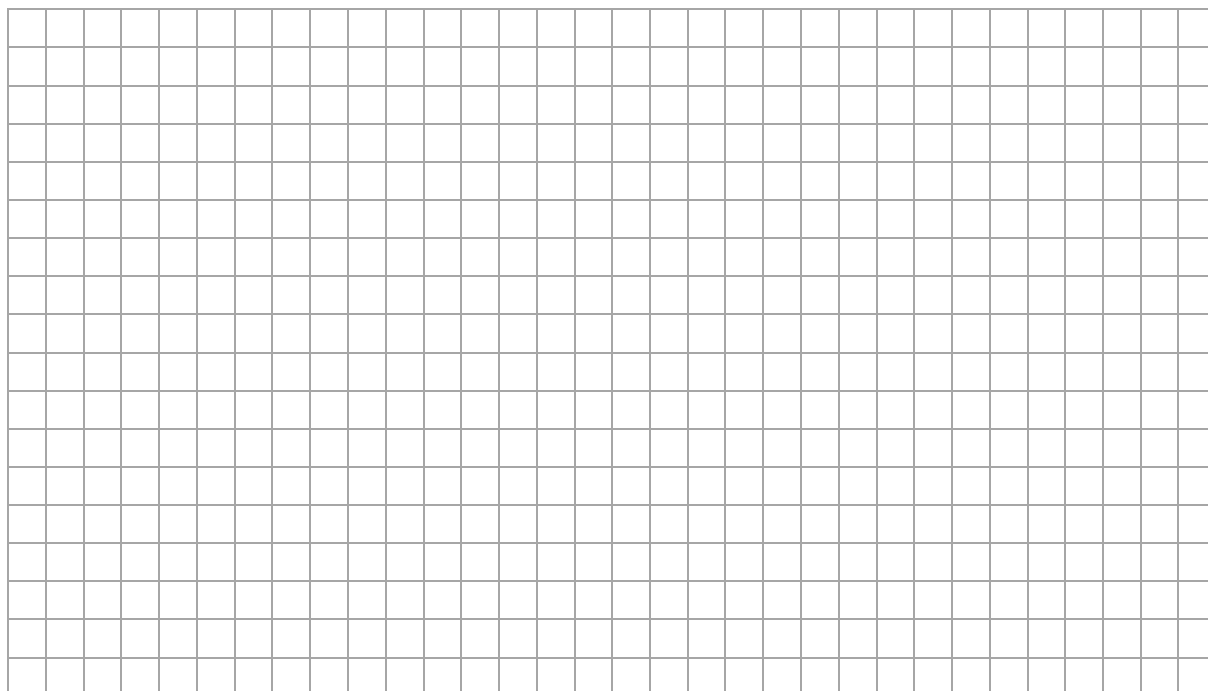
Wyznacz temperaturę T_C w stanie C, jeżeli wiadomo, że temperatura T_A w stanie A wynosi 25 K.



Zadanie 3.2. (3 pkt)

Przyjmij, że dana jest sprawność η silnika cieplnego opisanego w zadaniu 3. oraz znane są parametry p_1, p_2, V_1 i V_2 zaznaczone na wykresie.

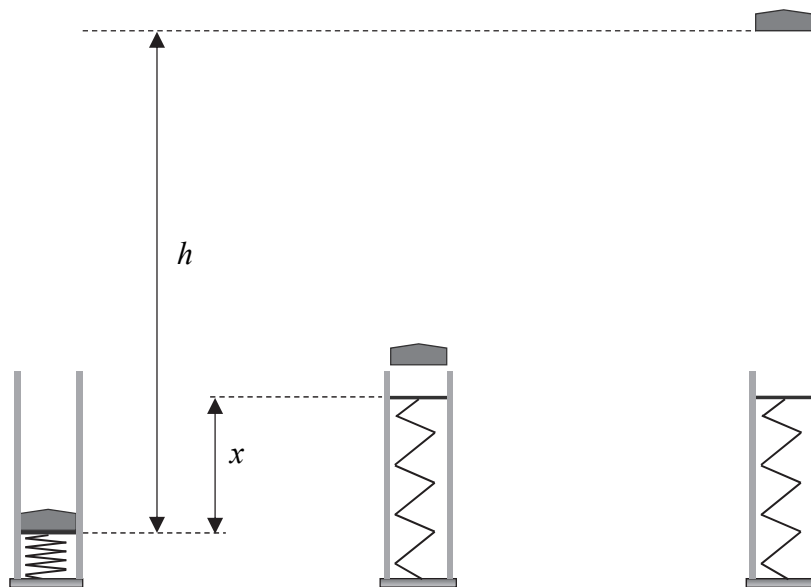
Wyprowadź wzór pozwalający obliczyć – tylko na podstawie powyższych danych – ciepło oddane przez gaz do chłodnicy w jednym cyklu pracy tego silnika cieplnego.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.3.	2.4.	3.1.	3.2.
	Maks. liczba pkt	3	2	3	3
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 4.

W zawodach sportowych w strzelaniu wyrzuca się pionowo (lub pod pewnym kątem) specjalne rzutki. Do wyrzucania rzutek można używać sprężynowej wyrzutni. Najpierw rzutkę kładzie się na ustawionej pionowo sprężynie, po czym sprężynę się ściska o pewną długość x (zobacz rys. 1.). Następnie sprężynę się zwalnia, w wyniku czego rzutka zostaje wyrzeczona pionowo w górę (zobacz rys. 2.). Rzutka wznosi się na wysokość h (zobacz rys. 3.), po czym opada. Rysunki poniżej są schematyczne – nie zachowano proporcji pomiędzy x oraz h .



Rysunek 1.

Rysunek 2.

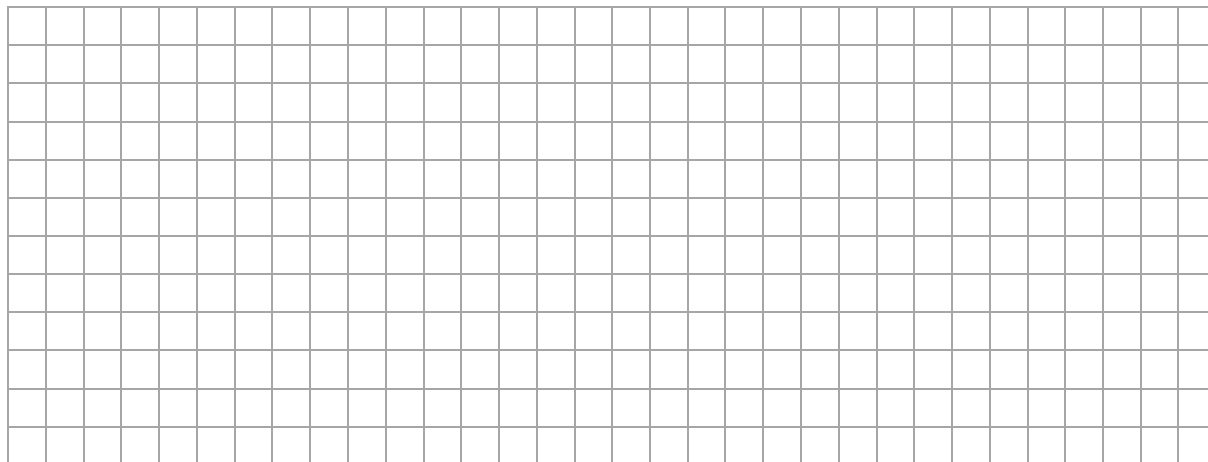
Rysunek 3.

Masa rzutki standardowej wynosi $m = 105$ g. Po wykonaniu serii testów wyrzutni stwierdzono, że rzutka standardowa wyrzeczona pionowo wznosi się na wysokość $h = 50$ m, a współczynnik sprężystości sprężyny jest równy $k = 200$ N/m. Sprężyna w wyrzutni ściskana jest zawsze o tę samą długość x .

Do obliczeń w zadaniach 4.1.–4.2. przyjmij model zjawiska, w którym pomijamy siły oporów powietrza, masę sprężyny oraz straty energii podczas jej rozprężania.

Zadanie 4.1. (2 pkt)

Oblicz x .



Zadanie 4.2. (3 pkt)

Masa wyrzucanej rzutki może zgodnie z przepisami różnić się o 5 g od masy m rzutki standardowej.

Oblicz najmniejszą i największą wysokość, na jaką mogą wznosić się wyrzucane rzutki. Wyniki podaj z dokładnością do 3 cyfr znaczących (równoważnie – z dokładnością do 10 cm).

Zadanie 4.3. (2 pkt)

Podkreśl właściwe określenia wybrane spośród podanych w nawiasach, tak aby wszystkie dokończenia zdań 1. i 2. były prawdziwe.

Uwzględnij siły oporów powietrza oraz masę sprężyny.

Przy ustalonej długości x , o jaką ściśnięto sprężynę

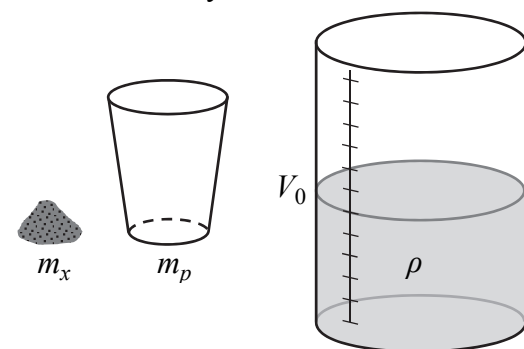
- wysokość, na którą wzniesie się rzutka, w porównaniu do wysokości obliczonej w modelu zjawiska bez sił oporów powietrza, będzie (*większa / taka sama / mniejsza*).
- wartość prędkości, którą uzyskuje rzutka tuż po wyrzuceniu, w porównaniu do analogicznej wartości prędkości obliczonej w modelu zjawiska z zerową masą sprężyny, będzie (*większa / taka sama / mniejsza*).

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

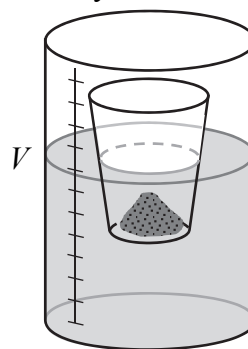
Zadanie 5.

Uczniowie zamierzali wyznaczyć gęstość ρ pewnej cieczy. Mieli do dyspozycji piasek, szklane naczynie ze skalą objętości, mniejszy pojemnik (zobacz rys. 1.) oraz wagę. Masę mniejszego pustego pojemnika oznaczmy jako m_p . Do szklanego naczynia uczniowie wlewili badaną ciecz o objętości V_0 , a do pojemnika wsypali porcję piasku. Następnie pojemnik umieścili w naczyniu z cieczą tak, aby pływał (zobacz rys. 2.). W kolejnych etapach doświadczenia uczniowie dosypywali do pojemnika piasek, a pojemnik wciąż pływał. Całkowita masa piasku m_x w pojemniku była znana, ponieważ uczniowie za każdym razem ważyli porcję dosypywanego piasku. Po dosypaniu piasku uczniowie odczytywali na skali objętość V , jaką zajmuje ciecz razem z zanurzoną częścią pojemnika z piaskiem. Objętość V_z zanurzonej części mniejszego pojemnika uczniowie wyznacжали po odjęciu objętości cieczy V_0 od objętości V .

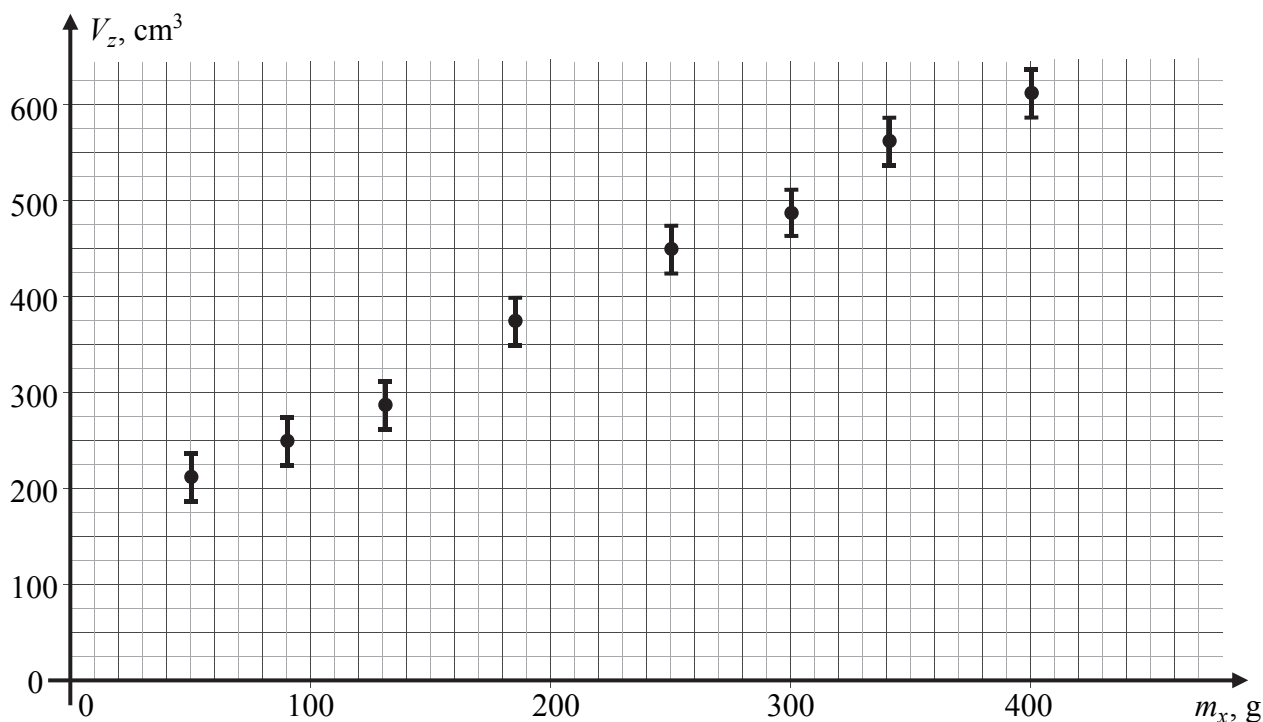
Rysunek 1.



Rysunek 2.



Wyniki pomiarów przeprowadzonych podczas doświadczenia przedstawiono na poniższym wykresie. Zaznaczono punkty pomiarowe (m_x , V_z) oraz niepewności ΔV_z . Pomiary masy piasku m_x przyjęto za dokładne.

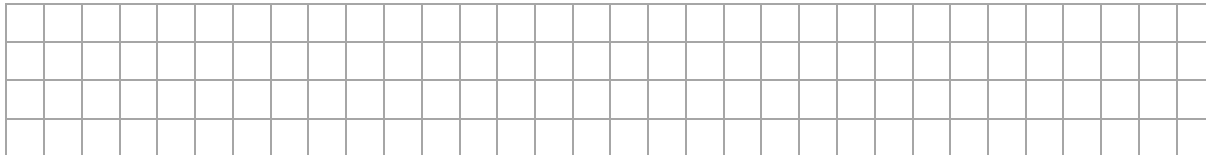


Uczniowie uznali, że zależność między objętością V_z zanurzonej części pojemnika z piaskiem a masą piasku m_x w tym pojemniku jest liniowa, czyli że opisuje ją wyrażenie:

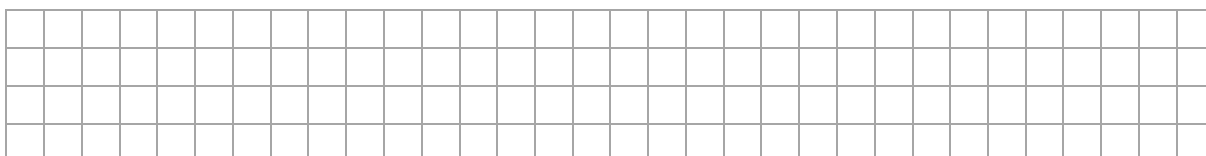
$$V_z = A \cdot m_x + B \quad \text{– dla pewnych współczynników } A \text{ i } B$$

Zadanie 5.1. (3 pkt)

- a) Na wykresie zamieszczonym w opisie zadania 5. narysuj prostą najlepiej dopasowaną do danych eksperymentalnych przedstawionych na tym wykresie.
- b) Na podstawie wykresu prostej wyznacz objętość zanurzonej części pojemnika, gdyby pływał i nie było w nim piasku.

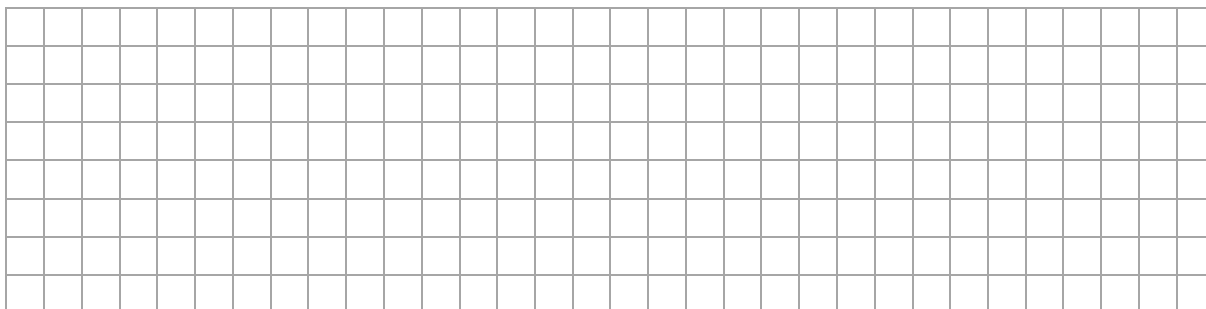


- c) Na podstawie danych odczytanych z wykresu prostej oblicz współczynnik A .

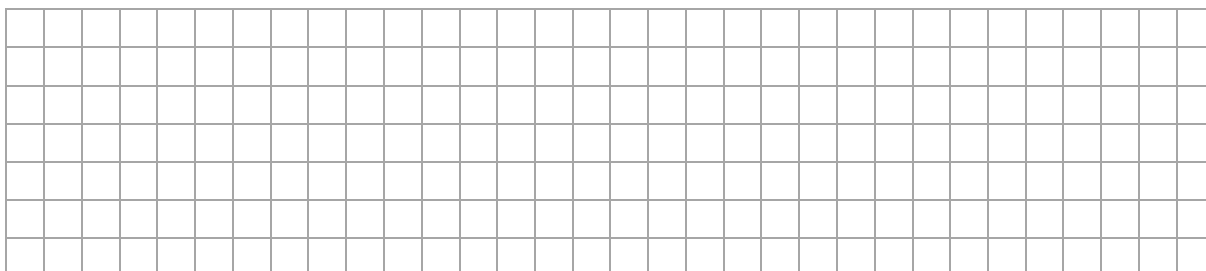


Zadanie 5.2. (5 pkt)

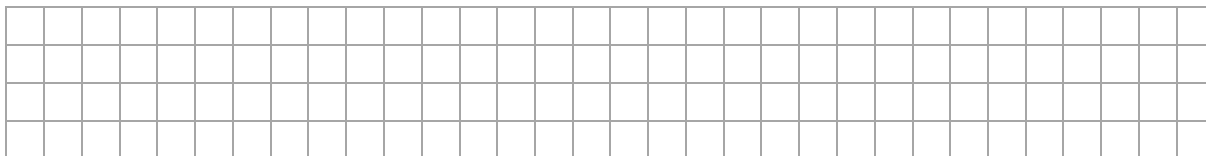
- a) Zapisz warunek równowagi sił działających na pływający pojemnik z piaskiem i wyraż zapisany warunek za pomocą wielkości wymienionych w treści zadania 5.



- b) Wyprowadź dwa wzory: wzór przedstawiający zależność współczynnika A od gęstości cieczy ρ oraz wzór przedstawiający zależność współczynnika B od gęstości cieczy ρ i masy pustego pojemnika m_p .



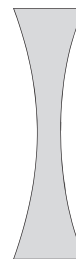
- c) Oblicz gęstość cieczy ρ . Przyjmij, że współczynnik A wynosi $1,2 \text{ cm}^3/\text{g}$.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.1.	5.2.
	Maks. liczba pkt	3	5
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 6.

Rozważamy soczewkę dwuwklęsłą (zobacz rys. obok) wykonaną ze szkła o bezwzględnym współczynniku załamania światła $n = 1,6$.



Zadanie 6.1. (1 pkt)

Opisaną soczewkę umieszczano w różnych ośrodkach. Wartości bezwzględnych współczynników załamania światła dla tych ośrodków podano w tabeli poniżej.

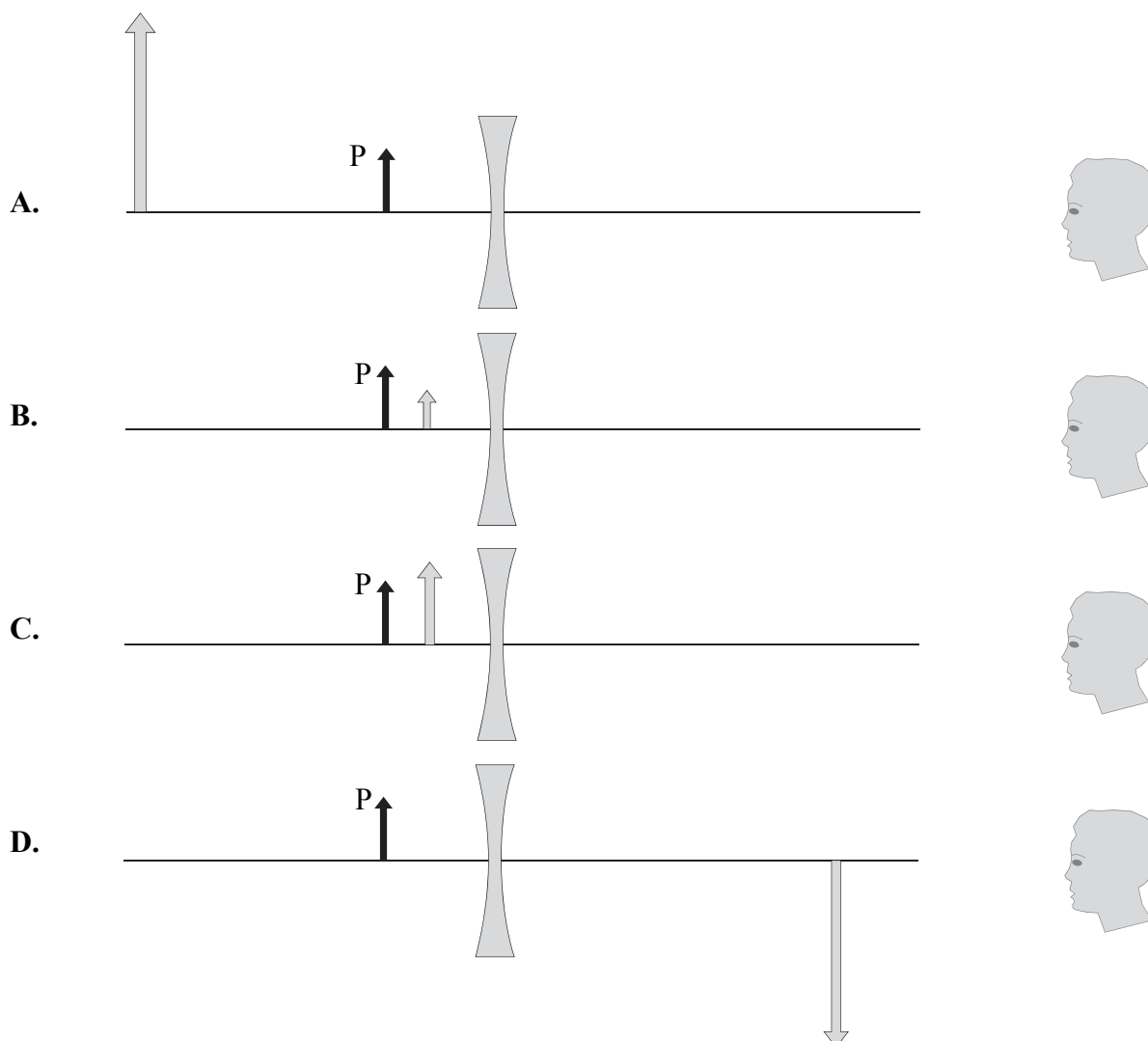
Spośród ośrodków 1.–5. podanych w tabeli wybierz i zaznacz tylko te ośrodki, w których opisana soczewka jest skupiająca. Uwzględnij wszystkie możliwości.

Ośrodek 1.	Ośrodek 2.	Ośrodek 3.	Ośrodek 4.	Ośrodek 5.
$n_1 = 1,1$	$n_2 = 1,7$	$n_3 = 2,2$	$n_4 = 1,6$	$n_5 = 1,5$

Zadanie 6.2. (1 pkt)

Tylko jeden spośród poniższych czterech rysunków A–D przedstawia prawidłowe położenie obrazu przedmiotu P – obrazu widzianego przez obserwatora i uzyskanego przy pomocy opisanej soczewki umieszczonej w powietrzu (obraz przedmiotu P przedstawia szara strzałka).

Spośród rysunków A–D wybierz i zaznacz rysunek prawidłowo przedstawiający obraz przedmiotu P widziany przez obserwatora patrzącego z prawej strony soczewki.



Zadanie 6.3. (2 pkt)

Opisana w zadaniu 6. soczewka dwuwkłęsła znajduje się w powietrzu. W odległości 0,4 m od soczewki, na jej osi optycznej, ustawiono przedmiot. Obserwator widzi obraz tego przedmiotu, który to obraz jest w odległości 0,25 m od soczewki.

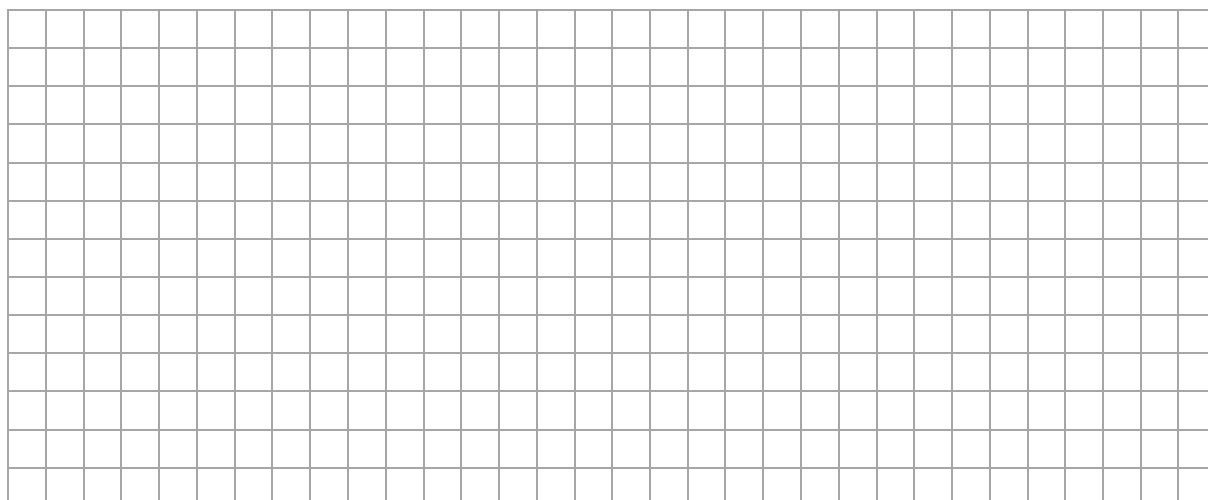
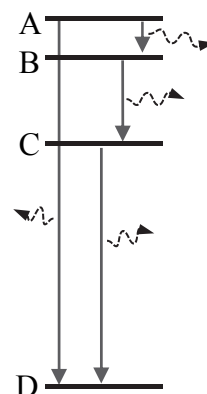
Oblicz ogniskową tej soczewki.



Zadanie 7. (3 pkt)

Rozważamy przejścia elektronu pomiędzy wybranymi poziomami energetycznymi A, B, C, D w pewnym atomie. Elektron może przechodzić z poziomu A do poziomu B, z poziomu B do poziomu C oraz z poziomu C do poziomu D. Ponadto możliwe jest bezpośrednie przejście elektronu z poziomu A do poziomu D (zobacz rys. obok). Długości fal fotonów emitowanych podczas tych przejść oznaczmy odpowiednio: λ_{AB} , λ_{BC} , λ_{CD} , λ_{AD} .

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć – tylko na podstawie danych wielkości: λ_{AB} , λ_{BC} , λ_{CD} – długość fali λ_{AD} fotonu emitowanego przy przejściu elektronu bezpośrednio z poziomu A do poziomu D.



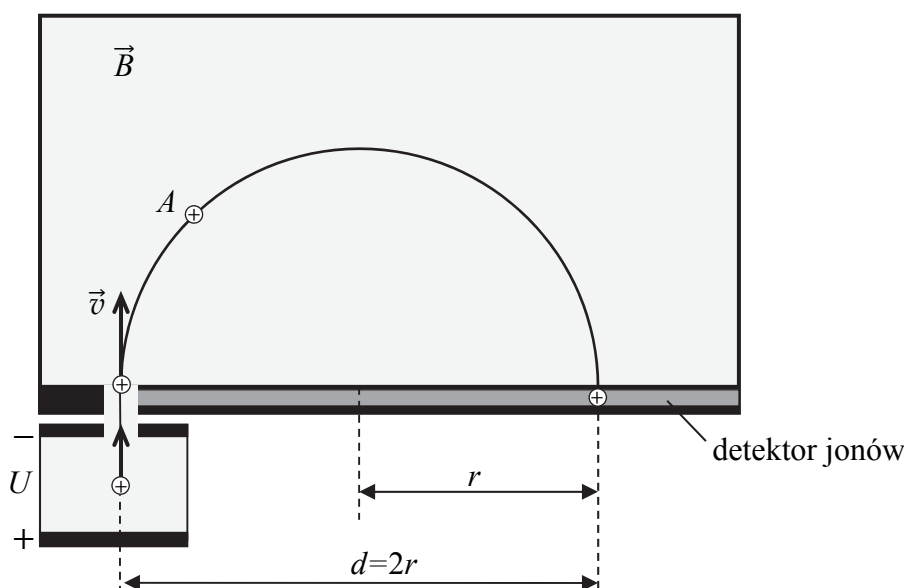
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.1.	6.2.	6.3.	7.
	Maks. liczba pkt	1	1	2	3
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 8.

Dodatnie jony wpadają w obszar jednorodnego pola magnetycznego tak, że ich prędkości są prostopadłe do wektora indukcji magnetycznej. W obszarze pola magnetycznego tor jonu jest okręgiem (lub fragmentem okręgu). Promienie tych okręgów zależą od wartości prędkości jonów, ich masy, ładunku elektrycznego oraz od wartości indukcji pola magnetycznego.

Powyższe zjawisko wykorzystuje się do wyznaczania masy jonów. W tym celu początkowo spoczywające jony najpierw przyspiesza się w polu elektrycznym napięciem U . Rozpędzone jony uzyskują pewną prędkość, z którą opuszczają obszar pola elektrycznego i wpadają w obszar jednorodnego pola magnetycznego o wektorze indukcji $\vec{B}$, prostopadłym do wektora prędkości jonu $\vec{v}$. Jony zakreślają w polu magnetycznym półokręgi, po czym wpadają do detektora w odległości d (zależącej m.in. od masy jonów) od źródła jonów (zobacz rys. poniżej).

Zakładamy, że jony poruszają się w próżni, oraz pomijamy wpływ innych pól na ruch jonów.



Zadanie 8.1. (2 pkt)

- a) Na powyższym rysunku narysuj w punkcie A wektor siły magnetycznej Lorentza działającej na jon dodatni. Zaznacz dokładny kierunek i zwrot tej siły.
- b) Na rysunku przy symbolu wektora indukcji magnetycznej $\vec{B}$ narysuj zwrot tego wektora.

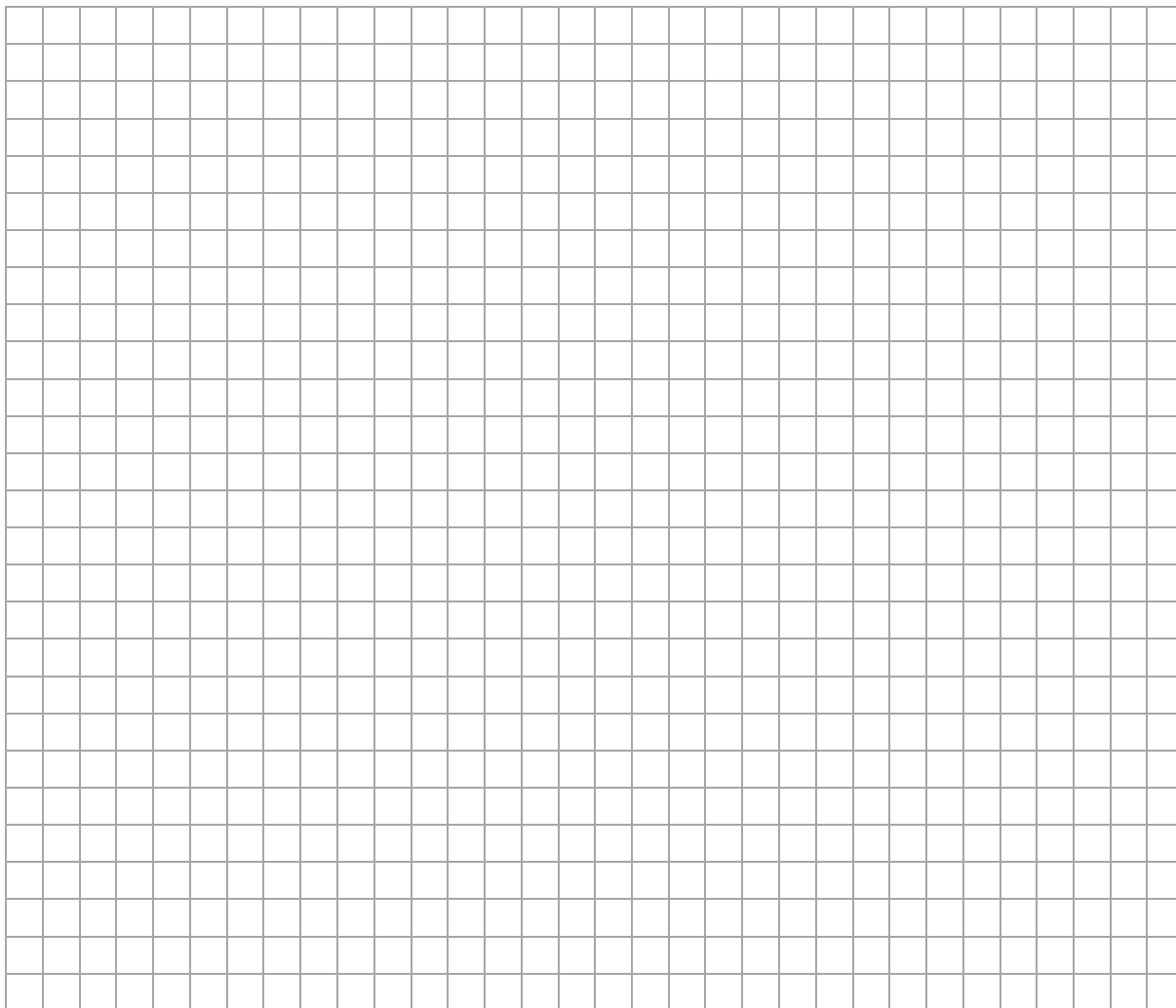
Użyj w tym celu jednego z symboli:

- ⊙ – oznaczającego zwrot przed płaszczyznę rysunku (w stronę do patrzącego) LUB
- ⊗ – oznaczającego zwrot za płaszczyznę rysunku, LUB
- – oznaczającego zwrot w prawo, LUB
- ← – oznaczającego zwrot w lewo.

Zadanie 8.2. (3 pkt)

W doświadczeniu opisanym w zadaniu 8. znane są wartość B wektora indukcji magnetycznej, napięcie U przyspieszające jony oraz jest mierzona odległość d .

Wyprowadź wzór pozwalający na wyznaczenie masy jednokrotnie zjonizowanego jonu w zależności od wartości U , B , d i wartości e ładunku elementarnego.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	8.1.	8.2.
	Maks. liczba pkt	2	3
	Uzyskana liczba pkt		

Symbol	Masa, 10^{-27} kg
${}^3\text{H}$	5,00736
${}^4\text{He}$	6,64466
${}^3\text{He}$	5,00641
n	1,67493
p	1,67262
e	0,00091

[illegible]

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.

Zadanie 9.3. (3 pkt)

Oszacuj całkowitą energię kinetyczną wszystkich produktów przemiany opisanej w zadaniu. Masę odpowiednich jąder i cząstek znajdź w tabeli przy opisie zadania 9. Przyjmij, że jądro trytu początkowo spoczywało. Wynik podaj z dokładnością do jednej cyfry znaczącej.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	9.1.	9.2.	9.3.
	Maks. liczba pkt	2	3	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.