

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

**Miejsce na naklejkę.**

Sprawdź, czy kod na naklejce to  
**E-100.**

Jeżeli tak – przyklej naklejkę.  
Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

**Egzamin maturalny**

**Formuła 2015**

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

*Symbol arkusza*

EFAP-R0-**100**-2306

DATA: **15 czerwca 2023 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS TRWANIA: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

**Przed rozpoczęciem pracy z arkuszem egzaminacyjnym**

1. Sprawdź, czy nauczyciel przekazał Ci **właściwy arkusz egzaminacyjny**, tj. arkusz we **właściwej formule**, z **właściwego przedmiotu** na **właściwym poziomie**.
2. Jeżeli przekazano Ci **niewłaściwy** arkusz – natychmiast zgłoś to nauczycielowi. Nie rozrywaj banderol.
3. Jeżeli przekazano Ci **właściwy** arkusz – rozerwij banderole po otrzymaniu takiego polecenia od nauczyciela. Zapoznaj się z instrukcją na stronie 2.





**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane  
na następnych stronach.**

**Zadanie 1.**

Ze szczytu równi pochyłej puszcza się kulkę. Kulka stacza się z równi bez poślizgu. Po stoczeniu się z równi kulka porusza się dalej wzdłuż prostej po poziomo ułożonym dywanie. Ruch kulki po dywanie został sfilmowany. Dzięki temu wyznaczono wartości  $v$  prędkości kulki na dywanie w kilku ustalonych położeniach  $x$ , licząc od punktu  $x = 0$  końca równi pochyłej. Następnie obliczono wartości  $v^2$ . Wyniki doświadczenia oraz niepewności  $\Delta_{v^2}$  wielkości  $v^2$  przedstawiono w poniższej tabeli. Pomiar  $x$  przyjmij za dokładny.

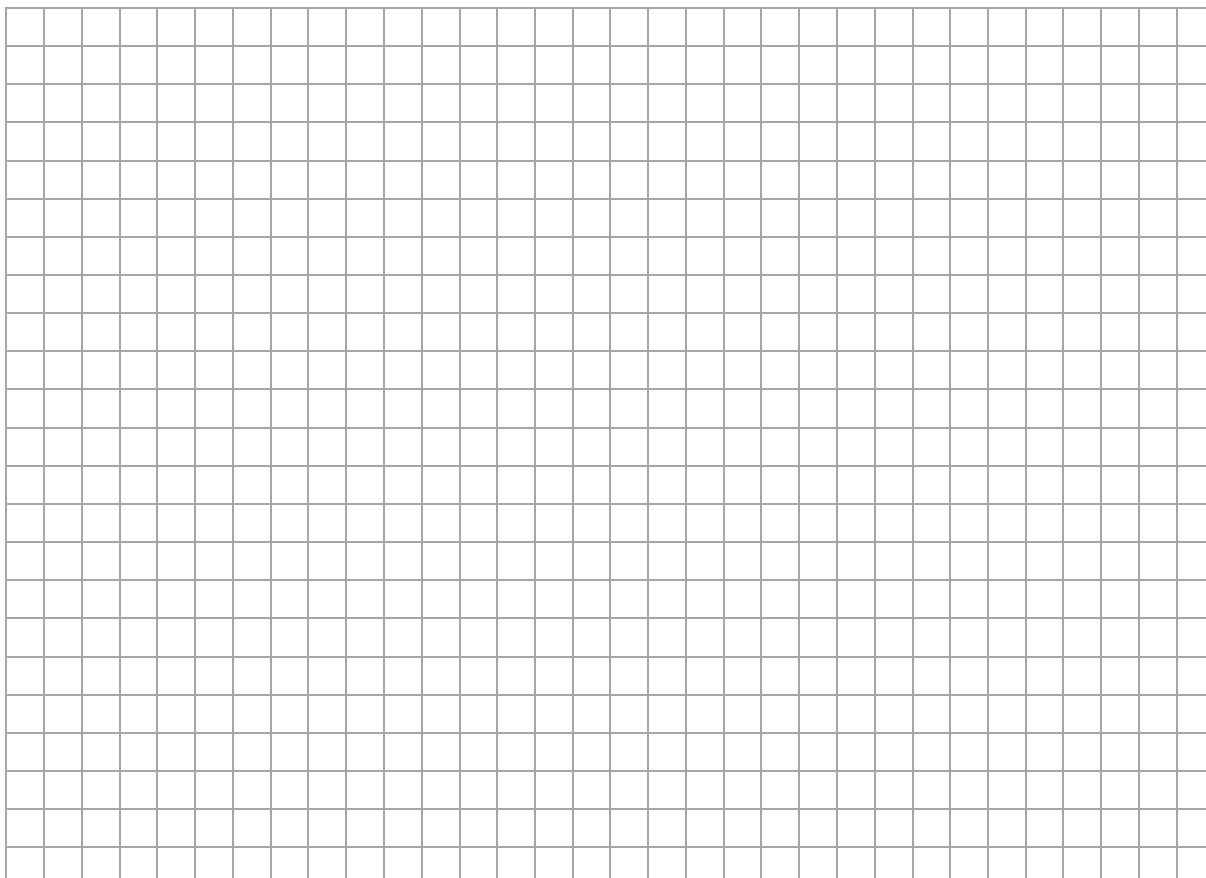
$x, \text{ m}$	0	0,20	0,40	0,60	0,80
$v^2, \text{ m}^2/\text{s}^2$	0,098	0,078	0,054	0,037	0,014
$\Delta_{v^2}, \text{ m}^2/\text{s}^2$	0,004	0,004	0,003	0,003	0,002

W zadaniach 1.1.–1.2. przyjmij, że ruch postępowy kulki po dywanie był ruchem jednostajnie opóźnionym z przyspieszeniem o wartości bezwzględnej  $a$ . Prędkość kulki na początku ruchu po dywanie, czyli w  $x = 0$ , oznaczmy jako  $v_0$ . Zależność między kwadratem wartości prędkości kulki a przebytą drogą  $s = x$  i wartością przyspieszenia  $a$  wyraża się wzorem:

$$v^2 = v_0^2 - 2as$$

**Zadanie 1.1. (0–2)**

Wyprowadź wzór  $v^2 = v_0^2 - 2as$  podany we wstępie do zadania 1. Zapisz odpowiednie równania oraz przekształcenia prowadzące do uzyskania powyższej postaci tego wzoru.

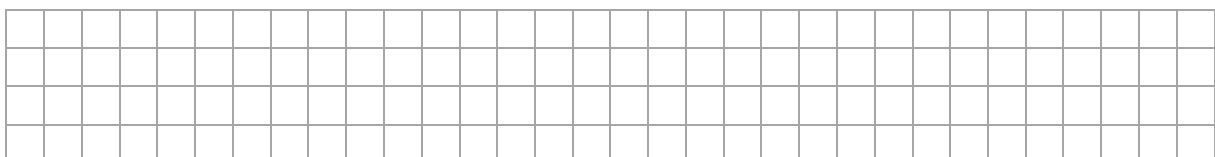
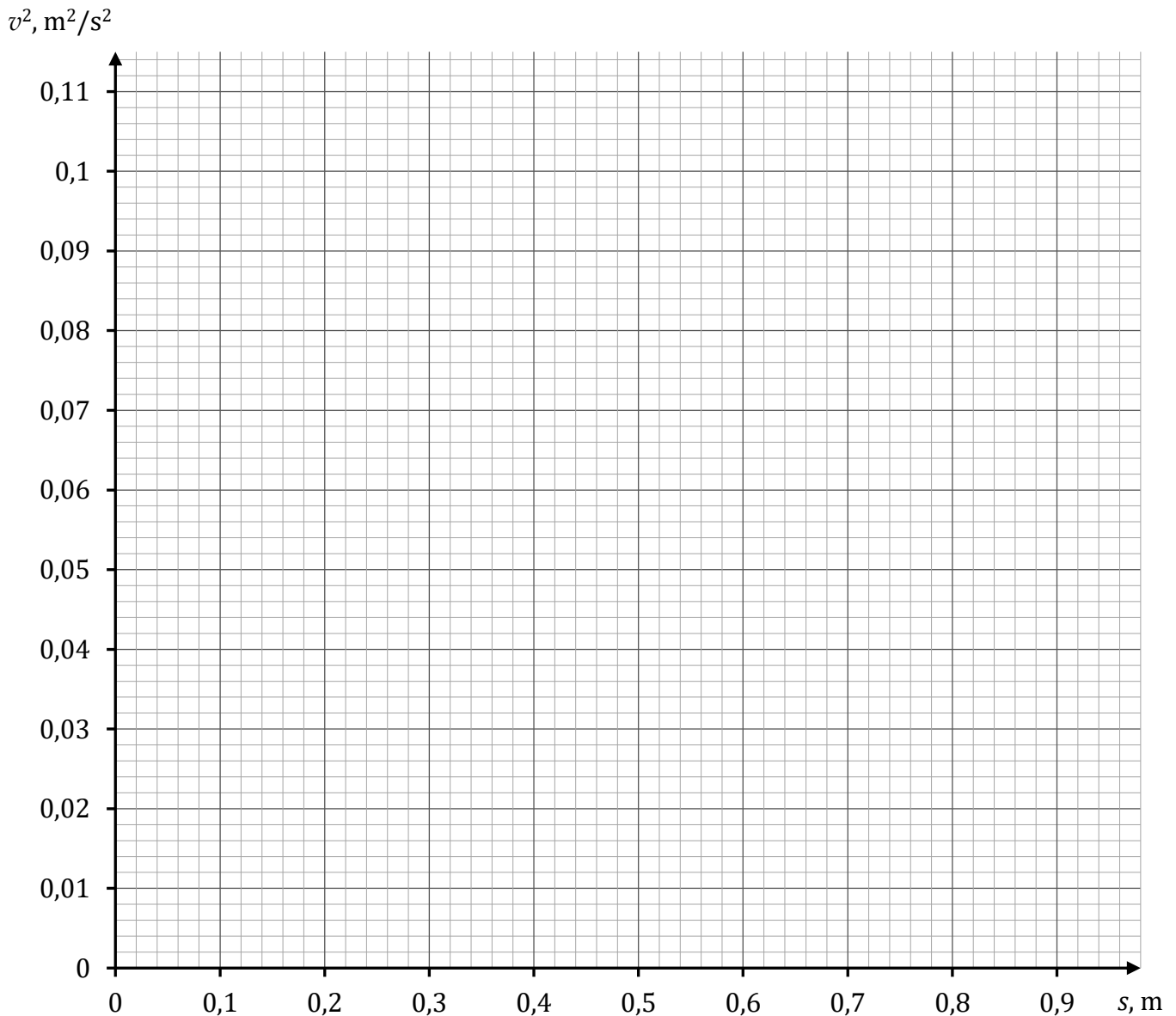


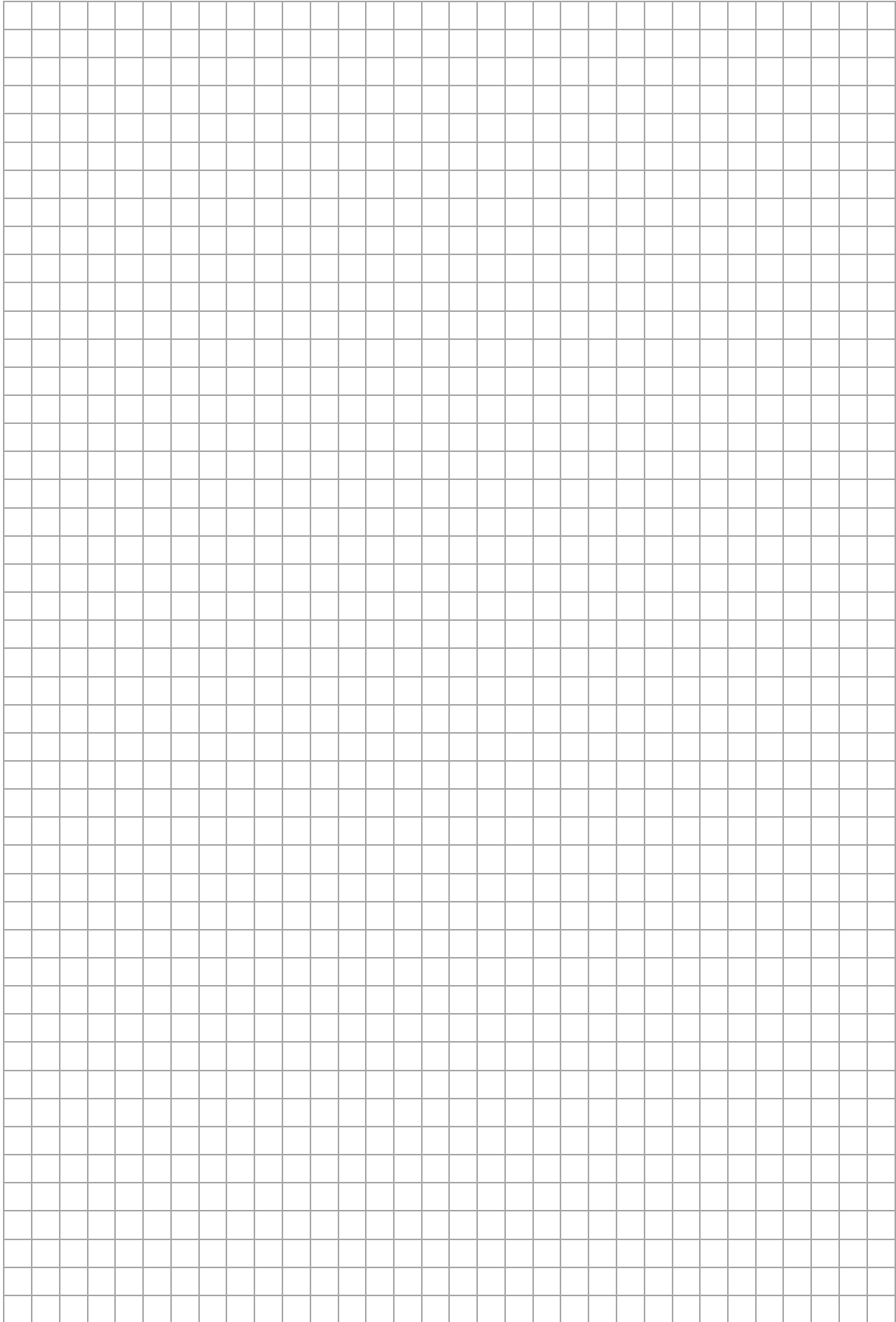
**Zadanie 1.2. (0–4)**

W układzie współrzędnych  $(s, v^2)$  poniżej narysuj wykres zależności  $v^2(s)$  – kwadratu prędkości kulki na dywanie od drogi. Zaznacz punkty pomiarowe oraz niepewności  $\Delta_{v^2}$  oraz narysuj prostą najlepiej dopasowaną do punktów pomiarowych.

Na podstawie wykresu wyznacz wartość przyśpieszenia  $a$  kulki na dywanie oraz drogę  $s_z$ , jaką przebyła kulka na dywanie aż do zatrzymania się.

*Uwaga! Rozwiązania prowadzące do wyznaczenia  $a$  oraz  $s_z$ , które nie wykorzystują wykresu (tylko same dane z tabeli), nie będą zgodne z poleceniem.*



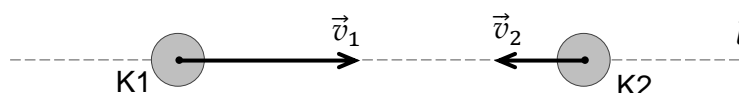


### Zadanie 2.

Dwie identyczne kule K1 i K2, każda o masie  $m$ , poruszają się naprzeciwko siebie w inercyjnym układzie odniesienia  $\mathcal{U}$  z prędkościami  $\vec{v}_1$  (kula K1) oraz  $\vec{v}_2$  (kula K2). Środki kul poruszają się wzdłuż prostej  $l$ . Wartości prędkości tych kul przed zderzeniem spełniają równanie:

$$v_1 = 2v_2$$

Sytuację przed zderzeniem kul ilustruje rysunek poniżej.

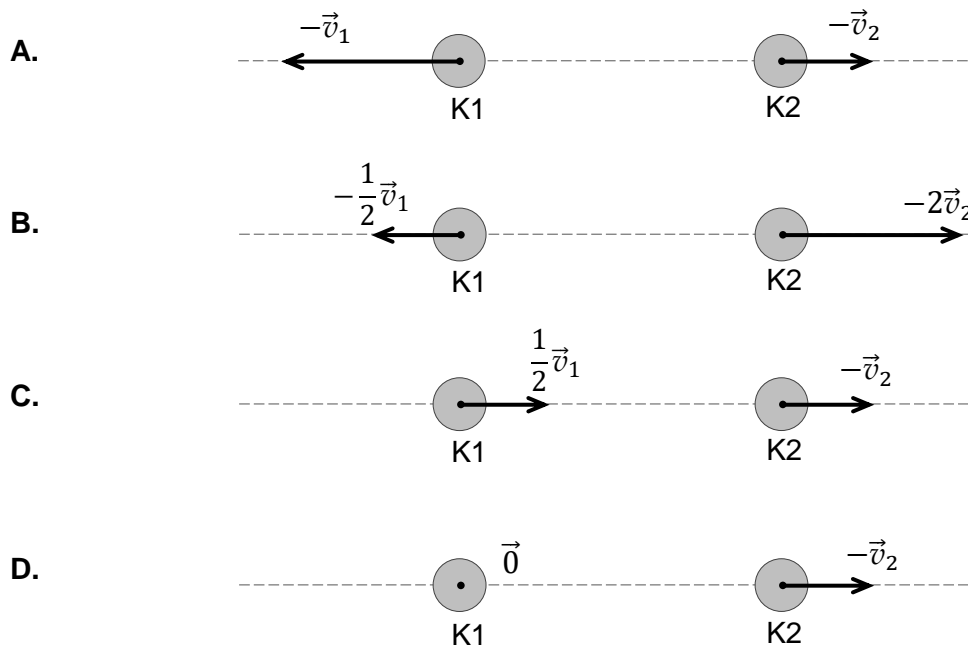


### Zadanie 2.1. (0–1)

Założmy, że zderzenie kul K1 i K2 było doskonale sprężyste. Pomijamy siły tarcia.

Na którym rysunku (A–D) prawidłowo narysowano i oznaczono wektory prędkości kul bezpośrednio po zderzeniu w układzie odniesienia  $\mathcal{U}$ ? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

*Wskazówka! Długości wektorów odpowiadają wartościom prędkości kul. W zadaniu nie trzeba wykonywać obliczeń – wystarczy sprawdzić, czy spełnione są zasady zachowania odpowiednich wielkości fizycznych.*

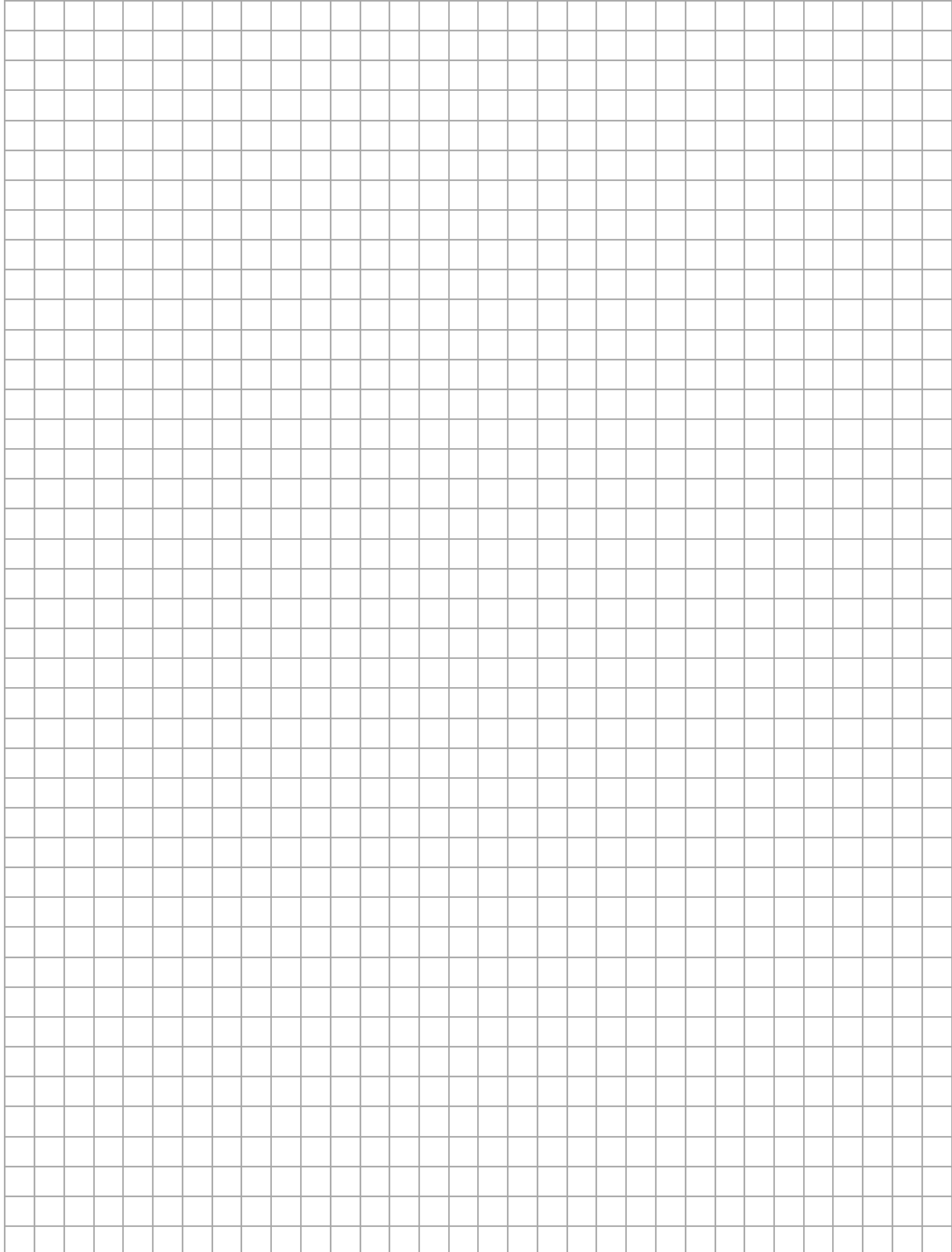


Brudnopis																			

**Zadanie 2.2. (0–4)**

Założmy, że w wyniku innej realizacji tego zderzenia obie kule połączyły się trwale.

**Oblicz, jaką część początkowej (przed zderzeniem) łącznej energii kinetycznej ruchu postępowego utracił układ kul w wyniku takiego zderzenia.**

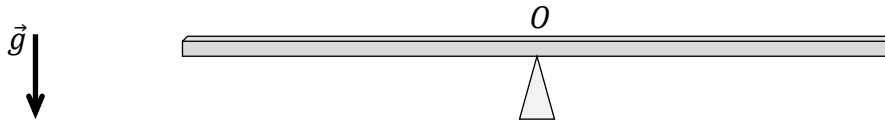




### Zadanie 3.

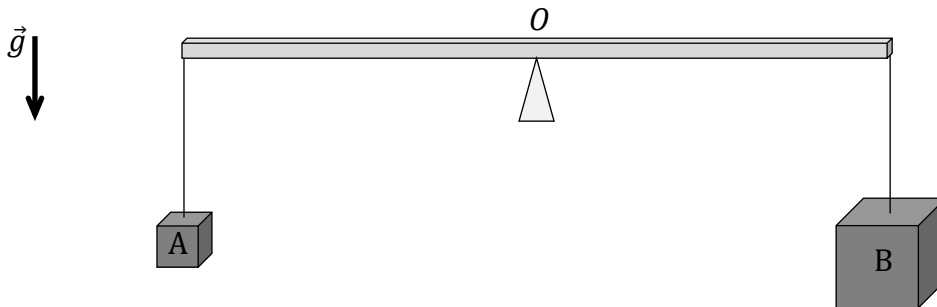
Jednorodna belka podparta w punkcie  $O$  – w środku swojej długości – utrzymuje się nieruchomo w pozycji poziomej (zobacz rysunek 1.).

Rysunek 1.



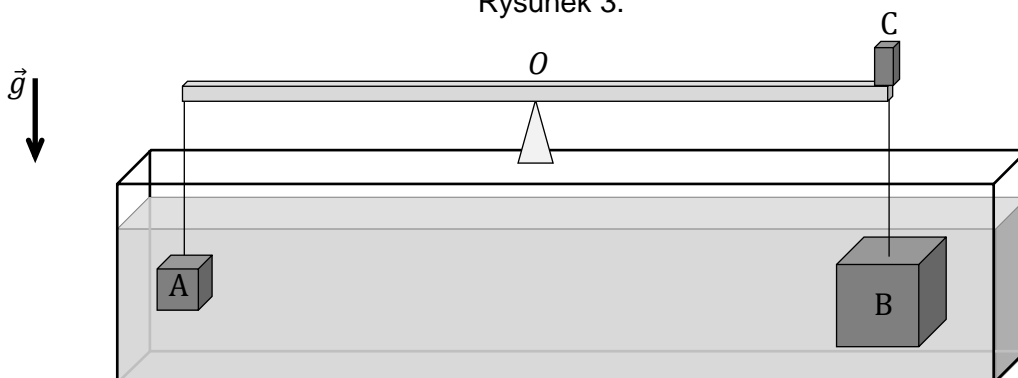
W pierwszym etapie doświadczenia, na przeciwległych końcach tej belki zawieszono (na cienkich, lekkich nitkach) dwa jednorodne klocki A i B. Klocki były wykonane z różnych materiałów i miały kształty sześcianów o krawędziach odpowiednio  $a_A = 2$  cm i  $a_B = 4$  cm. Po zawieszeniu klocków belka wciąż pozostawała w równowadze (zobacz rysunek 2.).

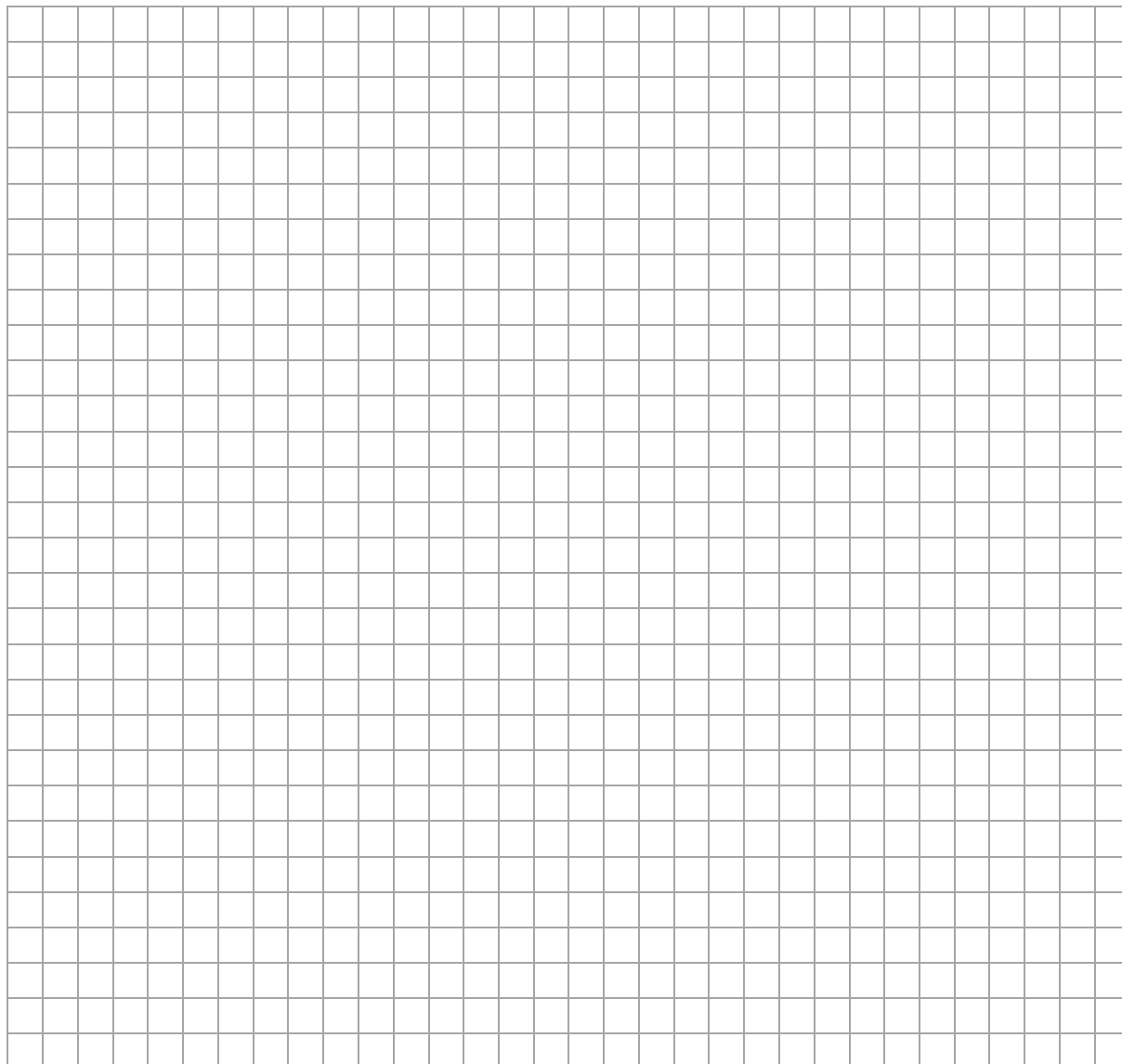
Rysunek 2.



W drugim etapie doświadczenia obydwa sześciany zanurzono całkowicie w naczyniu z wodą o gęstości  $\rho_w = 1000$  kg/m<sup>3</sup>, a belkę zrównoważono dodatkowym ciężarkiem C, który położono na jednym z końców belki (zobacz rysunek 3.). Belka w ten sposób zrównoważona utrzymywała się nieruchomo w pozycji poziomej.

Rysunek 3.



**Zadanie 3.1. (0–4)****Oblicz masę ciężarka C.****Zadanie 3.2. (0–2)****Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.**

Zrównoważenie belki z zanurzonymi sześcianami można osiągnąć

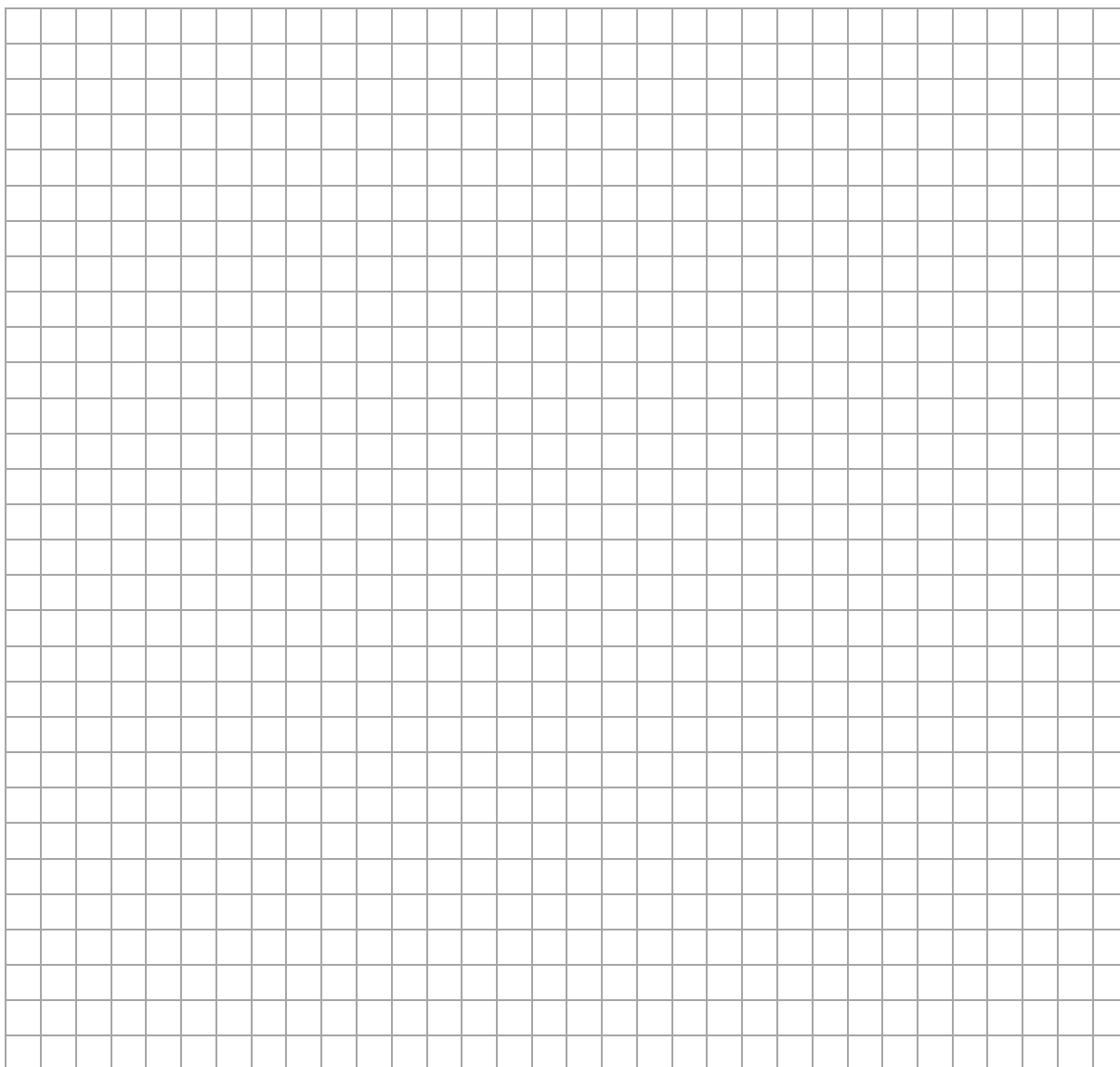
1.	bez użycia dodatkowego ciężarka, gdy przesunie się punkt zawieszenia klocka A bliżej punktu $O$ podparcia belki.	P	F
2.	bez użycia dodatkowego ciężarka, gdy przesunie się punkt $O$ podparcia belki w stronę klocka B.	P	F
3.	w cieczy o mniejszej gęstości niż gęstość wody, gdy zamiast ciężarka C położymy ciężarek o mniejszej masie.	P	F











### Zadanie 6.2. (0–1)

Po wykonaniu ostatniego (piątego) pomiaru otwarto zawór w cylindrze. Wskutek tego powietrze gwałtownie się rozprężyło i część powietrza wydostała się z cylindra. Tłok był w tym czasie nieruchomy.

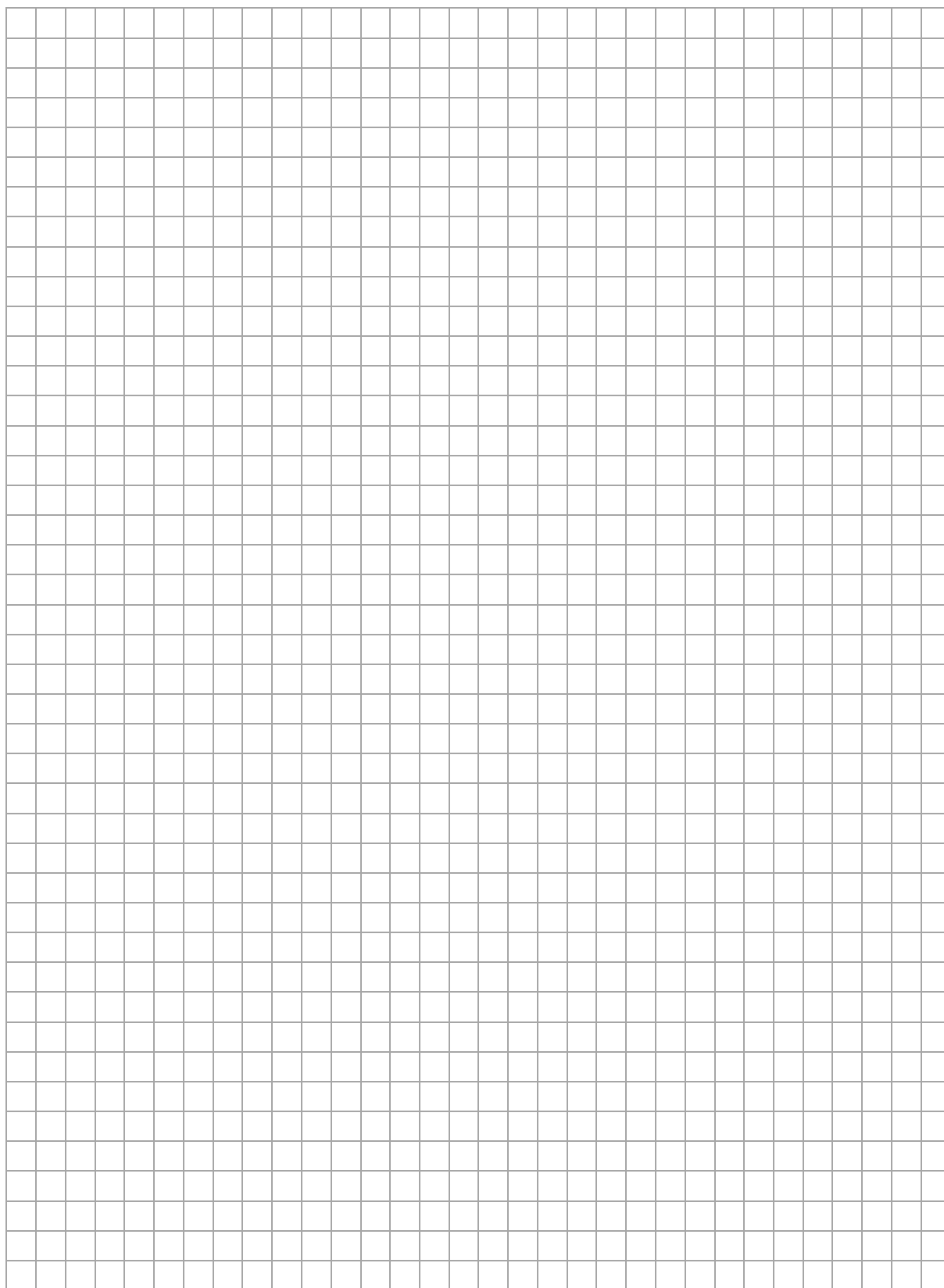
**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A, B albo C i jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.**

Natychmiast po rozprężeniu gazu w cylindrze termometr wskazał temperaturę

<b>A.</b>	niższą od 22 °C,	ponieważ	<b>1.</b>	gaz pobrał energię z otoczenia.
<b>B.</b>	równą 22 °C,		<b>2.</b>	otwarcie zaworu nie wpływa na temperaturę gazu.
<b>C.</b>	wyższą od 22 °C,		<b>3.</b>	gaz wykonał pracę kosztem energii wewnętrznej.

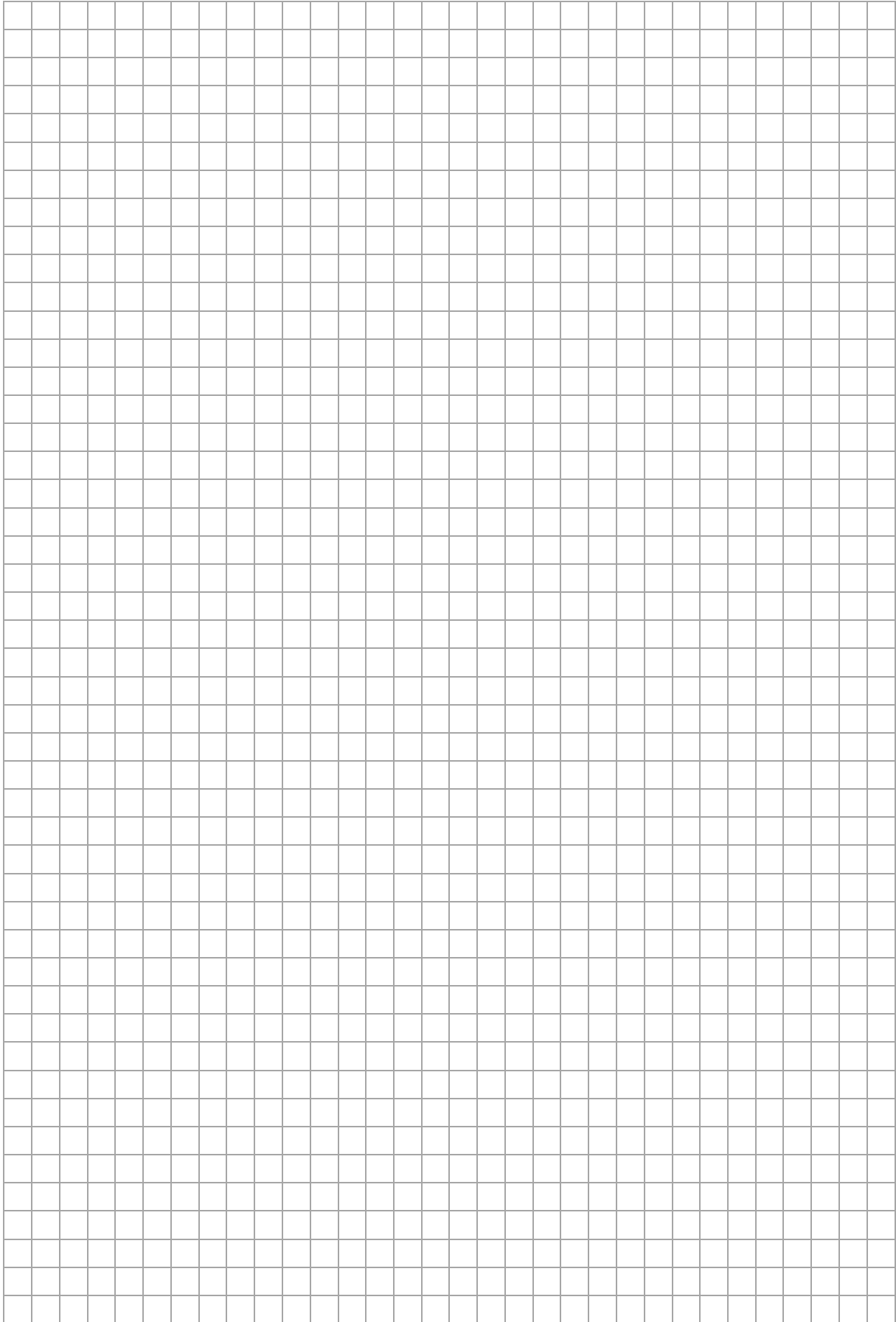
**Zadanie 6.3. (0–3)**

**Oblicz gęstość powietrza w cylindrze podczas pomiaru nr 5. Wynik podaj zaokrąglony do trzech cyfr znaczących.**









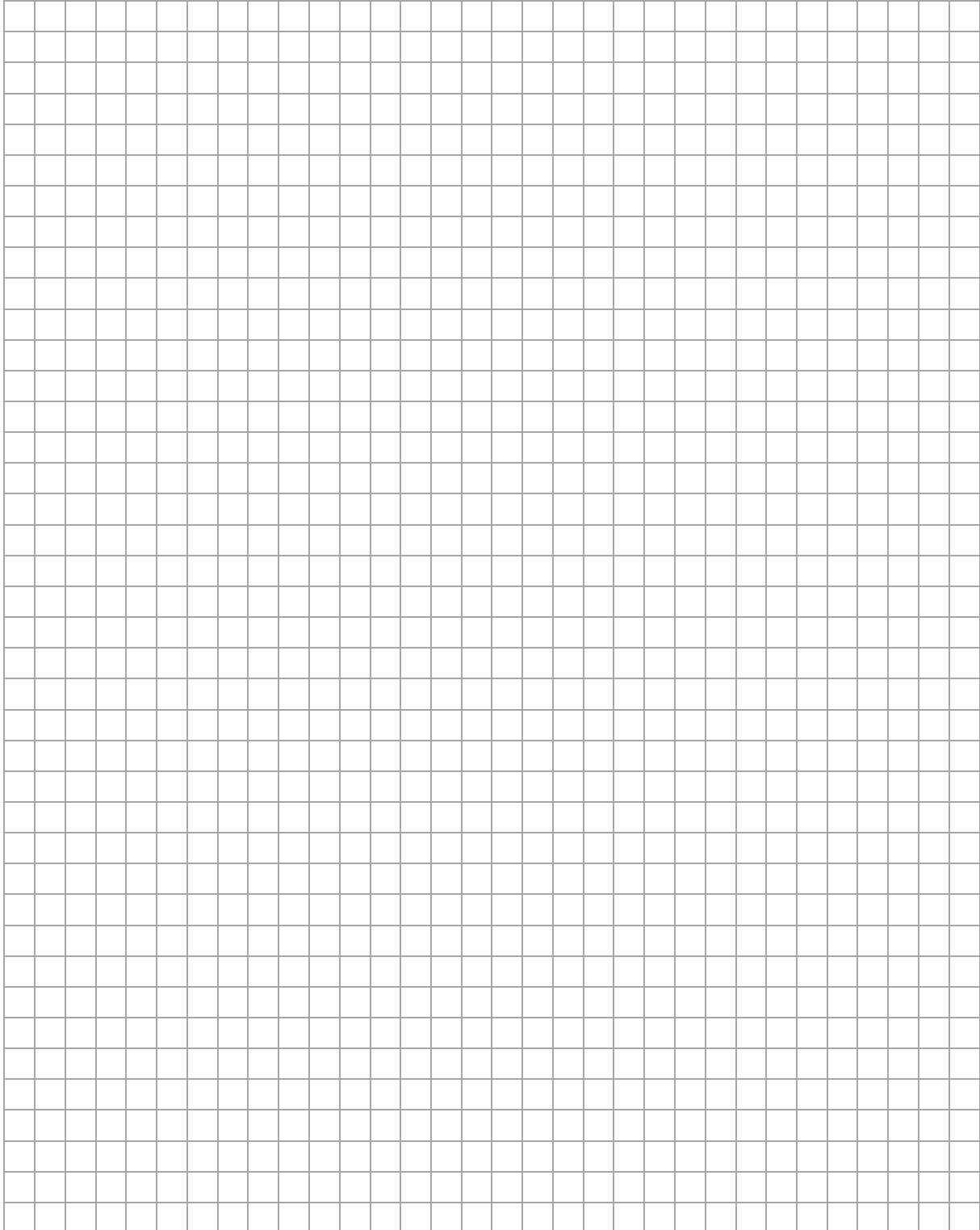


**Zadanie 8.3. (0–3)**

Promień orbity, po której porusza się dookoła Jowisza jego księżyc Europa, oraz okres obiegu tego księżycyca po orbicie, wynoszą odpowiednio:

$$r_E \approx 6,711 \cdot 10^5 \text{ km} \quad T_E \approx 3,551 \text{ dób ziemskich}$$

**Oblicz masę Jowisza. Wynik podaj zaokrąglony do trzech cyfr znaczących.**



### Zadanie 9.

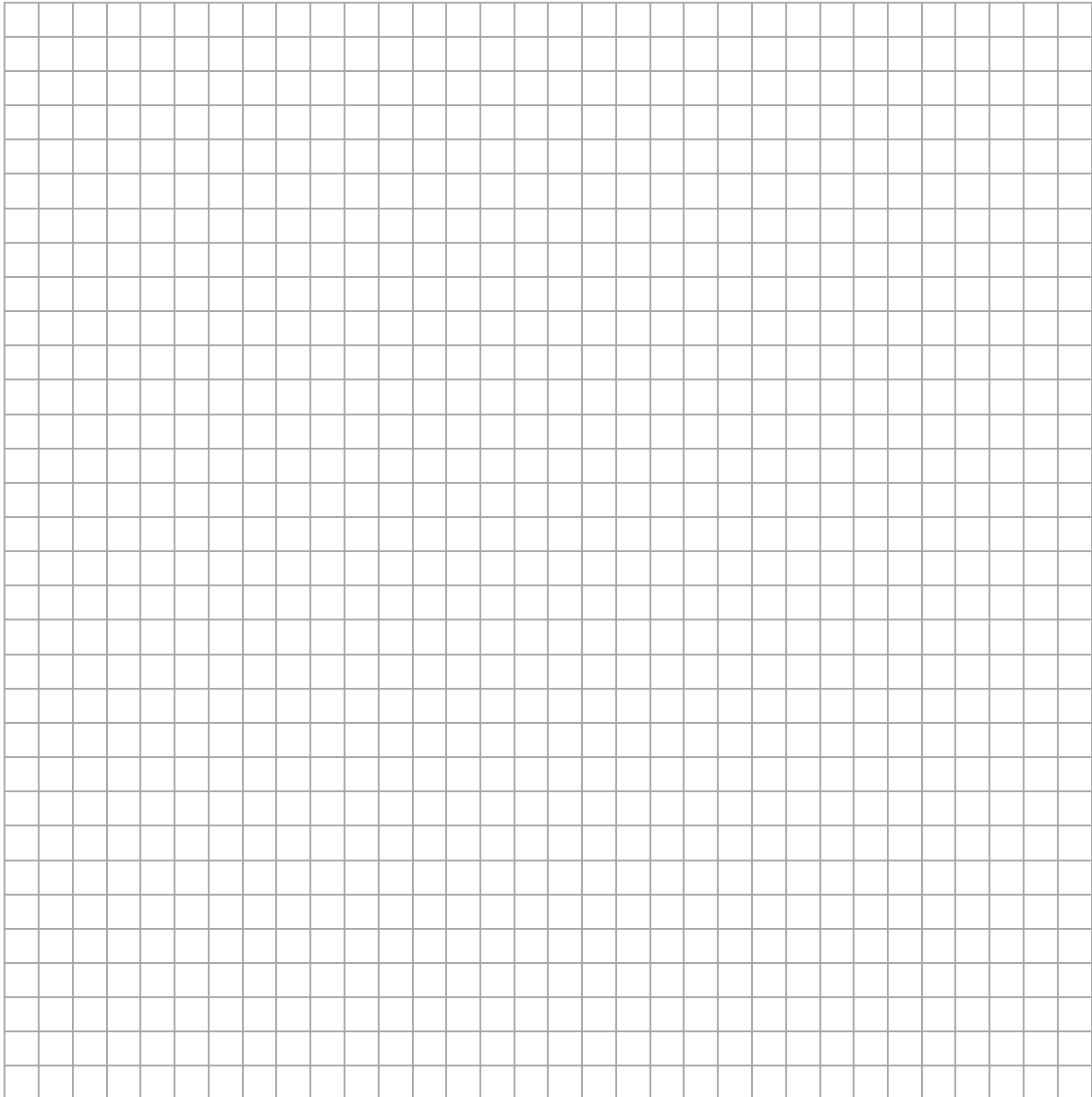
W początkowo spoczywającym atomie wodoru, w wyniku przejścia elektronu z poziomu energetycznego  $n = 2$  na poziom energetyczny  $n = 1$ , został wyemitowany foton. Wskutek emisji fotonu atom wodoru doznał odrzutu.

Przyjmij do obliczeń masę atomu wodoru  $m_{at} \approx 1,6735 \cdot 10^{-27}$  kg.

*Wskazówki: (1) Do określenia energii kinetycznej atomu lub pędu atomu możesz używać wzorów mechaniki klasycznej Newtona. (2) Związek między energią fotonu i pędem fotonu jest następujący:  $E_{fot} = cp_{fot}$ , gdzie  $c$  jest wartością prędkości światła w próżni.*

### Zadanie 9.1. (0–3)

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć  $E_{kin\ at}$  – energię kinetyczną, jaką uzyskał atom wodoru w wyniku odrzutu – w zależności od: energii  $E_{fot}$  emitowanego fotonu, masy  $m_{at}$  atomu wodoru oraz wartości  $c$  prędkości światła w próżni.

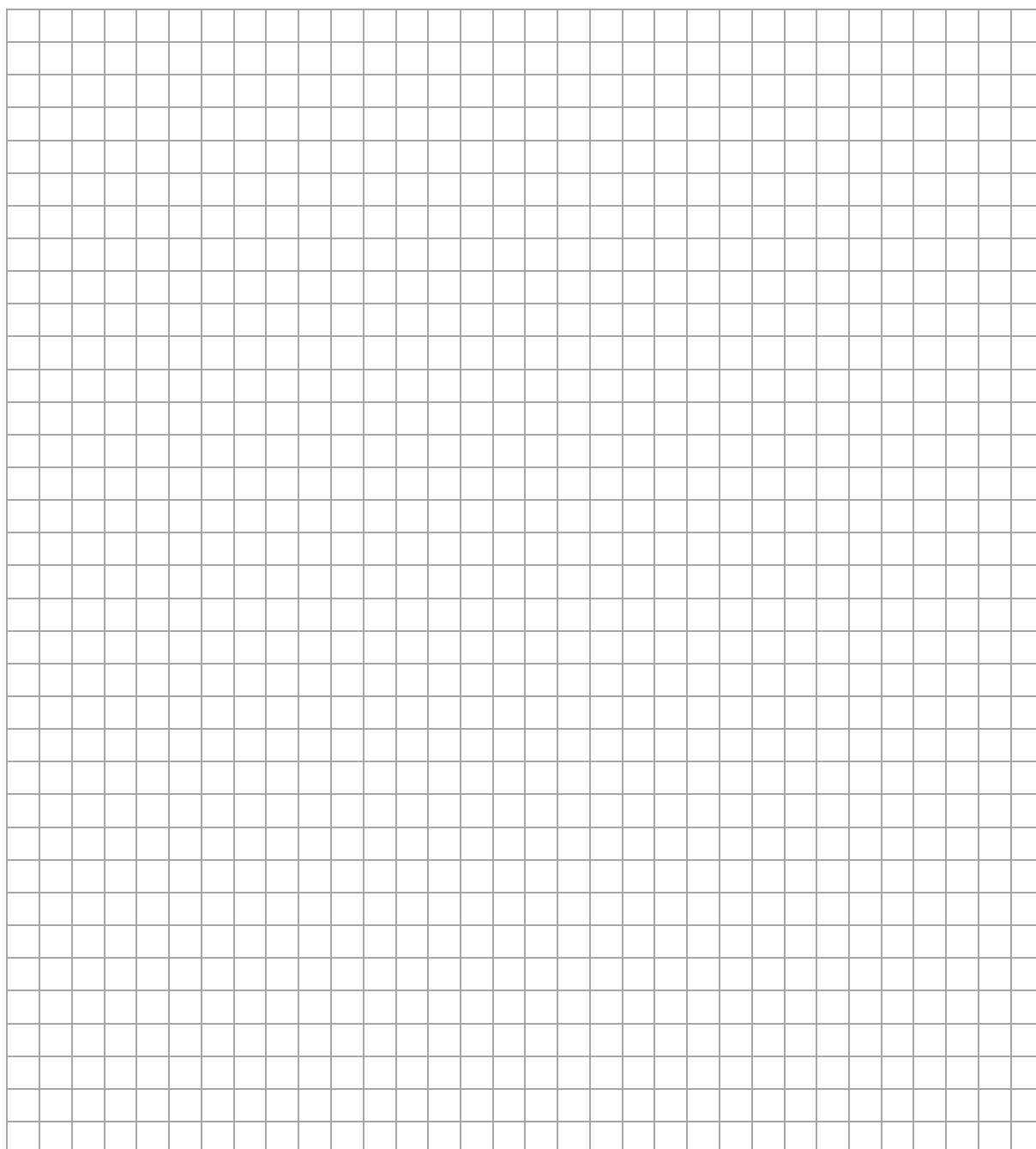


### Zadanie 9.2. (0–3)

Wiadomo, że energia fotonu emitowanego podczas opisanego przejścia w atomie wodoru jest dużo większa (o kilka rzędów wielkości) od energii kinetycznej atomu uzyskanej w wyniku odrzutu. Można więc przyjąć, że odrzut atomu praktycznie nie wpływa na energię emitowanego fotonu.

**Oblicz wartość prędkości (odrzutu) atomu wodoru po emisji fotonu.**

*Wskazówka: Skorzystaj z zasady zachowania pędu oraz zasady zachowania energii dla układu atom – foton, oraz z faktu, że energia kinetyczna atomu jest pomijalnie mała w porównaniu z energią fotonu.*



**Zadanie 10.**

Wiązkę protonów przyśpieszono w polu elektrycznym napięciem  $U = 270$  kV od prędkości początkowej równej 0 do prędkości o wartości  $v$ . Przyśpieszona wiązka protonów pada na tarczę zawierającą jądra litu  ${}^7_3\text{Li}$ . W wyniku zderzenia pojedynczego protonu z nieruchomym jądrem litu  ${}^7_3\text{Li}$  powstały dwie cząstki  $\alpha$ .

Całkowita energia kinetyczna cząstek  $\alpha$  jest większa od energii kinetycznej protonu padającego na tarczę.

Masy jąder i cząstek uczestniczących w opisanej reakcji jądrowej, wyrażone w jednostkach atomowych, mają następujące wartości:

$$m_p = 1,007276 \text{ u} \quad \text{– masa protonu}$$

$$m_\alpha = 4,001506 \text{ u} \quad \text{– masa cząstki } \alpha \text{ (jądra helu } {}^4\text{He)}$$

$$m_{\text{Li}} = 7,014357 \text{ u} \quad \text{– masa jądra litu } {}^7_3\text{Li}.$$

**Zadanie 10.1. (0–2)**

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Suma mas jądra litu ${}^7_3\text{Li}$ i protonu jest większa od sumy mas dwóch cząstek $\alpha$ .	P	F
2.	Energia wiązania jądra litu ${}^7_3\text{Li}$ jest większa od sumy energii wiązań dwóch jąder helu ${}^4\text{He}$ .	P	F
3.	Suma mas czterech oddzielnych nukleonów tworzących jądro helu ${}^4\text{He}$ jest większa od masy jądra helu.	P	F

**Zadanie 10.2. (0–1)**

Zapisz równanie reakcji jądrowej opisanej we wstępie do zadania. W zapisie reakcji uwzględnij liczby masowe oraz liczby atomowe.

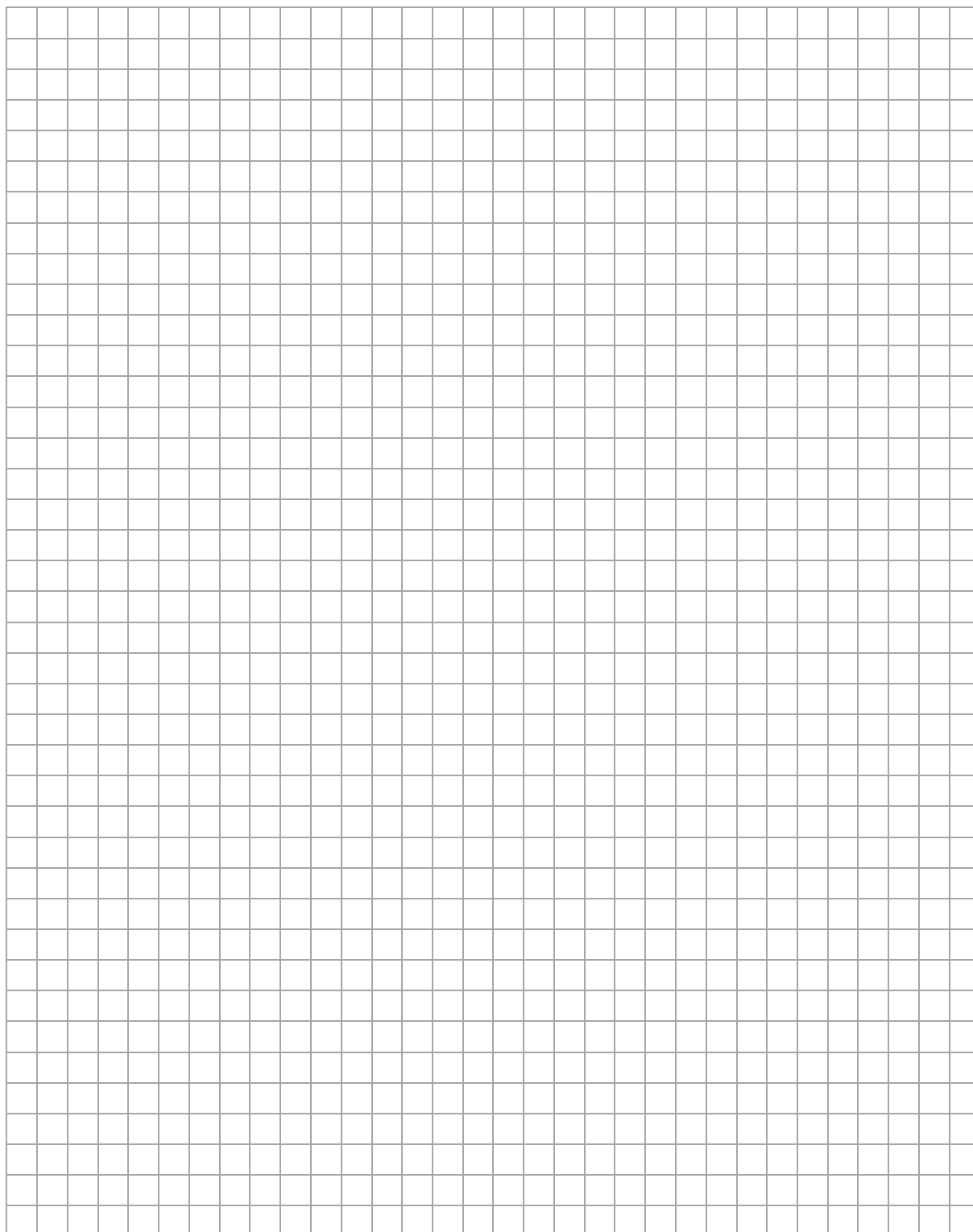
Równanie reakcji:

**Zadanie 10.3. (0–3)**

**Oblicz łączną energię kinetyczną produktów reakcji.**

**Wynik podaj w MeV, zaokrąglony do czterech cyfr znaczących.**

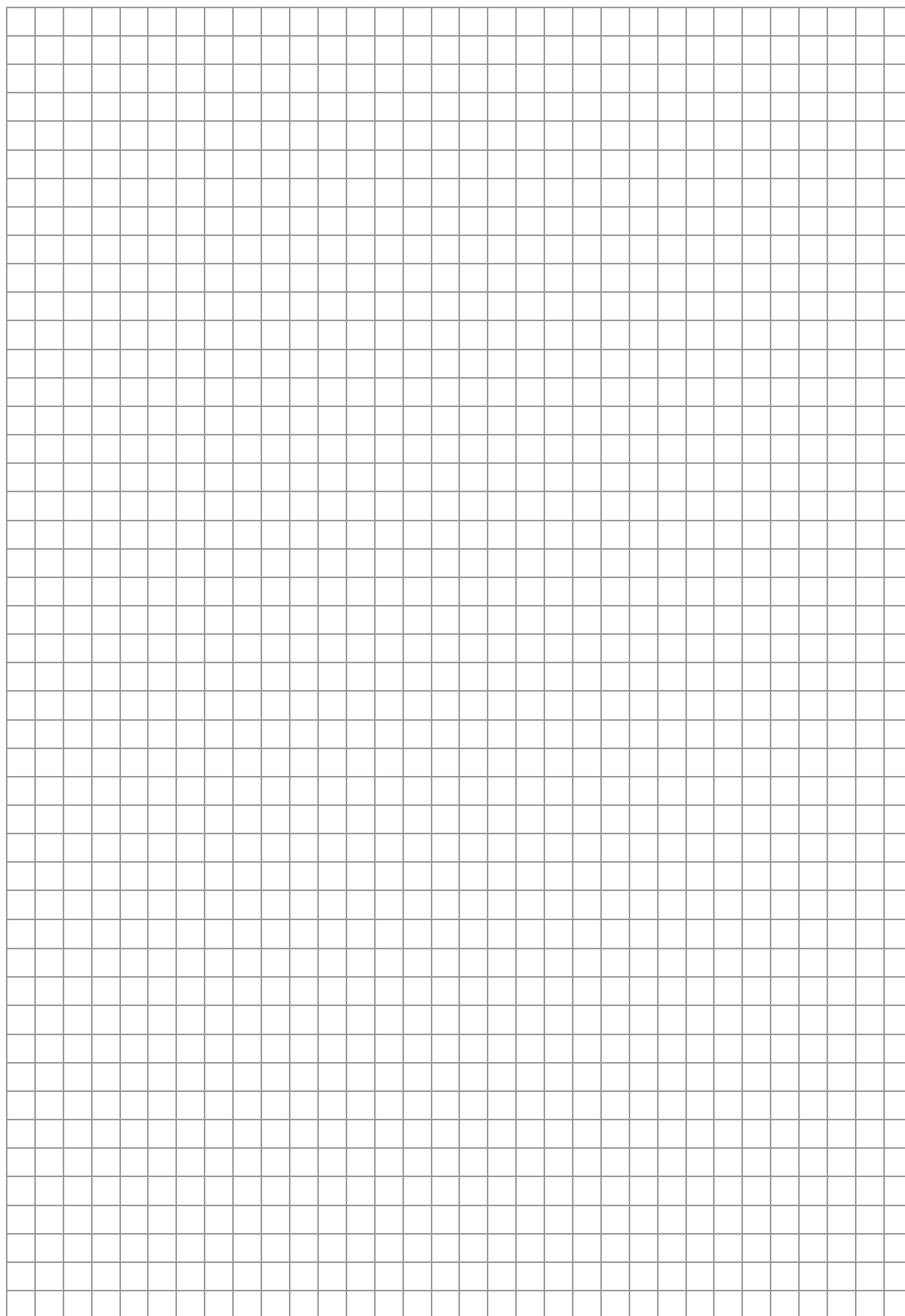
*Wskazówka: Przyjmij, że  $1 \text{ u} \cdot c^2 \approx 931,49 \text{ MeV}$  ( $c$  to wartość prędkości światła w próżni).*





**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)

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

*Formuła 2015*

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

*Formuła 2015*

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

*Formuła 2015*