

**UZUPEŁNIA ZDAJĄCY**

**KOD**

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

**PESEL**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

*miejsce  
na naklejkę*

# EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI

## POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **14 czerwca 2019 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

### 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. 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.

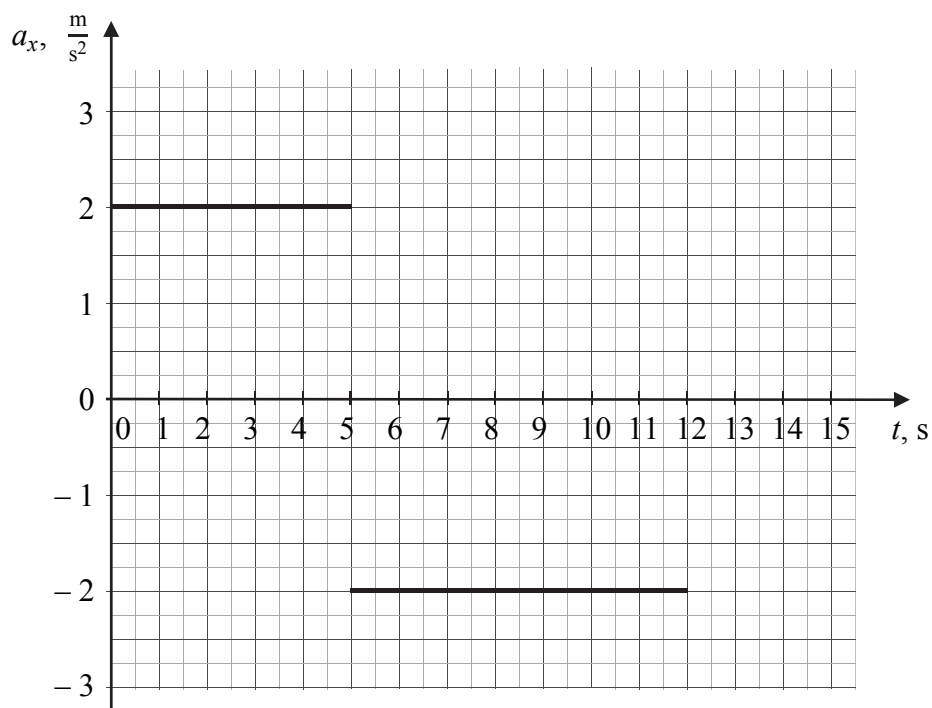


MFA-R1\_1P-193

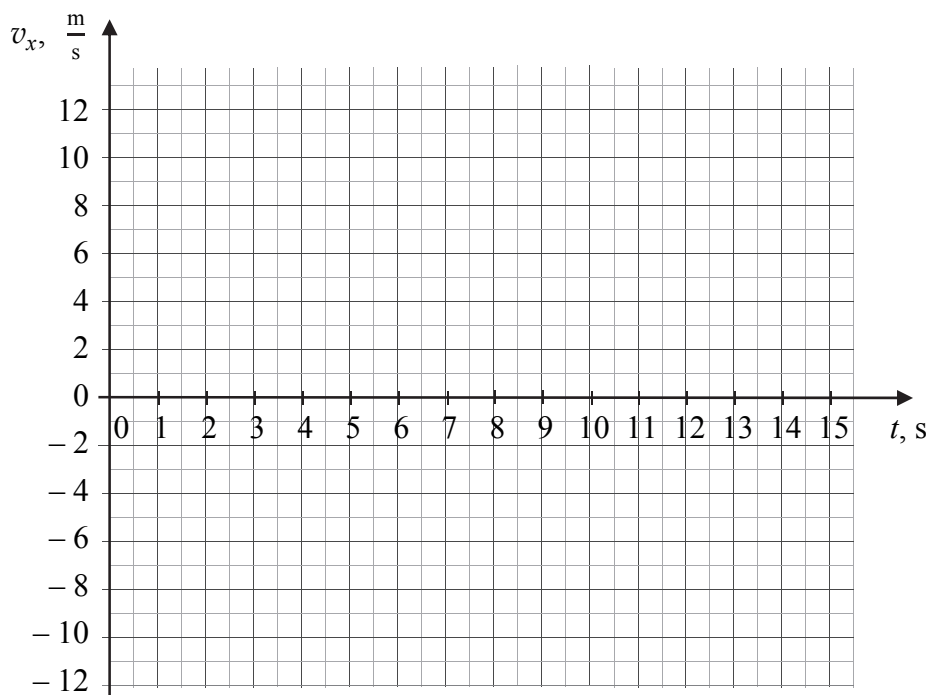
NOWA FORMUŁA

**Zadanie 1.**

Pewne ciało porusza się ruchem prostoliniowym wzdłuż osi  $x$ . Zamieszczony poniżej wykres przedstawia zależność współrzędnej  $a_x$  przyspieszenia ciała od czasu  $t$  w tym ruchu. Wartość prędkości początkowej ciała wynosi zero.

**Zadanie 1.1. (0–3)**

Narysuj wykres zależności współrzędnej  $v_x$  prędkości ciała od czasu  $t$  w ruchu opisanym powyżej (od  $t = 0$  s do  $t = 12$  s). Zapisz obliczenia pozwalające ustalić wartość  $v_x$  w  $t = 5$  s ruchu oraz w  $t = 12$  s ruchu.



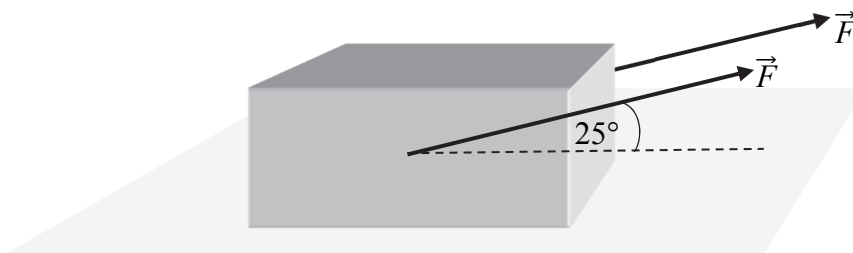
Uzupełnij tabelę przedstawioną poniżej. W drugiej kolumnie podkreśl właściwe określenie dotyczące wartości prędkości ciała w danym przedziale czasu. W trzeciej kolumnie wpisz drogę przebytą przez ciało w danym przedziale czasu.

| Przedział czasu      | Wartość prędkości                        | Droga<br>$s, m$ |
|----------------------|------------------------------------------|-----------------|
| $0 s < t \leq 5 s$   | <i>rośnie / maleje / pozostaje stała</i> |                 |
| $5 s < t \leq 10 s$  | <i>rośnie / maleje / pozostaje stała</i> |                 |
| $10 s < t \leq 12 s$ | <i>rośnie / maleje / pozostaje stała</i> |                 |

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 2.

Dwaj pracownicy podjęli się zadania przesunięcia ciężkiej skrzyni. Zdecydowali, że będą ciągnąć skrzynię za dwie równoległe liny skierowane ukośnie w górę (zobacz rys. poniżej). Podczas gdy pracownicy działali na skrzynię, skrzynia się nie podnosiła. Masę lin pomijamy.



Masa skrzyni wynosi  $m = 63 \text{ kg}$ , a współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego skrzyni o podłoże są równe odpowiednio:  $\mu_s = 0,60$  i  $\mu_k = 0,40$ . Wartości każdej z sił  $\vec{F}$  napinającej każdą z lin były równe, a kąt ich nachylenia do poziomego podłoża wynosił  $25^\circ$ .

### Zadanie 2.1. (0–3)

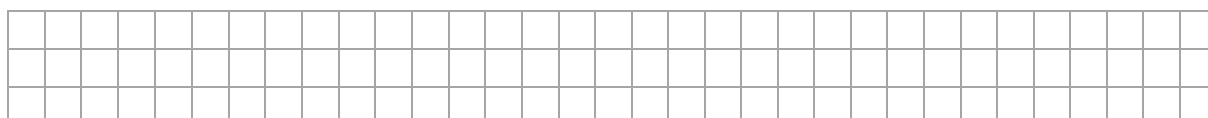
Wykaż, że wartość siły  $\vec{F}$ , z jaką musiał działać każdy z pracowników na linę, aby wprowadzić skrzynię w ruch, wynosiła około  $160 \text{ N}$ .



### Zadanie 2.2. (0–3)

Po wprowadzeniu skrzyni w ruch pracownicy działali na nią jednakowymi siłami równymi  $160 \text{ N}$ , utrzymując liny wciąż pod tym samym kątem  $25^\circ$  do poziomemu.

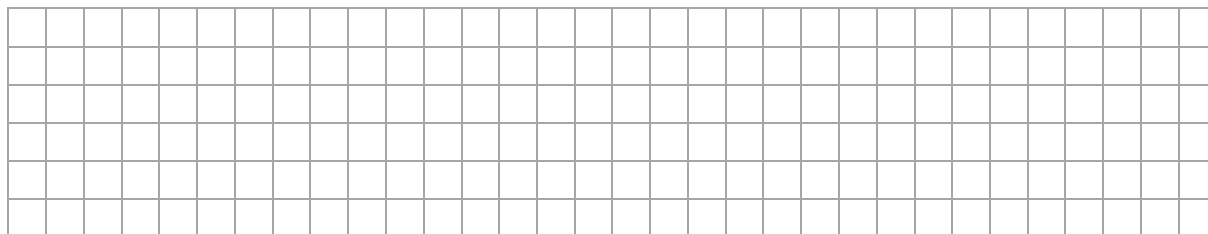
Oblicz wartość przyspieszenia, z jakim przesuwała się skrzynia.



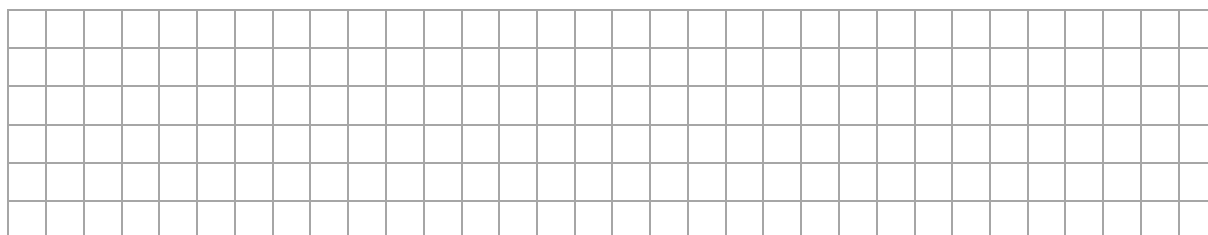
**Zadanie 2.3. (0–3)**

Skrzynię przesunięto na odległość 2 m, a pracownicy na całej tej drodze działali na obie liny stałymi siłami o łącznej wartości 320 N. Kąt nachylenia lin do poziomu wynosił  $25^\circ$ , a siła tarcia była równa 193 N.

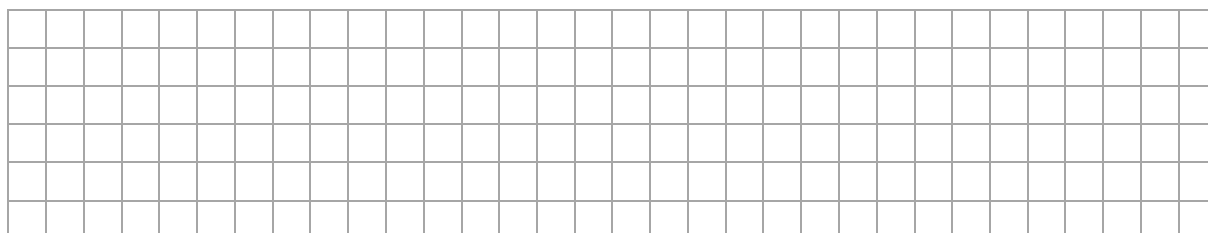
a) Oblicz łączną pracę obu sił, z jakimi pracownicy ciągnęli skrzynię.



b) Oblicz pracę wykonaną przez siłę tarcia podczas ruchu skrzyni.

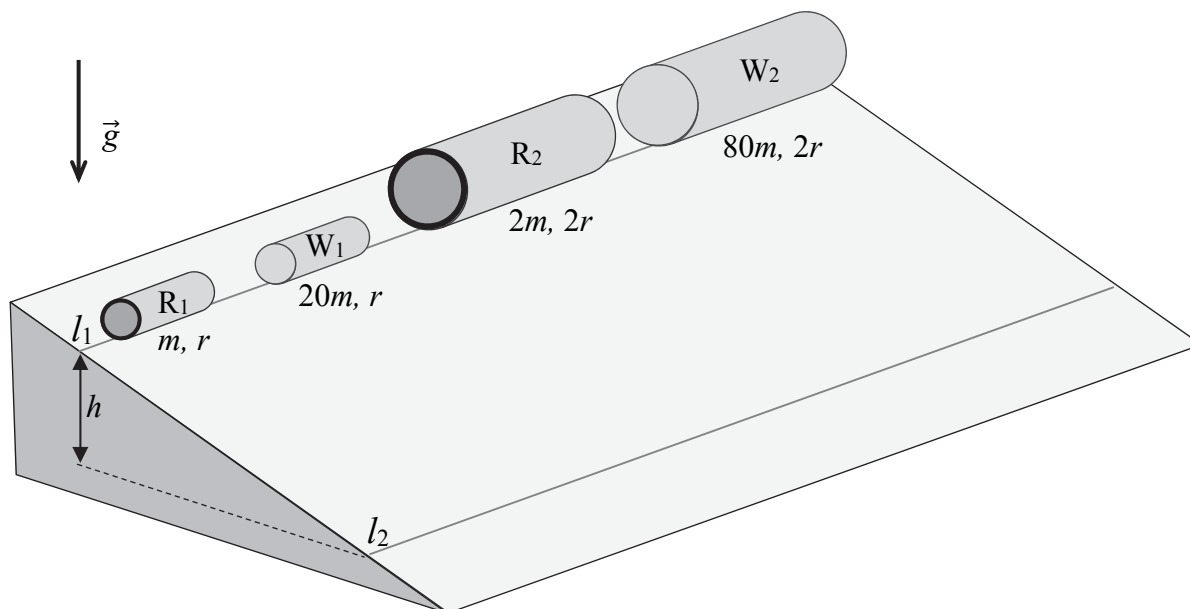


c) Oblicz energię kinetyczną uzyskaną przez skrzynię po przebyciu odległości 2 m.



### Zadanie 3.

Cztery bryły obrotowe: dwie cienkościenne jednorodne rury  $R_1$  i  $R_2$  oraz dwa jednorodne walce  $W_1$  i  $W_2$ , ustawiono na równi pochyłej wzdłuż linii  $l_1$ . Rura  $R_1$  ma masę  $m$  i promień  $r$ . Zależności pomiędzy masami i promieniami brył oznaczono na rysunku poniżej. Wszystkie bryły staczają się z równi bez poślizgu, bez prędkości początkowej i bez strat energii mechanicznej. Układ znajduje się w ziemskim polu grawitacyjnym o natężeniu  $\vec{g}$ .



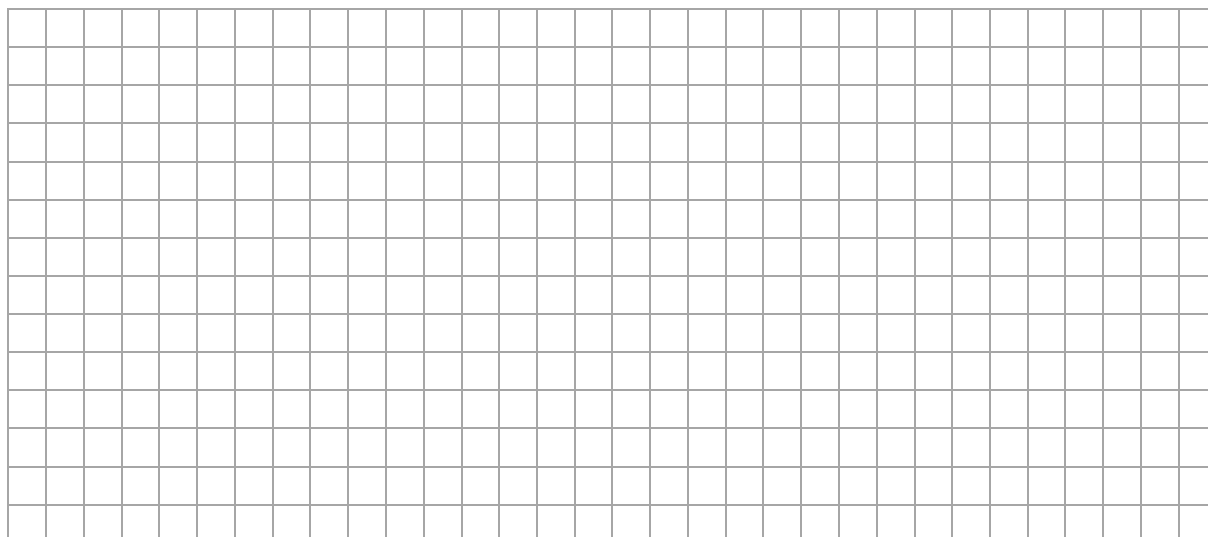
Moment bezwładności bryły obrotowej o promieniu  $r_b$  i masie  $m_b$ , względem osi symetrii obrotowej tej bryły, dany jest wzorem:

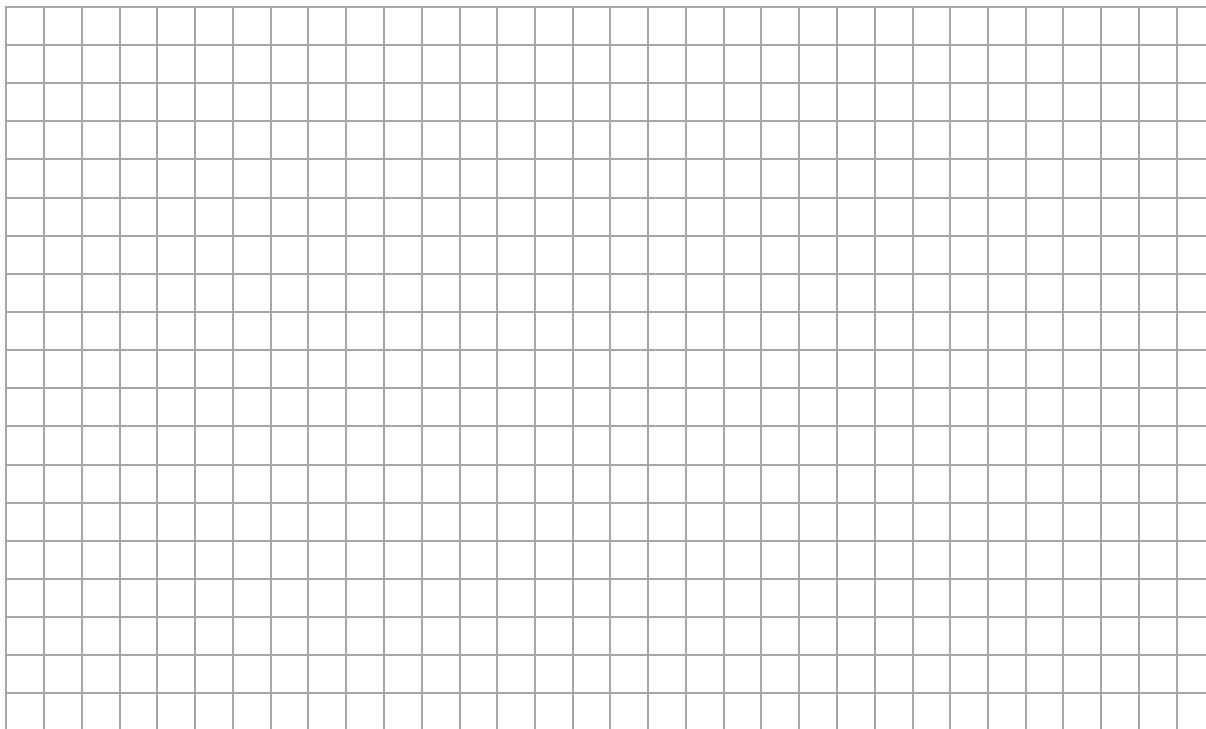
$$I = km_b r_b^2$$

gdzie  $k$  jest pewnym współczynnikiem. Dla rury  $k = 1$ , a dla walca  $k = 0,5$ . Rozważamy sytuację, w której każda ze staczających się brył pokonuje drogę od poziomej linii  $l_1$  do poziomej linii  $l_2$ , przemieszczając się w pionie o wysokość  $h$ .

#### Zadanie 3.1. (0–3)

Wyprowadź wzór wyrażający zależność wartości  $v$  prędkości środka masy bryły obrotowej od współczynnika  $k$  oraz wysokości  $h$ .



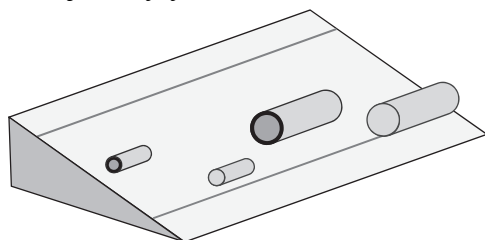


### Zadanie 3.2. (0–1)

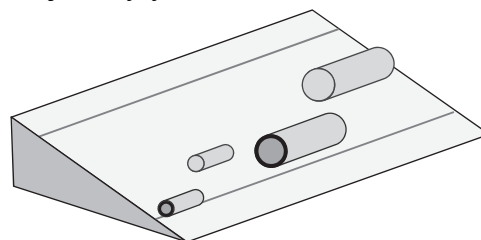
**Zaznacz poprawne dokończenie zdania wybrane spośród A–D.**

Jeżeli wszystkie bryły rozpoczęły staczanie się w tym samym momencie, to do linii  $l_2$  dotrą

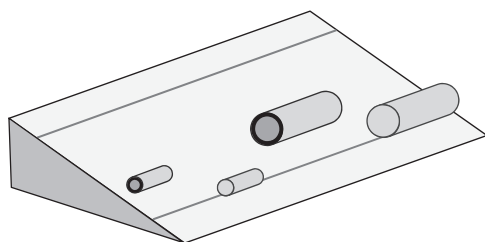
**A.** kolejno bryły:  $W_2$ ,  $W_1$ ,  $R_2$ ,  $R_1$ .



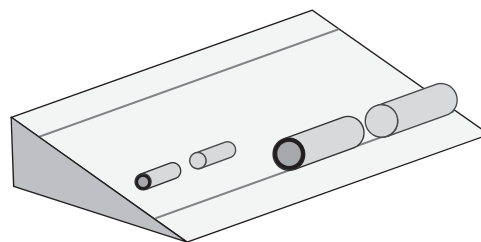
**B.** kolejno bryły:  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $W_1$ ,  $W_2$ .



**C.** najpierw równocześnie bryły  $W_1$  i  $W_2$ ,  
a następnie, także równocześnie,  
bryły  $R_1$  i  $R_2$ .



**D.** najpierw równocześnie bryły  $R_2$  i  $W_2$ ,  
a następnie, także równocześnie, bryły  
 $R_1$  i  $W_1$ .



**Wielej materiałůw na lern.one**

A diagram showing a quarter-circle block (a quarter of a cylinder) placed on a sheet of millimeter paper. The block's base is a quarter-circle with a dashed line indicating the arc. The flat side of the block is labeled "rysa". Two points, A and B, are marked on the millimeter paper with vertical lines indicating their positions. A silhouette of a person's head is shown on the right, looking towards the block.

### Zadanie 4.1. (0–1)

A diagram of a circle with a horizontal diameter. The lower semicircle is shaded gray, and the upper semicircle is outlined with a dashed line. A point labeled 'A' is on the upper dashed arc, and a point labeled 'B' is on the lower solid arc. A small black dot marks the center of the circle on the diameter.

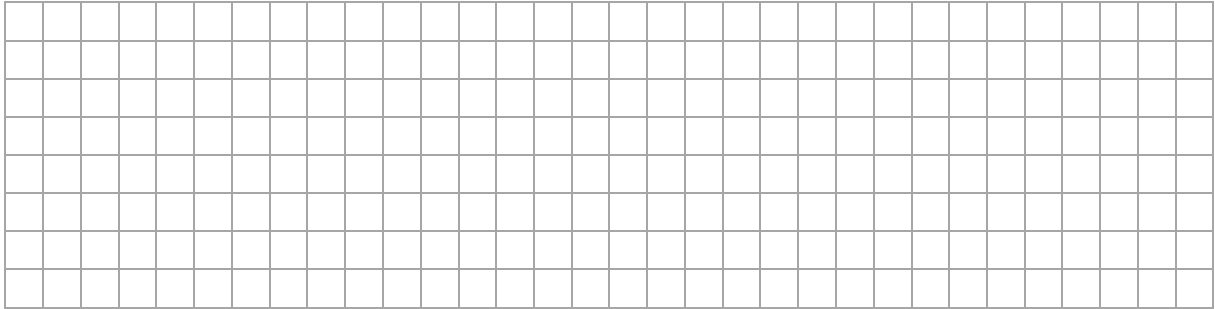
Uczniowie zauważyli, że dla pewnego położenia szpilki B nie można znaleźć takiego położenia szpilki A, aby możliwe było zobaczenie obu szpilek i rysy w jednej linii.

[illegible]



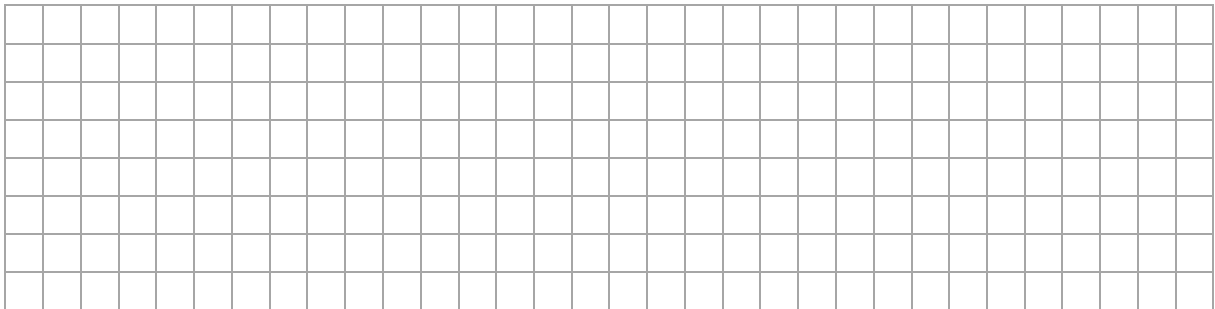
**Zadanie 4.3. (0–4)**

- a) Oblicz współczynnik załamania światła w szkłe względem powietrza, wiedząc, że kąt padania promienia w szkłe był równy  $30^\circ$ , a promień załamany w powietrzu odchylił się od pierwotnego kierunku o  $20^\circ$ . Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.



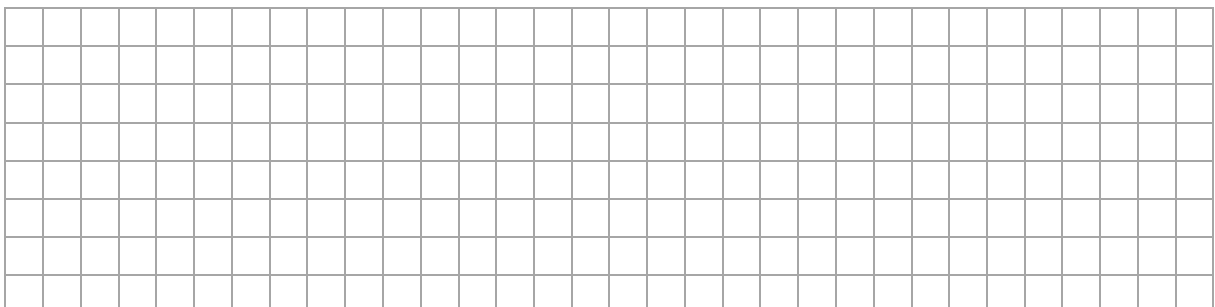
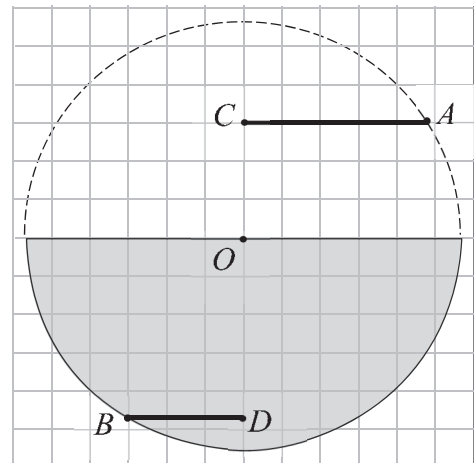
- b) Oblicz wartość prędkości światła w szkłe. Wynik podaj w km/s z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

Przyjmij, że współczynnik załamania światła w szkłe względem powietrza jest równy 1,53, a wartość prędkości światła w powietrzu wynosi 299 700 km/s.

**Zadanie 4.4. (0–2)**

W celu wyznaczenia wartości  $n$  współczynnika załamania światła w szkłe uczniowie za pomocą szpilek A i B ustalili bieg promienia. Następnie na papierze milimetrowym oznaczyli punkty A, B, O, oraz punkty C i D wyznaczające odcinki AC, BD – których długości zostaną użyte do wyznaczenia  $n$ .

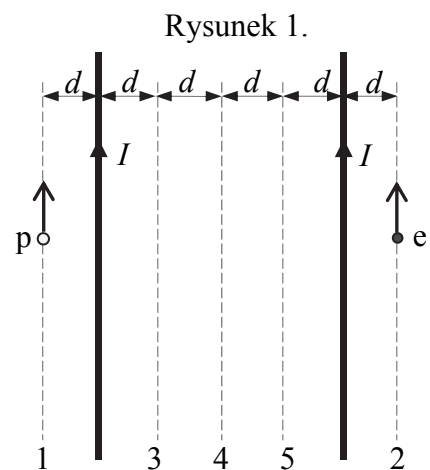
Wyprowadź wzór, wyrażony jedynie poprzez długości odcinków  $|AC|$  oraz  $|BD|$ , pozwalający obliczyć wartość  $n$  współczynnika załamania światła w szkłe względem powietrza. Powołaj się na odpowiednie prawa fizyczne i zależności matematyczne.



**Zadanie 5.**

Proton (p) i elektron (e) poruszają się w próżni w sąsiedztwie dwóch równoległych, prostoliniowych, długich i sztywnych przewodników. W obu przewodnikach płynie w tę samą stronę prąd elektryczny o natężeniu  $I$ . W pewnej chwili początkowej wektory prędkości obu cząstek są równoległe do przewodników, mają równe wartości, a cząstki znajdują się w tej samej odległości  $d$  do bliższego przewodnika (zobacz rysunek 1. obok).

Wzajemne oddziaływanie obu cząstek pomijamy. Proton, elektron oraz oba przewodniki przedstawione na rysunku 1. znajdują się w jednej płaszczyźnie.

**Zadanie 5.1. (0–1)**

Oceń prawdziwość każdego dokończenia poniższego zdania. Zaznacz P, jeśli dokończenie zdania jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

W sytuacji przedstawionej na rysunku 1.

|    |                                                                         |   |   |
|----|-------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1. | wektor prędkości protonu odchyli się od kierunku początkowego w prawo.  | P | F |
| 2. | wektor prędkości elektronu odchyli się od kierunku początkowego w lewo. | P | F |
| 3. | wartości przyspieszeń obu cząstek będą identyczne.                      | P | F |

**Zadanie 5.2. (0–1)**

Zaznacz poprawne dokończenie zdania wybrane spośród A–D.

Wartość indukcji wypadkowego pola magnetycznego wytwarzanego przez przewodniki opisane w zadaniu będzie równa zero

- A. tylko wzdłuż linii 3.
- B. tylko wzdłuż linii 4.
- C. tylko wzdłuż dwóch linii: 3 oraz 5.
- D. wzdłuż każdej z linii: 3, 4 i 5.

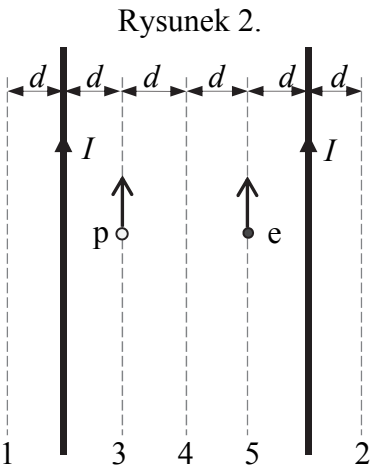
**Zadanie 5.3. (0–1)**

Rozważmy inną sytuację. Tym razem w chwili początkowej proton i elektron znajdują się w płaszczyźnie pomiędzy dwoma przewodnikami (zobacz rysunek 2.). Prędkości początkowe obu cząstek są równoległe do przewodników, a wartości tych prędkości są takie, jak w sytuacji opisanej poprzednio (tej przedstawionej na rysunku 1.).

**Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz jego poprawne uzasadnienie wybrane spośród 1.–3.**

Tym razem wartości wypadkowych sił magnetycznych Lorentza, działających na każdą z cząstek, w porównaniu do sytuacji przedstawionej na rysunku 1., są

|           |             |                                                                           |           |                                     |
|-----------|-------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| <b>A.</b> | większe,    | ponieważ wypadkowa indukcja pola magnetycznego, wzdłuż linii 3 lub 5 jest | <b>1.</b> | większa niż wzdłuż linii 1 lub 2.   |
| <b>B.</b> | takie same, |                                                                           | <b>2.</b> | taka sama jak wzdłuż linii 1 lub 2. |
| <b>C.</b> | mniejsze,   |                                                                           | <b>3.</b> | mniejsza niż wzdłuż linii 1 lub 2.  |



**Zadanie 6.**

W tabeli obok podano przykładowe wartości prędkości dźwięku dla różnych wartości temperatury powietrza, przy pewnej ustalonej wilgotności powietrza i przy pewnym ustalonym ciśnieniu.

Do celów praktycznych stosuje się często prosty przybliżony wzór:

$$v_T = v_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}},$$

gdzie:  $v_T$  – prędkość dźwięku w powietrzu o temperaturze  $T$  (wyrażonej w kelwinach),  $v_0$  – prędkość dźwięku w powietrzu o temperaturze  $T_0$  (wyrażonej w kelwinach), przy czym  $T_0 = 273,15$  K.

| Prędkość dźwięku w powietrzu |               |
|------------------------------|---------------|
| Temperatura, °C              | Prędkość, m/s |
| – 40                         | 306,5         |
| – 30                         | 312,9         |
| – 20                         | 319,3         |
| – 10                         | 325,6         |
| 0                            | 331,8         |
| 10                           | 337,8         |
| 15                           | 340,3         |
| 20                           | 343,8         |
| 30                           | 349,6         |
| 40                           | 355,3         |

### Zadanie 6.1. (0–3)

a) Oblicz prędkość dźwięku w powietrzu o temperaturze  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  na podstawie wzoru podanego w opisie zadania. Wynik podaj z dokładnością do czterech cyfr znaczących.

[illegible]

**b) Oszacuj, o ile procent różni się prędkość dźwięku obliczona w punkcie a) od wartości prędkości podanej w tabeli dla temperatury 20 °C.**

[illegible]

### Zadanie 6.2. (0–3)

Jeżeli potraktujemy powietrze jak gaz doskonały, to wartość prędkości dźwięku w powietrzu możemy wyrazić wzorem

$$v = \sqrt{\frac{pk}{\rho}}$$

gdzie  $p$  i  $\rho$  oznaczają odpowiednio ciśnienie i gęstość powietrza, a  $k$  jest pewną bezwymiarową stałą.

**Na podstawie podanego powyżej wzoru oraz równania Clapeyrona wyprowadź wzór**

$$v_T = v_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

[illegible]

Uzwojenie pierwotne pewnego transformatora ma 1500 zwojów, a uzwojenie wtórne liczy 120 zwojów. Pierwotne uzwojenie tego transformatora podłączono do źródła napięcia sinusoidalnie zmiennego o wartości skutecznej 230 V i częstotliwości 50 Hz. Do uzwojenia wtórnego podłączono opornik. Przyjmij, że energia jest przekazywana pomiędzy uzwojeniami bez strat.

**Wykaż, że maksymalna wartość napięcia chwilowego na uzwojeniu wtórnym wynosi około 26 V.**

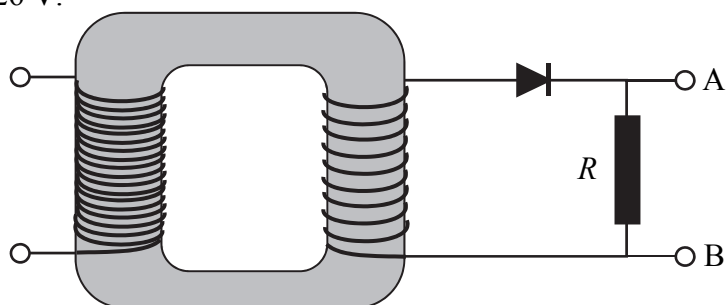
A blank sheet of graph paper with a grid pattern. The grid consists of small squares formed by thin gray lines. There are 20 columns and 15 rows of squares. The entire sheet is covered by this grid, with no margins or other markings.

**Oblicz natężenie skuteczne prądu płynącego przez opornik, jeżeli natężenie skuteczne prądu płynącego w uzwojeniu pierwotnym wynosi 0,15 A.**

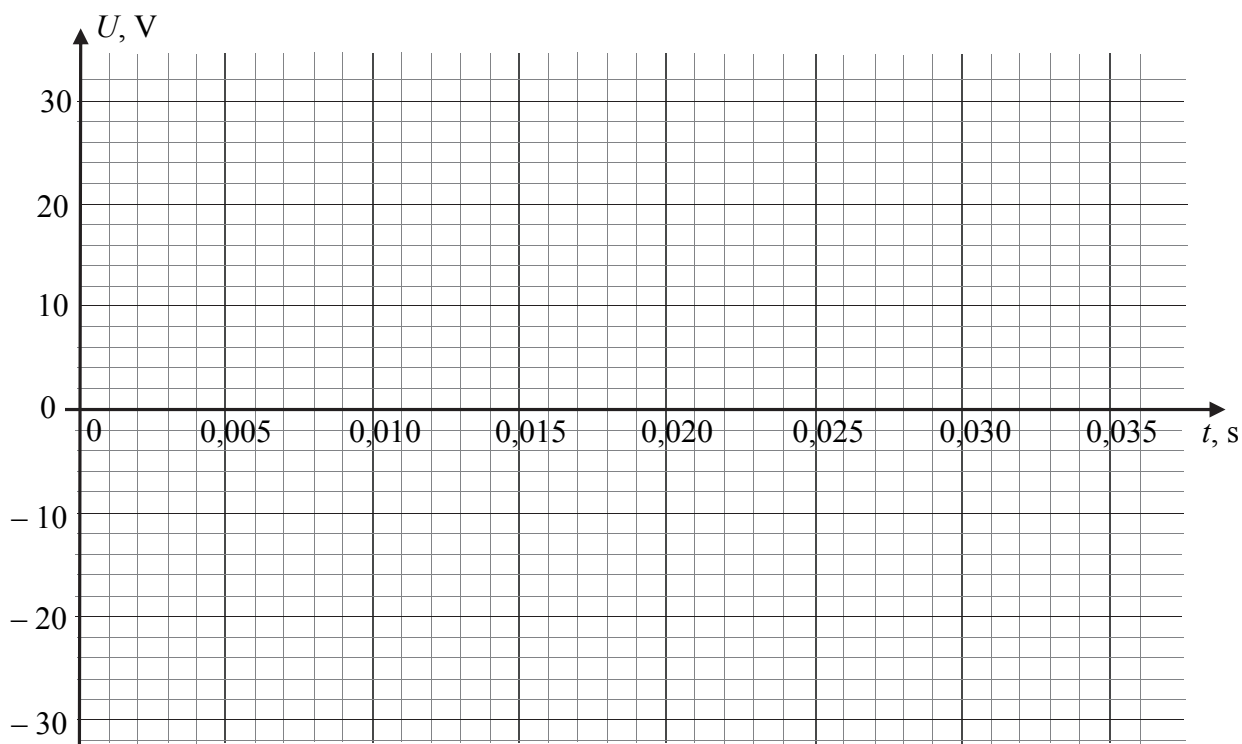
This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form a uniform pattern of small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings present.

**Zadanie 7.3. (0–3)**

Do obwodu wtórnego opisanego transformatora, w celu uzyskania prądu o stałym kierunku, włączono dodatkowo diodę w sposób pokazany na rysunku poniżej. Przyjmij, że dioda ma w kierunku przewodzenia opór równy  $0\ \Omega$ , natomiast w kierunku zaporowym jej opór jest nieskończenie duży. Przyjmij, że maksymalna wartość napięcia chwilowego na uzwojeniu wtórnym wynosi  $26\text{ V}$ .



Narysuj wykres zależności napięcia  $U$  na końcach A, B opornika  $R$  od czasu  $t$ . Wykres sporządź dla przedziału czasu równego co najmniej półtora okresu zmienności napięcia pierwotnego.

**Zadanie 7.4. (0–1)**

Do uzwojenia pierwotnego transformatora opisanego w zadaniu 7. podłączono za drugim razem źródło stałego napięcia o wartości  $50\text{ V}$ .

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

Po ustaleniu się natężenia prądu w uzwojeniu pierwotnym napięcie zmierzone na uzwojeniu wtórnym wyniesie

A.  $50\text{ V}$

B.  $4\text{ V}$

C.  $625\text{ V}$

D.  $0\text{ V}$

**Wielej materiałůw na lern.one**

|    | Promień orbity<br>satelity, tys. km | Okres obiegu<br>dookoła planety, dni | Planeta macierzysta,<br>Jowisz albo Saturn |
|----|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. | 295                                 | 1,89                                 |                                            |
| 2. | 422                                 | 1,77                                 |                                            |
| 3. | 671                                 | 3,55                                 |                                            |
| 4. | 3560                                | 79,3                                 |                                            |

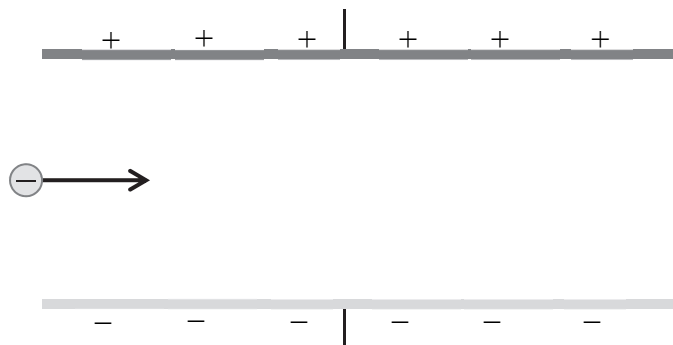
- [illegible]

- [illegible]

### Zadanie 9.

Drobina o ujemnym ładunku elektrycznym wpada w obszar pola elektrycznego pomiędzy płytkami tak, że jej wektor prędkości jest równoległy do płaszczyzn obu płytek. Na rysunku poniżej przedstawiono dwie równoległe i przeciwnie naładowane płytki, ujemnie naładowaną drobinę oraz jej wektor prędkości w chwili początkowej – gdy wpada ona w obszar pomiędzy płytkami.

Przyjmij, że napięcie między płytkami wynosi 50 kV, pole elektryczne pomiędzy płytkami jest jednorodne, masa drobiny wynosi  $10^{-14}$  kg, a bezwzględna wartość ładunku elektrycznego drobiny to około  $10^{-12}$  C. Załóż, że w chwili początkowej odległość drobiny do każdej z płytek jest w przybliżeniu jednakowa, a drobina oddziałuje tylko z polem elektrycznym. Płytki są odległe od siebie o 25 mm.

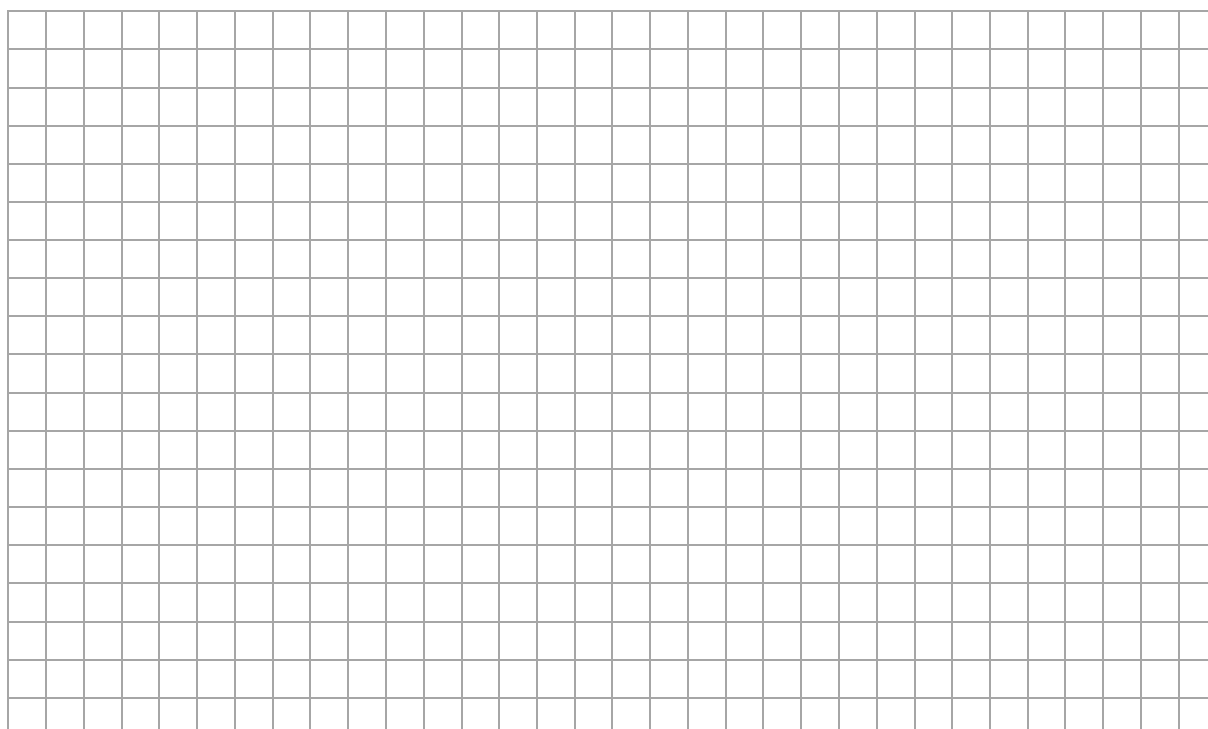


#### Zadanie 9.1. (0–1)

Na rysunku powyżej zaznacz linie pola elektrycznego pomiędzy płytkami, oznacz zwroty tych linii oraz narysuj tor ruchu drobiny od momentu, w którym ona znajdzie się między płytkami do momentu uderzenia w jedną z nich.

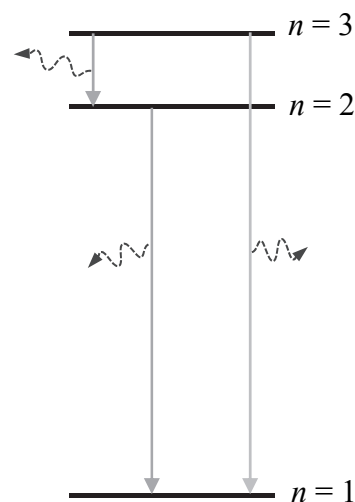
#### Zadanie 9.2. (0–3)

Oszacuj czas, jaki upłynie od momentu wejścia drobiny w obszar pomiędzy płytkami do momentu uderzenia w jedną z nich.





Na schematycznym rysunku obok zaznaczono trzy poziomy energetyczne atomu wodoru, przejścia elektronu pomiędzy tymi poziomami oraz fotony emitowane podczas tych przejść.



**Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz jego poprawne uzasadnienie wybrane spośród 1.–3.**

Długości fal fotonów emitowanych podczas przejść elektronu z poziomu  $n = 3$  na poziom  $n = 1$  ( $\lambda_{31}$ ) oraz z poziomu  $n = 2$  na poziom  $n = 1$  ( $\lambda_{21}$ ) spełniają relację

|           |                                |                                                                 |           |                   |
|-----------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>A.</b> | $\lambda_{31} < \lambda_{21},$ | ponieważ wartości energii emitowanych fotonów spełniają związek | <b>1.</b> | $E_{31} < E_{21}$ |
| <b>B.</b> | $\lambda_{31} > \lambda_{21},$ |                                                                 | <b>2.</b> | $E_{31} > E_{21}$ |
| <b>C.</b> | $\lambda_{31} = \lambda_{21},$ |                                                                 | <b>3.</b> | $E_{31} = E_{21}$ |

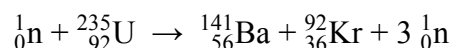
( $E_{31}$  oraz  $E_{21}$  są wartościami energii fotonów emitowanych podczas przejścia elektronu pomiędzy odpowiednimi poziomami).

**Oblicz energię fotonu emitowanego przez atom wodoru podczas przejścia elektronu z poziomu drugiego ( $n = 2$ ) do stanu podstawowego ( $n = 1$ ). Wynik podaj w dżulach lub w elektronowoltach. Pomiń efekt związany z odrzutem atomu.**

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 11.

Materiałem rozszczepialnym w reaktorach jądrowych jest izotop uranu  $^{235}_{92}\text{U}$ . Jedną z możliwych reakcji rozszczepienia jądra tego izotopu przebiega według następującego schematu:



Przyjmij, że przed rozszczepieniem jądro uranu spoczywało, a energia kinetyczna neutronu uderzającego w jądro uranu jest bardzo mała w porównaniu z energią kinetyczną produktów reakcji. W tabeli podano masy spoczynkowe jąder atomowych izotopów biorących udział w opisanej reakcji oraz masy spoczynkowe protonu (p) i neutronu (n).

| Symbol            | Masa, $10^{-27}$ kg |
|-------------------|---------------------|
| $^{235}\text{U}$  | 390,29              |
| $^{141}\text{Ba}$ | 233,99              |
| $^{92}\text{Kr}$  | 152,65              |
| n                 | 1,675               |
| p                 | 1,673               |

### Zadanie 11.1. (0–3)

Oblicz całkowitą energię kinetyczną wszystkich produktów reakcji rozszczepienia opisanej w zadaniu 11.

[illegible]

### Zadanie 11.2. (0–1)

W pewnej innej reakcji rozszczepienia, w wyniku pochłonięcia neutronu przez jądro uranu  $^{235}_{92}\text{U}$ , powstały: jądro ksenonu  $^{140}_{54}\text{Xe}$ , jądro strontu  $^{94}_{38}\text{Sr}$  oraz neutrony.

**Napisz równanie reakcji rozszczepienia opisanej w zadaniu 11.2. Uwzględnij i zapisz liczby atomowe i masowe jąder oraz liczbę neutronów powstających w reakcji.**

[illegible]

## 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 no margins, text, or other markings on the page.