CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

MFA 2019

UZUPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

PESEL

*miejsce na naklejkę*

NOWA FORMUŁA

# 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.

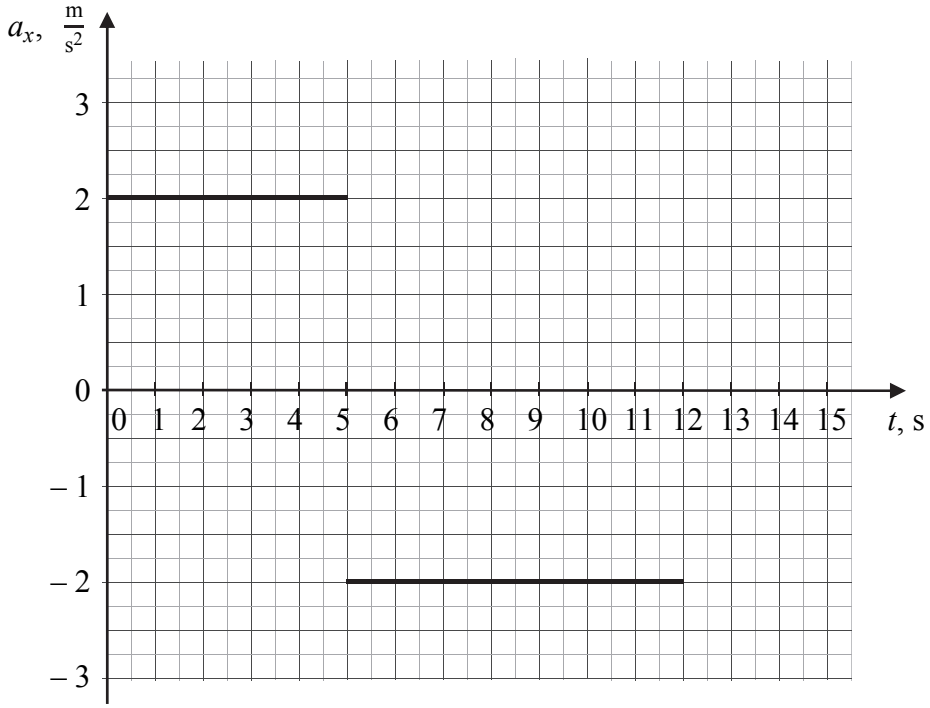
MFA-R1_1P-193

MFA 2019

Układ graficzny
© CKE 2015

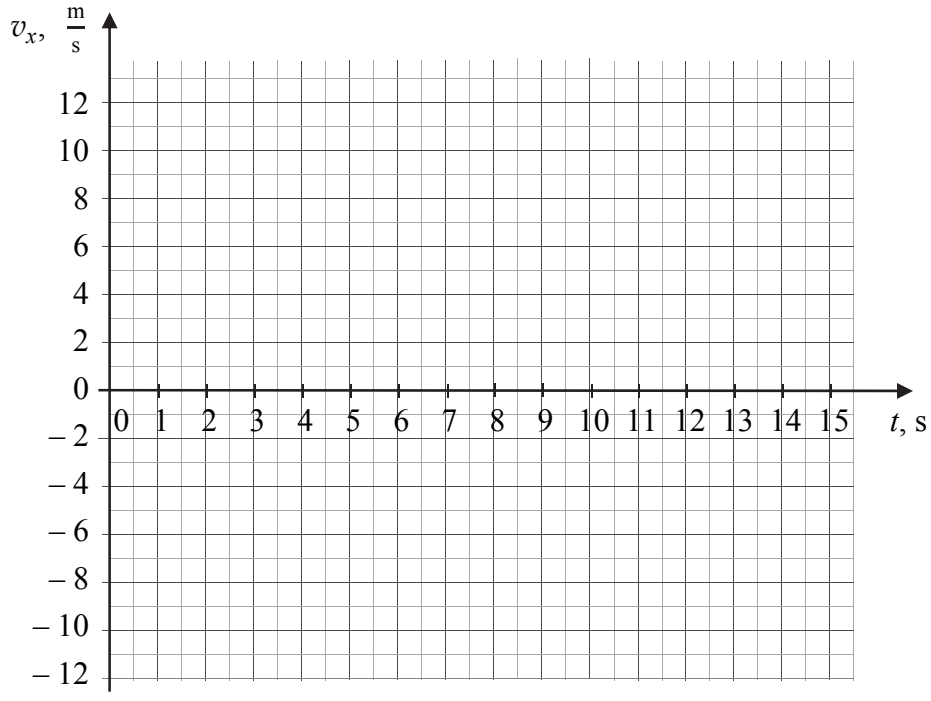
## Zadanie 1.

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.**



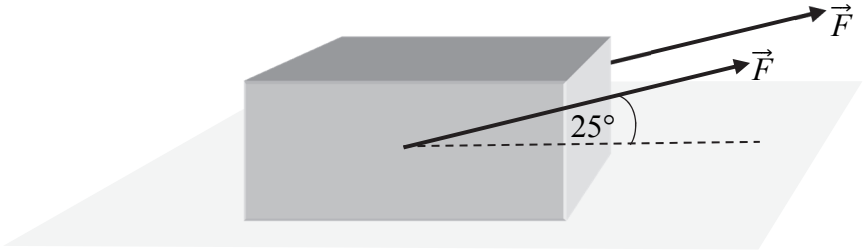
**Zadanie 1.2. (0–3)**

**Uzupełnij tabelę przedstawioną poniżej. W drugiej kolumnie podkreśl właściwe określenie dotyczące <u>wartości</u> 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 |
|---|---|---|
| $0\ \text{s} < t \leq 5\ \text{s}$ | *rośnie* / *maleje* / *pozostaje stała* | |
| $5\ \text{s} < t \leq 10\ \text{s}$ | *rośnie* / *maleje* / *pozostaje stała* | |
| $10\ \text{s} < t \leq 12\ \text{s}$ | *rośnie* / *maleje* / *pozostaje stała* | |

## 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 $m = 63$ 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°.

## Zadanie 2.1. (0–3)

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

## Zadanie 2.2. (0–3)

Po wprawieniu skrzyni w ruch pracownicy działali na nią jednakowymi siłami równymi 160 N, utrzymując liny wciąż pod tym samym kątem 25° do poziomu.

**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°, a siła tarcia była równa 193 N.

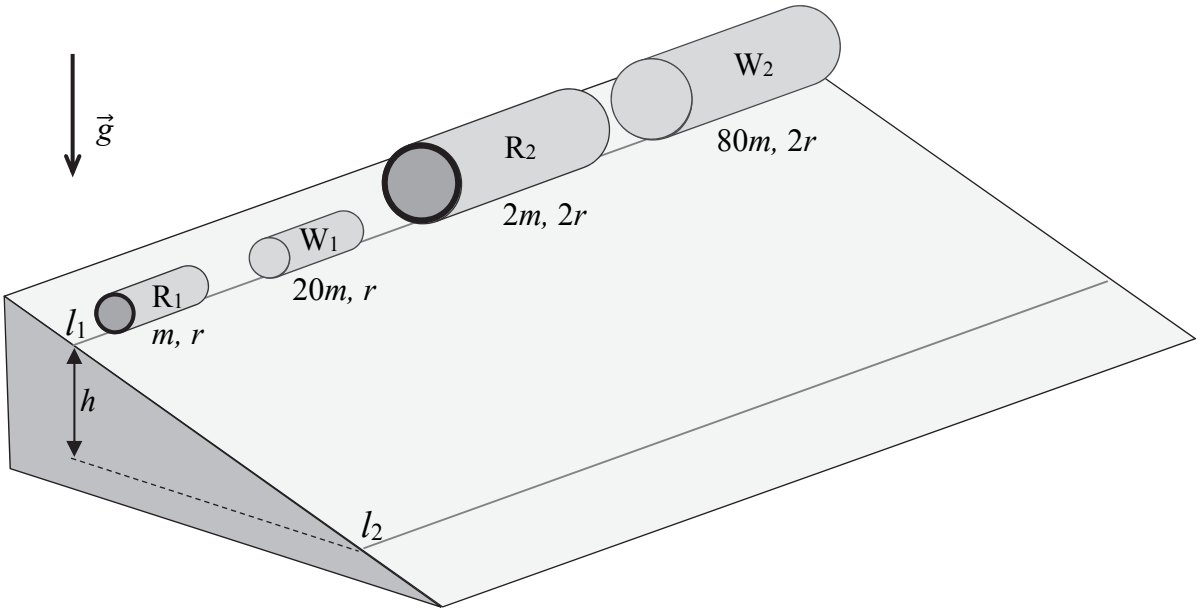
**a) Oblicz łączną pracę obu sił, z jakimi pracownicy ciągnęli skrzynię.**

**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)

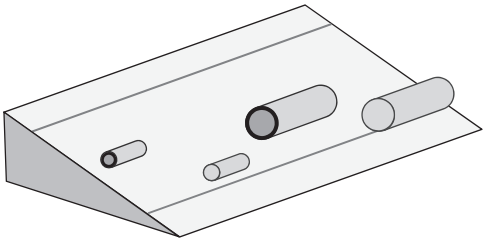
**Wyprowadź wzór wyrażający zależność wartości $v$ prędkości środka masy bryły obrotowej od współczynnika $k$ oraz wysokości $h$.**

## Zadanie 3.2. (0–1)

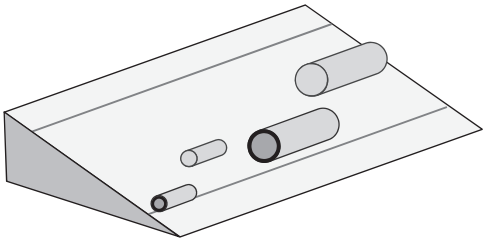
**Zaznacz poprawne dokończenie zdania wybrane spośród A–D.**

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

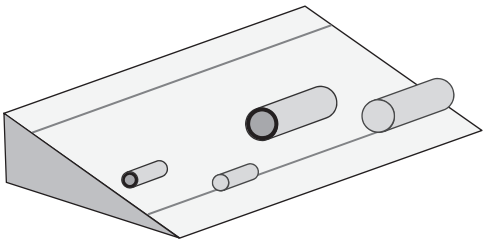
**A.** kolejno bryły: $W_2$, $W_1$, $R_2$, $R_1$.



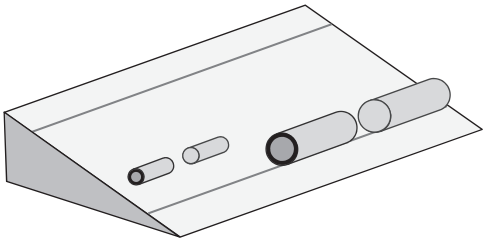
**B.** kolejno bryły: $R_1$, $R_2$, $W_1$, $W_2$.



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

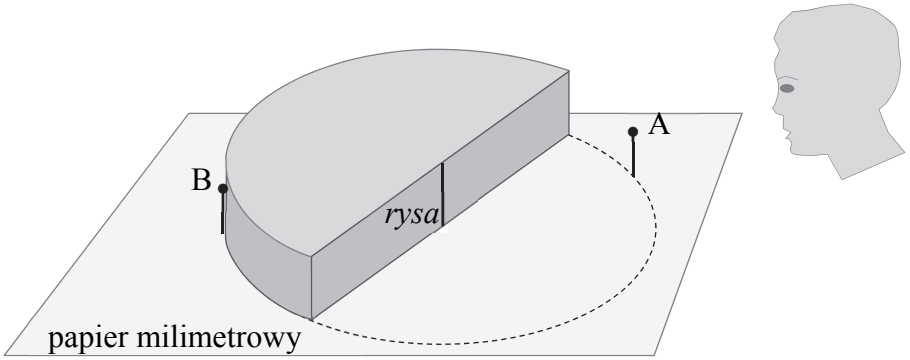


**D.** najpierw równocześnie bryły $R_2$ i $W_2$, a następnie, także równocześnie, bryły $R_1$ i $W_1$.



## Zadanie 4.

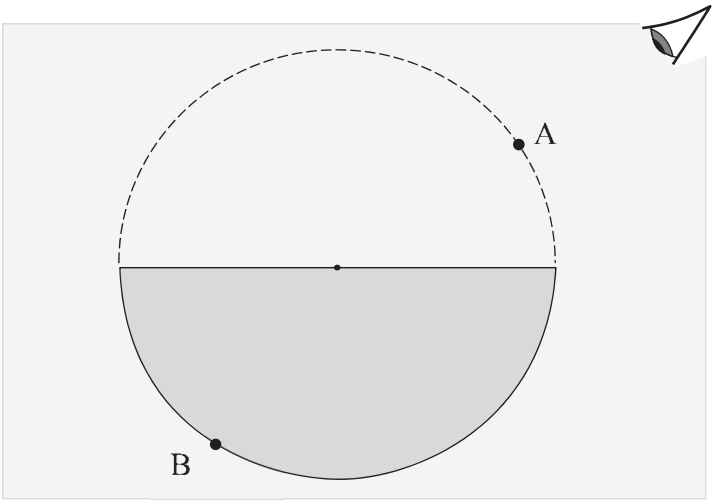
Uczniowie postanowili wyznaczyć współczynnik załamania światła w szkle, a następnie obliczyć wartość prędkości światła w tym szkle. Do tego celu użyli szklanego półkrążka z rysą wzdłuż jego osi (zobacz rysunek poniżej), dwóch szpilek A, B oraz kątomierza. Półkrążek położono na płaskim podłożu, na którym rozłożony był papier milimetrowy.




Szpilki A i B wbijano pionowo w podłoże na okręgu tak, aby – patrząc od strony szpilki A – obie szpilki były widoczne w jednej linii z rysą na półkrążku (główki szpilek nie wystawały ponad górną powierzchnię krążka). Szpilkę A wbijano na linii przerywanej, a szpilkę B – tak, by przylegała do półokrągłej bocznej powierzchni krążka.

## Zadanie 4.1. (0–1)

**Narysuj na poniższym rysunku bieg promienia świetlnego od szpilki B do oka tak, aby obie szpilki były widoczne w jednej linii z rysą na półkrążku. Oznacz kąty: $\alpha$ – kąt padania promienia świetlnego na granicę ośrodków od strony szkła, $\beta$ – kąt załamania.**




## Zadanie 4.2. (0–2)

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.

**Podaj nazwę obserwowanego zjawiska i zapisz warunek, jaki musi spełniać kąt padania $\alpha$ promienia świetlnego.**

## Zadanie 4.3. (0–4)

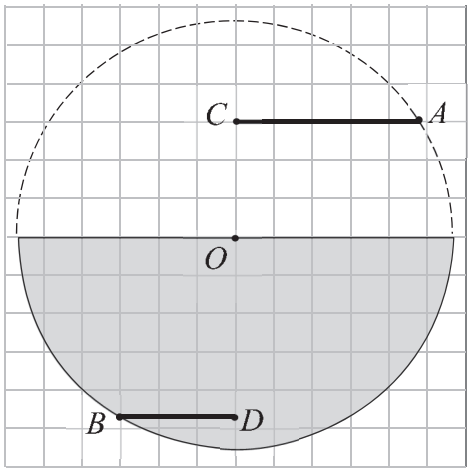
**a) Oblicz współczynnik załamania światła w szkle względem powietrza, wiedząc, że kąt padania promienia w szkle był równy $30^o$, a promień załamany w powietrzu odchylił się od pierwotnego kierunku o $20^o$. Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.**

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

Przyjmij, że współczynnik załamania światła w szkle 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 szkle 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 $n$.



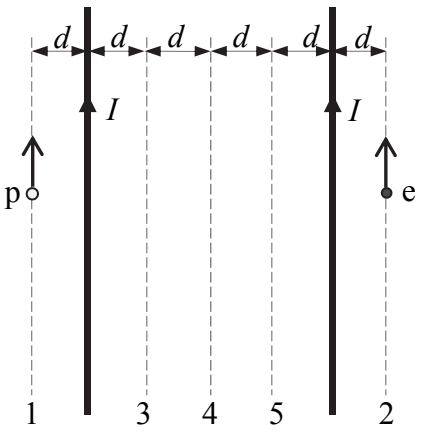

**Wyprowadź wzór, wyrażony jedynie poprzez długości odcinków $|AC|$ oraz $|BD|$, pozwalający obliczyć wartość $n$ współczynnika załamania światła w szkle względem powietrza. Powołaj się na odpowiednie prawa fizyczne i zależności matematyczne.**

## 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.

Rysunek 1.




## 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 zeru

**A.** tylko wzdłuż linii 3.

**B.** tylko wzdłuż linii 4.

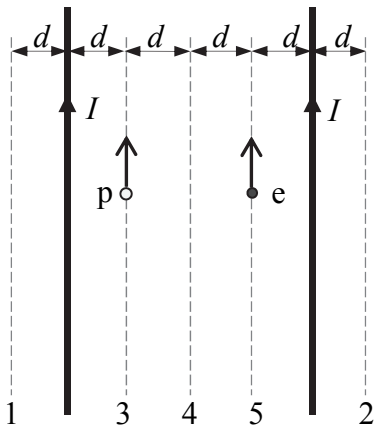
**C.** tylko wzdłuż dwóch linii: 3 oraz 5.

**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.).

Rysunek 2.




**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

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **A.** | większe, | ponieważ wypadkowa indukcja pola magnetycznego, wzdłuż linii 3 lub 5 jest | **1.** | większa niż wzdłuż linii 1 lub 2. |
| **B.** | takie same, | | **2.** | taka sama jak wzdłuż linii 1 lub 2. |
| **C.** | mniejsze, | | **3.** | 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, ºC | 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 °C **na podstawie wzoru podanego w opisie zadania. Wynik podaj z dokładnością do czterech cyfr znaczących.**

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

## 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**

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

## Zadanie 7.

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.

## Zadanie 7.1. (0–2)

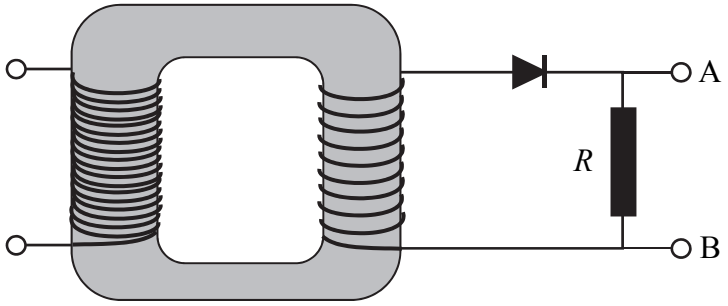
**Wykaż, że maksymalna wartość napięcia chwilowego na uzwojeniu wtórnym wynosi około** 26 V**.**

## Zadanie 7.2. (0–2)

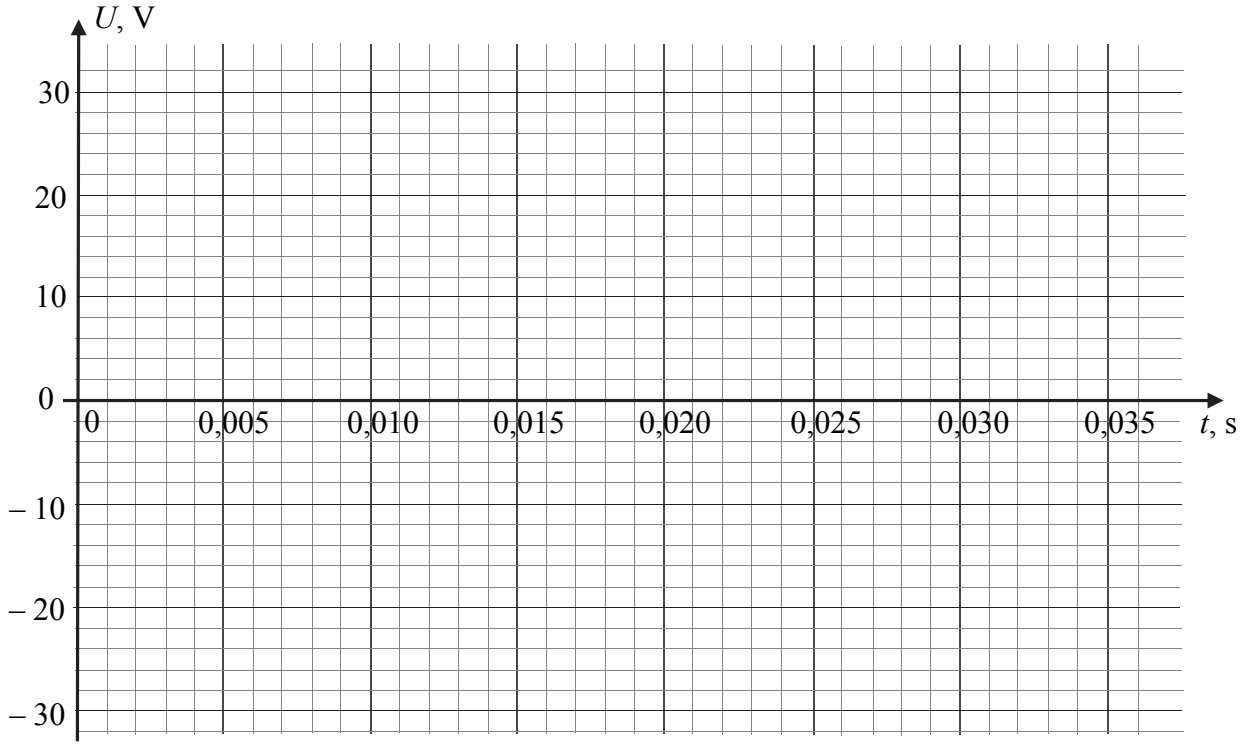
**Oblicz natężenie skuteczne prądu płynącego przez opornik, jeżeli natężenie skuteczne prądu płynącego w uzwojeniu pierwotnym wynosi** 0,15 A**.**

## 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 Ω, natomiast w kierunku zaporowym jej opór jest nieskończenie duży. Przyjmij, że maksymalna wartość napięcia chwilowego na uzwojeniu wtórnym wynosi 26 V.




**Narysuj wykres zależności napięcia *U* na końcach** A, B **oporника *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 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 V **B.** 4 V **C.** 625 V **D.** 0 V

**Zadanie 8. (0–4)**

W tabeli poniżej, w każdym z wierszy 1.– 4., przedstawiono dane dotyczące ruchu orbitalnego któregoś z satelitów Jowisza albo któregoś z satelitów Saturna. Ostatnia kolumna tabeli jest nieuzupełniona. Zakładamy, że te satelity poruszają się po orbitach kołowych. W punkcie b) zadania wykorzystaj fakt, że masa Jowisza jest większa od masy Saturna.

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

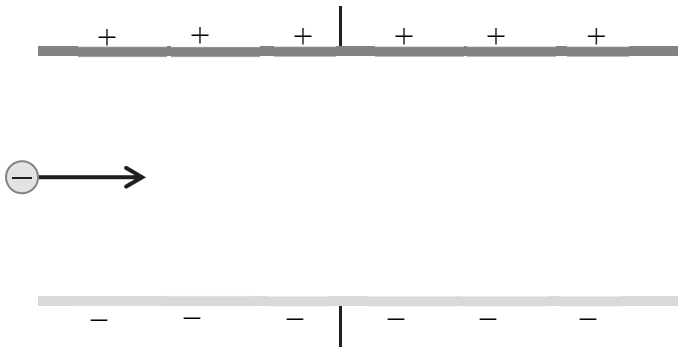
**a) Wyprowadź wzór pozwalający obliczyć masę planety na podstawie promienia orbity oraz okresu obiegu satelity dookoła tej planety (i z wykorzystaniem odpowiednich stałych).**

**b) Uzupełnij tabelę zamieszczoną w opisie zadania 8. Do ostatniej komórki każdego z wierszy 1.–4. wpisz nazwę planety macierzystej dla danego satelity. Poniżej zapisz odpowiednie obliczenia (lub relacje) wykorzystujące parametry ruchu orbitalnego satelitów i umożliwiające identyfikację planet macierzystych dla tych satelitów.**

## 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)

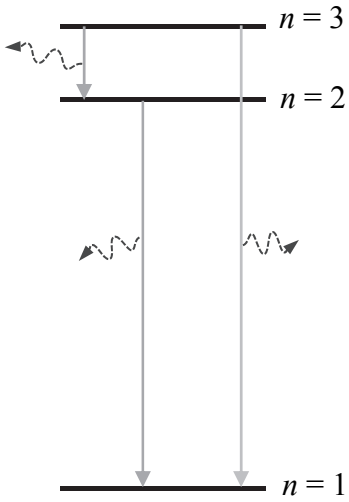
**Na rysunku powyżej zaznacz linie pola elektrycznego pomiędzy płytkami, oznacz zwroty tych linii oraz narysuj tor ruchu drobiny od momentu, w którym ona znajdzie się między płytkami do momentu uderzenia w jedną z nich.**

## Zadanie 9.2. (0–3)

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

## Zadanie 10.

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




## Zadanie 10.1. (0–1)

**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

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

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

## Zadanie 10.2. (0–2)

**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.**

## Zadanie 11.

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

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\ ^{1}_{0}n$$

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 |
|---|---|
| $^{235}U$ | 390,29 |
| $^{141}Ba$ | 233,99 |
| $^{92}Kr$ | 152,65 |
| n | 1,675 |
| p | 1,673 |

## Zadanie 11.1. (0–3)

**Oblicz całkowitą energię kinetyczną <u>wszystkich</u> produktów reakcji rozszczepienia opisanej w zadaniu 11.**

## Zadanie 11.2. (0–1)

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

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

# BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*