

## EDUKARIS ®, KWIECIEŃ 2015

Arkusz jest prawnie chroniony ustawą o prawach autorskich. Może być rozpowszechniany w celach edukacyjnych wyłącznie w całości wraz ze stroną tytułową. Opracowanie zadań, grafiki, rysunki i skład wykonał Mariusz Mroczek ©.



**EDUKARIS**  
centrum edukacji maturalnej

Imię i Nazwisko

numer grupy

### ARKUSZ DIAGNOSTYCZNY Z FIZYKI *MATURA PRÓBNA EDUKARIS Z FIZYKI*

#### Instrukcja

1. Do napisania arkusza przewidziane jest 180 minut.
2. Arkusz zawiera 30 odrębnie punktowanych zadań.
3. Maksymalna liczba punktów do zdobycia wynosi 60 pkt.
4. **Pisz czytelnie.** Używaj czarnego długopisu lub pióra oraz linijki. Nie możesz używać ołówka. Błędne obliczenia lub sformułowania przekreślaj.
5. Obliczenia i odpowiedzi, które będą podlegały ocenie, zapisuj w miejscach na to przeznaczonych.
6. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
7. Ostatnia kartka jest Twoim brudnopisem. Zapisy tam umieszczone nie podlegają ocenie.
8. Możesz używać kalkulatora prostego oraz korzystać z karty wzorów opracowanej przez CKE.
9. **Ważne!** Miej na uwadze fakt, że brak rozwiązania jakiegoś podpunktu zadania wcale nie musi oznaczać, że nie rozwiążesz kolejnych podpunktów. W treści zadań mogą kryć się wskazówki do bieżących zadań oraz sugestie co do wyników poprzednich zadań. Pamiętaj o tym!

*Powodzenia!*  
*Mariusz Mroczek*

Miejsce na zapisy sprawdzającego pracę.

Zadanie 1.1 (0-1)

Zadanie 1.2 (0-3)

Zadanie 1.3 (0-3)

Zadanie 1.4 (0-1)

Zadanie 2.1 (0-2)

Zadanie 2.2 (0-2)

Zadanie 3 (0-2)

Zadanie 4.1 (0-2)

Zadanie 4.2 (0-2)

Zadanie 5 (0-1)

Zadanie 6.1 (0-2)

Zadanie 6.2 (0-1)

Zadanie 6.3 (0-2)

Zadanie 7.1 (0-1)

Zadanie 7.2 (0-3)

Zadanie 7.3 (0-2)

Zadanie 8 (0-3)

Zadanie 9 (0-2)

Zadanie 10 (0-2)

Zadanie 11.1 (0-2)

Zadanie 11.2 (0-3)

Zadanie 11.3 (0-2)

Zadanie 12.1 (0-3)

Zadanie 12.2 (0-2)

Zadanie 13 (0-2)

Zadanie 14.1 (0-1)

Zadanie 14.2 (0-2)

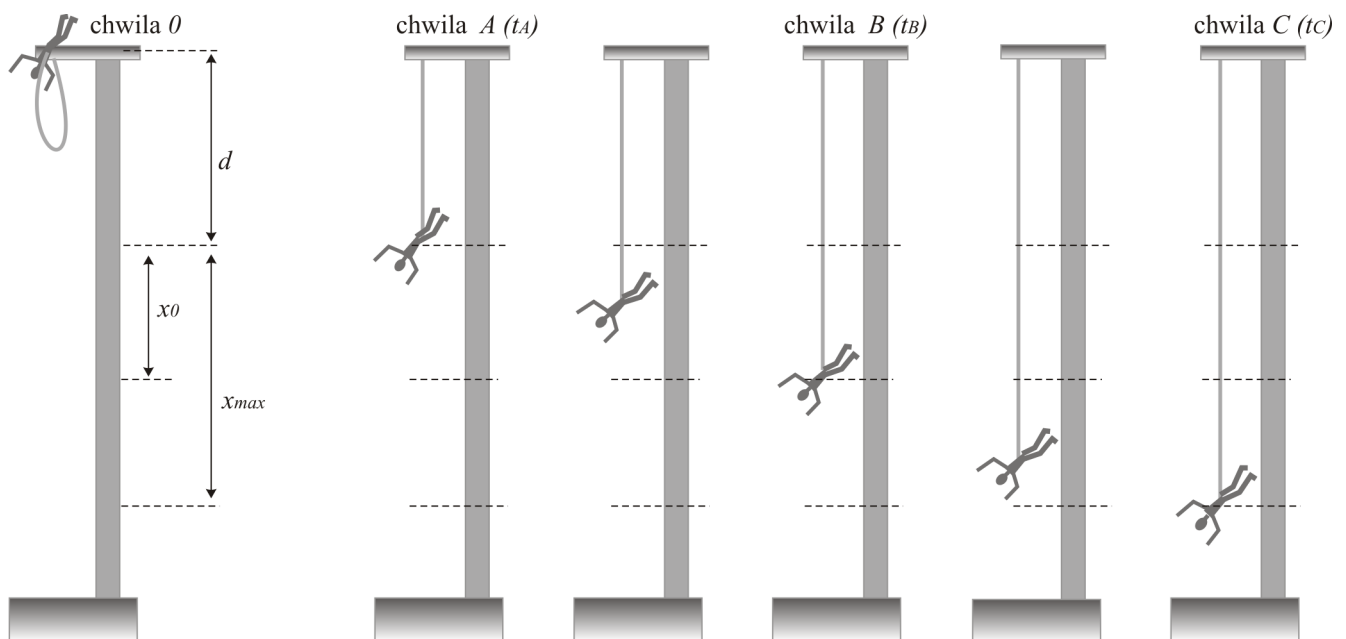
Zadanie 15 (0-2)

Zadanie 16.1 (0-2)

Zadanie 16.2 (0-2)

**Zadanie 1.1 (0-1)**

*Informacja do zadania 1.* Do liny bungee o długości  $d = 15$  m przymocowany jest człowiek o masie  $m = 90$  kg. Zakładamy, że wartość siły naprężenia liny wzrasta proporcjonalnie do wartości  $x$  - jej rozciągnięcia ponad długość  $d$ . Współczynnik tej proporcji (współczynnik sprężystości liny) wynosi  $k = 100$  N/m. Lina początkowo nie jest naprężona, a więc początkowa wartość jej rozciągnięcia wynosi  $x = 0$ . Człowiek wykonuje skok w dół, przy czym zakładamy, że cały dalszy ruch odbywa się w pionie. Siły oporu powietrza pomijamy w naszej analizie. Podczas wykonania skoku działa na człowieka siła grawitacji  $\vec{F}_{gaw}$  oraz siła reakcji  $\vec{F}_s$  (do sił sprężystości) od naprężonej liny, gdy ta się rozciągnie. Siła reakcji od naprężonej liny równoważy siłę grawitacji wtedy, gdy lina zostanie rozciągnięta o wartość  $x = x_0$ . Maksymalną wartość rozciągnięcia liny ponad długość swobodną, przy której skok zostanie chwilowo całkowicie wyhamowany a ruch dalej zawrócony do góry, oznaczamy  $x = x_{max}$ . Przyjmij wartość natężenia pola grawitacyjnego równą  $g = 10$  N/kg.



Na każdym z sześciu rysunków, przedstawiających chwile i etapy skoku, narysuj wektory sił działających na skoczka: siłę grawitacji i siłę reakcji od liny. Z rysunków musi wynikać, która z oznaczonych sił posiada mniejszą lub większą wartość oraz czy na kolejnym z rysunków ta wartość się zmniejsza, zwiększa czy pozostaje stała. Jeden błąd dyskwalifikuje zadanie. Skoczka traktujemy jak punkt materialny.

**Zadanie 1.2 (0-3)**

Wyznacz wartości  $x_0$  oraz  $x_{max}$ , o których mowa w zadaniu i które oznaczone są na rysunkach.

(Twoje obliczenia)

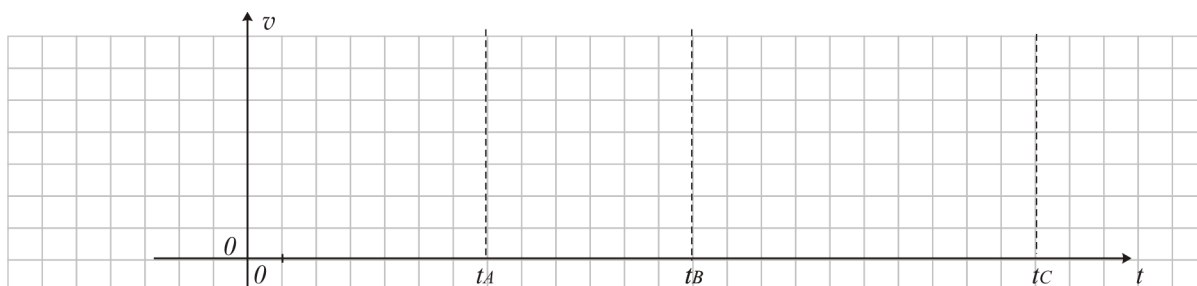
**Zadanie 1.3 (0-3)**

Oblicz wartość prędkości w chwili  $A$  oraz w chwili  $B$ . Obie chwile oznaczone są na ilustracji do zadania.

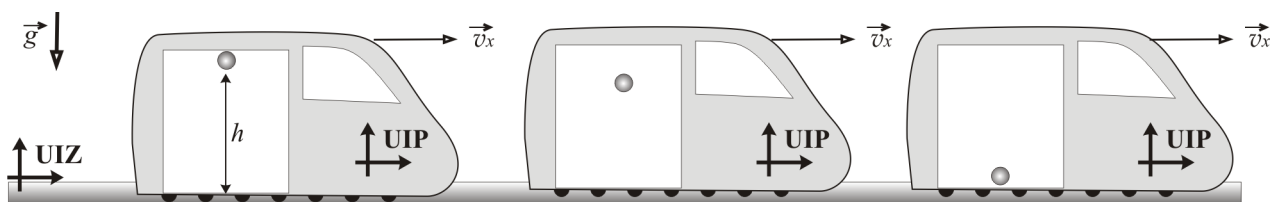
(Twoje obliczenia)

**Zadanie 1.4 (0-1)**

Na wykresie poniżej naszkicuj wykres zależności wartości prędkości skoczka od czasu, począwszy od chwili początkowej skoku do chwili  $C$ . Na wykres nie nanoś żadnych wartości. Z wykresu musi wynikać, czy prędkość na danym przedziale czasu rośnie, maleje, czy jest stała oraz musi wynikać czy prędkość zmienia się liniowo, czy coraz szybciej, czy coraz wolniej.

**Zadanie 2.1 (0-2)**

*Informacja do zadania 2.* W jednorodnym ziemskim polu grawitacyjnym o natężeniu  $\vec{g}$ , wzdłuż linii prostej i ze stałą prędkością o wartości  $v_x$ , jedzie po gładkich torach pociąg. W przedziale tego pociągu, z wysokości  $h$  licząc od podłogi, opuszczono kamień bez nadawania mu prędkości początkowej względem przedziału pociągu. Ruch kamienia możemy rozważać w dwóch inercjalnych układach odniesienia: w układzie inercjalnym związanym na sztywno z jadącym pociągiem (**UIP**) lub w układzie inercjalnym związanym na sztywno z Ziemią (**UIZ**). Opory powietrza zaniedbujemy.

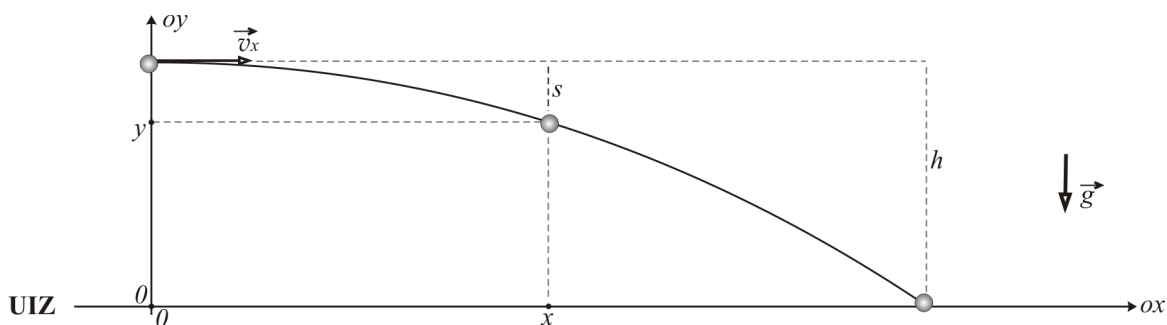


Podkreśl odpowiednie wyrażenie spośród podanych w nawiasie tak, aby zdania poniżej były prawdziwe, lub prawidłowo uzupełnij wykropkowane miejsca (\*za błąd lub brak odpowiedzi w V przyznane będzie 0 pkt za całe zadanie).

- I. Torem ruchu kamienia w **UIP** jest ....., natomiast torem ruchu w **UIZ** jest .....
- II. Wektory prędkości ruchu kamienia określone w pewnej chwili względem **UIP** i **UIZ** są (*różne, takie same*).
- III. Wektory przyspieszenia ruchu kamienia określone w pewnej chwili względem **UIP** i **UIZ** są (*różne, takie same*).
- IV. Różnica wektorów prędkości z dwóch wybranych i następujących po sobie chwil trwania ruchu jest (*taka sama, inna*) w każdym z tych układów inercjalnych.
- \*V. Różnica wektorów prędkości z dwóch wybranych następujących po sobie chwil trwania ruchu ma kierunek i zwrot (pionowo w dół jak siła grawitacji, pewien ukośny).

### Zadanie 2.2 (0-2)

Rysunek przedstawia tor ruchu kamienia rzuconego poziomo z prędkością początkową  $v_x = 8$  m/s, z wysokości  $h = 2$  m, względem **UIZ**. Na rysunku oznaczono:  $s$  - drogę, jaką w kierunku pionowym przebył kamień oraz  $x, y$  - współrzędne przestrzenne jego położenia względem **UIZ**.



Wyprowadź równanie  $y(x)$  toru tego ruchu. Przyjmij do rachunków przyspieszenie grawitacyjne  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. Wielkości w równaniu wyraż domyślnie w jednostkach SI.

(Wyprowadzenie równania toru)

### Zadanie 3 (0-2)

Nieważkość ciał w pewnych układach odniesienia przejawia się lokalnie brakiem ich wzajemnego naciskania na siebie lub równoważnie - brakiem przyspieszeń względnych pomiędzy ciałami poruszającymi się swobodnie jedynie pod wpływem grawitacji.

Wyjaśnij w jednym zdaniu, dlaczego wszystkie ciała podlegające jedynie sile grawitacji, w lokalnym układzie odniesienia poruszającym się swobodnie też jedynie pod wpływem grawitacji, pozostają względem tego układu w spoczynku lub poruszają się względem tego układu ruchem jednostajnym prostoliniowym? W swojej argumentacji powołaj się na fundamentalną własność swobodnych ruchów ciał w polach grawitacyjnych. Podaj przykłady takich układów odniesienia, gdzie doświadczają się nieważkości.

Twoja odpowiedź:



#### Zadanie 4.1 (0-2)

Ciało próbne o masie  $m$  porusza się po orbicie kołowej o promieniu  $r$  w centralnym polu grawitacyjnym sferycznie symetrycznej masy  $M$ , dużo większej od  $m$ .

Wyprowadź wzór:

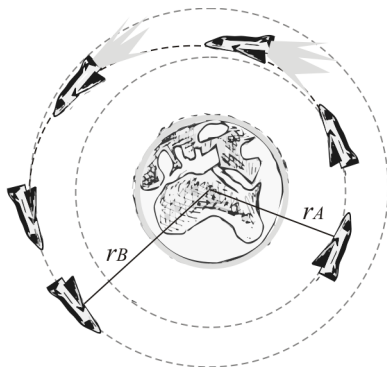
$$E_{\text{mech}} = -\frac{1}{2} \frac{GmM}{r},$$

na energię mechaniczną (potencjalną plus kinetyczną) ciała próbnego w takim ruchu.

(Wyprowadzenie wzoru)

#### Zadanie 4.2 (0-2)

Statek kosmiczny o masie  $m = 10$  ton wykonuje swobodny (jedynie pod działaniem grawitacji) lot w centralnym polu grawitacyjnym Ziemi, po orbicie kołowej o promieniu  $r_A = 8000$  km. W pewnym momencie astronauta włączył silniki odrzutowe. Gdy rakieta osiągnęła odpowiednią odległość i prędkość do tego, aby mogła dalej poruszać się swobodnie po orbicie o promieniu  $r_B = 9000$  km, silniki zostały wyłączone. Przyjmij do rachunków masę Ziemi  $M = 5,97 \cdot 10^{24}$  kg.



Oblicz jaką pracę wykonały silniki rakiety, wynosząc ją z orbity  $A$  na orbitę  $B$ .

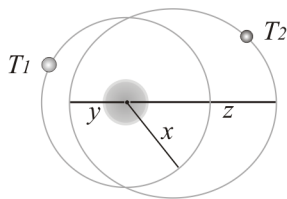
(Twoje obliczenia)

(Obliczenia c.d.)

### Zadanie 5 (0-1)

Dwa ciała poruszają się swobodnie w centralnym polu grawitacyjnym sferycznej masy  $M$ . Jedno ciało porusza się po orbicie kołowej o środku w środku  $M$ , drugie zaś po orbicie eliptycznej z ogniskiem w środku  $M$ . Na rysunku oznaczono okresy pełnego obiegu ciał po każdej z orbit oraz parametry tych orbit: promień okręgu oraz odległości od ogniska elipsy do punktów apocentrum i perycentrum elipsy.

Wyraź w jednym równaniu relację pomiędzy wielkościami:  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Zapisz tę relację w wyznaczonym polu. Zapisz, na jakie prawo powołałeś się.

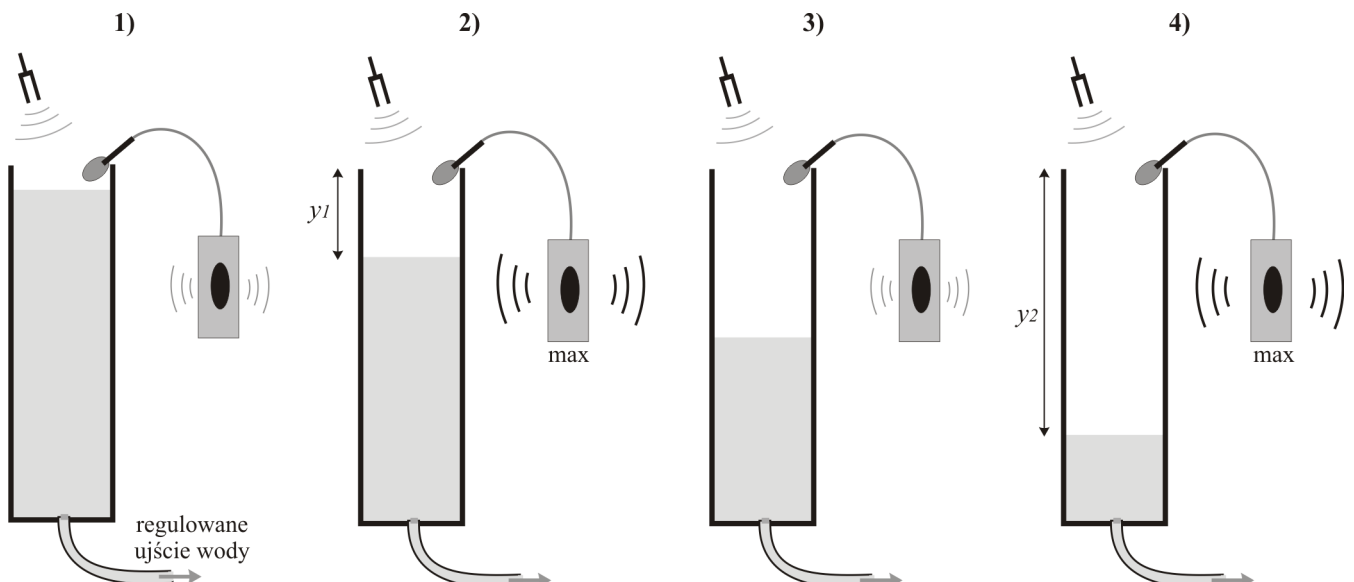


Tutaj zapisz relację

Jakie to jest Prawo?

### Zadanie 6.1 (0-2)

**Informacja do zadania 6.1** Uczniowie wyznaczali prędkość dźwięku w powietrzu wykorzystując zjawisko powstawania fali stojącej słupa powietrza w rurze. W tym celu pionowo ustawioną rurę wypełnili w całości wodą. Górny koniec rury jest otwarty, natomiast z drugiego końca rury można powoli odprowadzać wodę, obniżając przy tym lustro wody w rurze. Uczniowie dysponują kamertonem o częstotliwości własnej  $f = 480$  Hz oraz czułym mikrofonem podłączonym do wzmacniacza z głośnikiem. Kamerton wprowadzono w drgania i przystawiono do górnej podstawy rury. Mikrofon zaś uczniowie umieścili dokładnie na poziomie górnego końca rury od jej wnętrza. Obniżając poziom lustra wody, uczniowie oznaczali i mierzyli wysokość słupa powietrza w rurze, przy którym dźwięk z mikrofonu był wyraźnie wzmocniony. Podczas obniżania lustra wody wyraźne wzmocnienie dźwięku z mikrofonu pojawiało się kilka razy. Wysokość słupa powietrza, zmierzona gdy wzmocnienie dźwięku w miejscu mikrofonu pojawiło się po raz drugi, wynosiła  $y_2 = 52,5$  cm.



Uzupełnij wykropkowane miejsca lub podkreśl jedno wyrażenie spośród podanych w nawiasie tak, aby zdania poniżej były prawdziwe.

I. Dźwiękowa fala stojąca słupa powietrza w rurze powstała w wyniku ..... fal bieżących: fali ..... oraz fali ..... Fala stojąca jest przejawem zjawiska (*interferencji, załamania fali, polaryzacji*).

II. Fala padająca od kamertonu posiada częstotliwość (*taką samą jak, większą niż, mniejszą niż*) częstotliwość fali odbitej od lustra wody.

III. Bieżąca fala padająca na granicę ośrodków posiada natężenie (*większe niż, równe jak, mniejsze niż*) natężenie bieżącej fali odbitej od granicy ośrodków.

IV. Drugi i czwarty rysunek wskazują, że w miejscu gdzie przystawiony był mikrofon nastąpiło (*maksymalne wzmocnienie, maksymalne osłabienie*) interferencyjne, nazywane w przypadku fali stojącej (*strzałką, węzłem*).

#### Zadanie 6.2 (0-1)

Oblicz lub zapisz od razu, ile wynosiła wysokość słupa powietrza w rurze, gdy wzmocnienie dźwięku w miejscu mikrofonu pojawiło się po raz pierwszy. Uzasadnij to albo powołując się na odpowiednie wzory dla fali stojącej w omawianym przypadku, albo po prostu wykonując poprawny rysunek schematu fali stojącej na rysunkach 2 i 4.

(Odpowiedź i uzasadnienie)

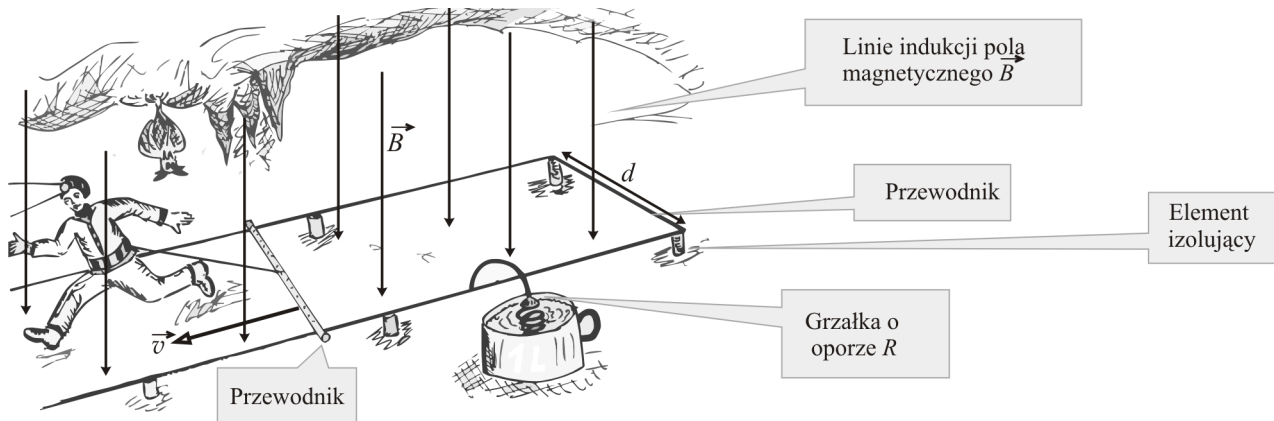
#### Zadanie 6.3 (0-2)

Na podstawie pomiarów jakie wykonali uczniowie oblicz prędkość dźwięku w powietrzu.

(Twoje obliczenia)

#### Zadanie 7.1 (0-1)

*Informacja do zadania 7.* Pewnego razu dwóch grotolazów zatrzymało się w długiej jaskini. Strudzeni postanowili napić się herbaty, jednak nie mieli ze sobą kuchenki gazowej ani nawet zapalek. Mieli za to grzałkę o oporze  $R = 10\ \Omega$  oraz przewodniki o zaniedbywalnie małym oporze. Ponieważ prowadzili badania geofizyczne, to posiadali ze sobą magnetoskop, którym wykryli w jaskini jednorodne pole magnetyczne o indukcji  $B = 5\ T$  i liniach pionowo w dół. Nasi bohaterowie postanowili zamienić energię mechaniczną na elektryczną, wykorzystując zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Poniższy rysunek prezentuje sposób, w jaki udało im się wygenerować w skonstruowanym przez nich obwodzie prąd indukcyjny. W tym celu prostoliniowy przewodnik został wprawiony w ruch jednostajny po innym przewodniku ułożonym w kształt prostokąta bez jednego boku.



Zaznacz na rysunku kierunek i zwrot przepływu indukowanego prądu. Zapisz regułę, która umożliwiła ustalić ci zwrot przepływu prądu.

(Podaj nazwę i krótki opis reguły)

### Zadanie 7.2 (0-3)

Grotolaz biegnie ze stałą prędkością  $v = 5 \text{ m/s}$  ciągnąc za sobą metalowy pręt po metalowych przewodach. Odległość pomiędzy równoległymi częściami przewodnika, po których ciągnięty jest przewodnik prostoliniowy, wynosi  $d = 2 \text{ m}$ .

Oblicz wartość indukowanej siły elektromotorycznej  $\mathcal{E}$  (napięcia indukowanego) wygenerowanej w obwodzie oraz oblicz natężenie prądu, jaki popłynie w tym obwodzie. Weź pod uwagę opór grzałki, opór przewodników pomini. Następnie oblicz moc wydzielaną na grzałce.

(Twoje obliczenia)

### Zadanie 7.3 (0-2)

Oblicz wartość siły elektrodynamicznej ( $F_{ed}$ ) działającej na przewodnik, którą musi zrównoważyć biegnący grotolaz. Przyjmij do rachunków, że natężenie indukowanego w obwodzie prądu wynosi  $I_{ind} = 5 \text{ A}$ . Następnie oblicz moc mechaniczną (ze wzoru na moc mechaniczną), którą generuje biegnący z prędkością  $v = 5 \text{ m/s}$  grotolaz.

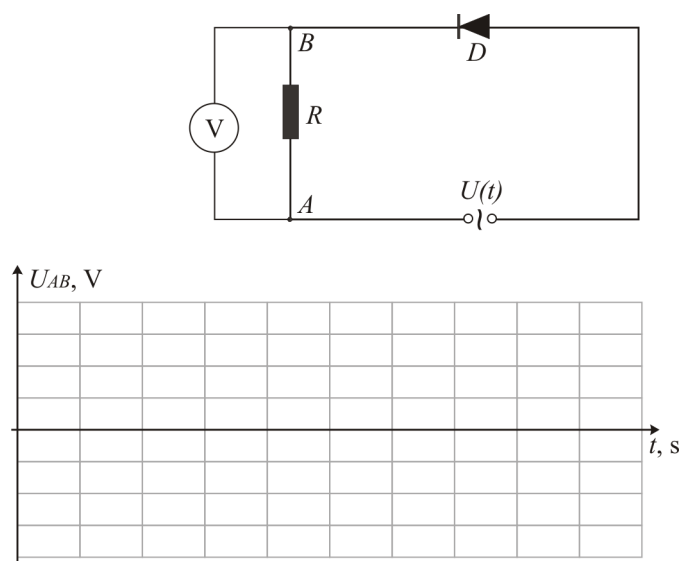
(Twoje obliczenia)

**Zadanie 8 (0-3)**

W obwodzie ze źródłem napięcia zmiennego połączono ze sobą szeregowo diodę i opornik. Do opornika dołączono równolegle woltomierz o wielkim oporze. Jako źródła napięcia zmiennego dla tego obwodu użyto zwojnicy obracającej się w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji  $B = 1 \text{ T}$ . Zwojnica wykonuje 50 obrotów na sekundę, posiada 104 zwoje, zaś jej pole przekroju poprzecznego wynosi  $0,01 \text{ m}^2$ .

Narysuj wykres zmian napięcia zmierzonego tym woltomierzem, w zależności od czasu. Przyjmij, że biegunowość napięcia w chwili początkowej jest w kierunku zaporowym. Wykres narysuj dla czasu równego dwóm pełnym okresom źródła napięcia zmiennego. Podpisz znakami  $+$  i  $-$  biegunowość na zaciskach w punktach A i B.

(Obliczenia, oznaczenia, wykres)

**Zadanie 9 (0-2)**

Do zasilania obwodu prądu stałego z jednym oporem zewnętrznym  $R$  użyto  $n$  identycznych ogniw połączonych równolegle, każde z ogniw o sile elektromotorycznej  $\mathcal{E}$  i oporze wewnętrznym  $r$ .

Wykaż, że przez opornik zewnętrzny popłynie taki prąd, jaki popłynąłby gdyby obwód zasilало jedno ogniwo o sile elektromotorycznej  $\mathcal{E}$  i oporze wewnętrznym  $\frac{r}{n}$ .

(Twoje obliczenia)

**Zadanie 10 (0-2)**

Kondensator o pojemności  $C$  naładowano ładunkiem o wartości  $Q$  (każdą z okładek ładunkiem o tej samej wartości i przeciwnym znaku). Następnie kondensator odłączono od źródła napięcia. Dalej umożliwiono powolne zbliżenie do siebie okładek kondensatora na odległość 2 razy mniejszą niż początkowa. Po tym wszystkim, pomiędzy okładki kondensatora wsunięto dielektryk.

Uzupełnij wykropkowane miejsca lub podkreśl jedno wyrażenie spośród podanych w nawiasie tak, aby zdania poniżej były prawdziwe.

I. Okładki kondensatora (*przyciągają się, odpychają się*), dlatego zwrot siły zewnętrznej umożliwiającej powolne zbliżanie się okładek jest skierowany (*do wewnątrz kondensatora, na zewnątrz kondensatora*).

II. Pojemność kondensatora (*wzrosła, zmalała*) .....(wpisz ile) - krotnie, natomiast jego energia (*wzrosła, zmalała*) .....(wpisz ile) - krotnie.

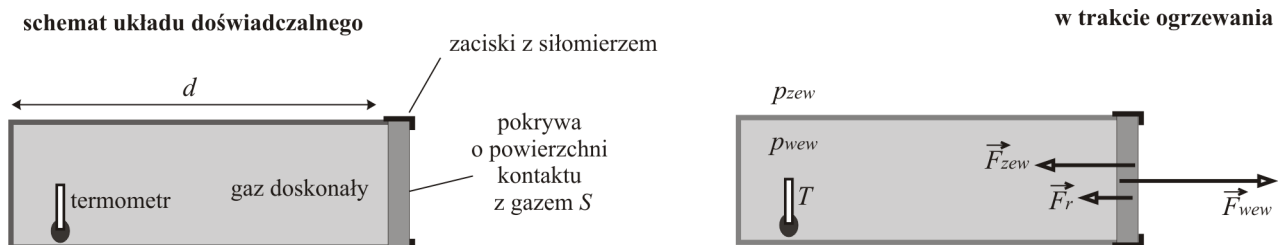
III. Zmianę energii kondensatora, o której wypowiedziałeś się w punkcie II można wytłumaczyć odnosząc się do bardziej ogólnej zasady: energia kondensatora (*wzrosła, zmalała*) dlatego, że spowodowano iż (*siły elektryczne pola kondensatora wykonały pracę nad okładkami obniżając energię układu, nad układem wykonano pracę dostarczając mu energii*).

IV. Wsunięcie dielektryka spowoduje (wzrost, obniżenie) energii kondensatora.

V. Zmianę energii kondensatora, o której wypowiedziałeś się w punkcie IV można wytłumaczyć odnosząc się do bardziej ogólnej zasady: energia kondensatora (*wzrosła, zmalała*) dlatego, że spowodowano iż (*siły elektryczne pola kondensatora wykonały pracę polaryzując cząsteczki dielektryka, nad kondensatorem wykonano pracę mechaniczną*).

### Zadanie 11.1 (0-2)

**Informacja do zadania 11.** Uczniowie wykonali następujące doświadczenie. W pojemniku o kształcie walca długości  $d = 0,3$  m i polu powierzchni podstaw  $S = 0,01$  m<sup>2</sup> umieszczono gaz doskonały. Pojemnik zamknięto pokrywą unieruchomioną specjalnymi zaciskami. Zaciski mają kontakt z urządzeniem mierzącym siłę nacisku pokrywę na zaciski. W ten sposób można mierzyć wartość siły reakcji ( $F_r$ ) elementów zaciskowych na pokrywę, równoważącą wypadkową siłę parcia działającą na pokrywę. Pojemnik powoli ogrzewano nad płomieniem, w wyniku czego gaz wewnątrz pojemnika podlegał przemianie izochorycznej. Temperatura początkowa gazu wynosiła 292 K. Podczas



ogrzewania dokonywano pomiarów wartości wypadkowej siły parcia ( $F$ ) na pokrywę oraz pomiarów temperatury ( $T$ ) gazu wewnątrz pojemnika. Ciśnienie na zewnątrz pojemnika wynosi  $p_{zew} = 10^5$  Pa. Ciśnienie wewnątrz pojemnika oznaczamy  $p_{wew}$ , różnicę tych ciśnień oznaczamy  $\Delta p$ . Siły parcia działające na tłok od wewnątrz i zewnątrz pojemnika oznaczamy odpowiednio  $F_{wew}$  i  $F_{zew}$ . Ilość moli ( $n$ ) zamkniętego w pojemniku gazu jest nieznaną.

Wykaż, że zależność  $F(T)$  jest liniowa oraz to, że współczynniki tej zależności liniowej dane są wzorami jak poniżej ( $R$  jest stałą gazową):

$$F = a \cdot T - b, \quad \text{przy czym:} \quad a = \frac{nR}{d}, \quad b = p_{zew}S$$

(Wykazanie zależności)

(ciąg dalszy)

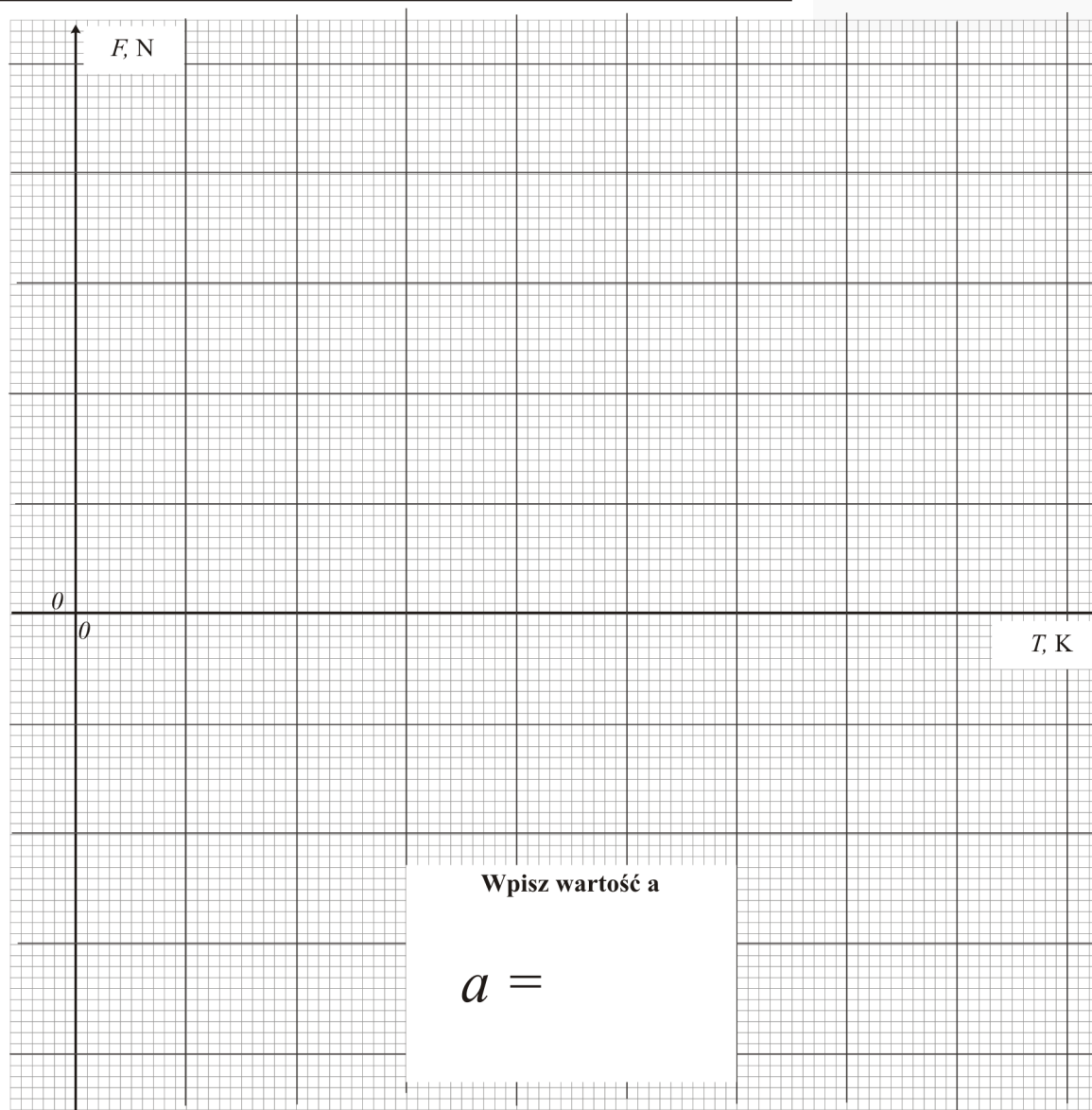
**Zadanie 11.2 (0-3)**

W dwóch pierwszych kolumnach tabeli przedstawione są wartości pomiarów temperatury gazu i wypadkowej siły parcia na pokrywę.

Uzupełnij wszystkie puste miejsca tabeli (0-1). Nanieś punkty pomiarowe na wykres i narysuj zależności  $F(T)$ , oznaczając jednostki i wartości na osiach (0-1). Odczytaj z wykresu współczynnik zależności liniowej  $a$  (0-1). (Wykres możesz przedłużyć w dół, poza punkty pomiarowe, znak siły określa jej zwrot.)

| $T, K$ | $F, N$ | $\Delta p, Pa$ | $p_{zew}, Pa$ | $p_{wew}, Pa$ | $F_{zew}, N$ | $F_{wew}, N$ |
|--------|--------|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| 292    | 0      | 0              | 100 000       | 100 000       | 1000         | 1000         |
| 300    | 29     |                | 100 000       |               |              |              |
| 330    | 132    |                | 100 000       |               |              |              |
| 360    | 235    |                | 100 000       |               |              |              |
| 400    | 372    |                | 100 000       |               |              |              |

(miejsce na ewentualne rachunki o charakterze brudnopisu)



**Zadanie 11.3 (0-2)**

Oblicz ilość ciepła dostarczoną podczas ogrzewania gazu w tym doświadczeniu do temperatury 400 K. Przyjmij, że ciepło molowe tego gazu wynosi  $C_V = (3/2)R$ .

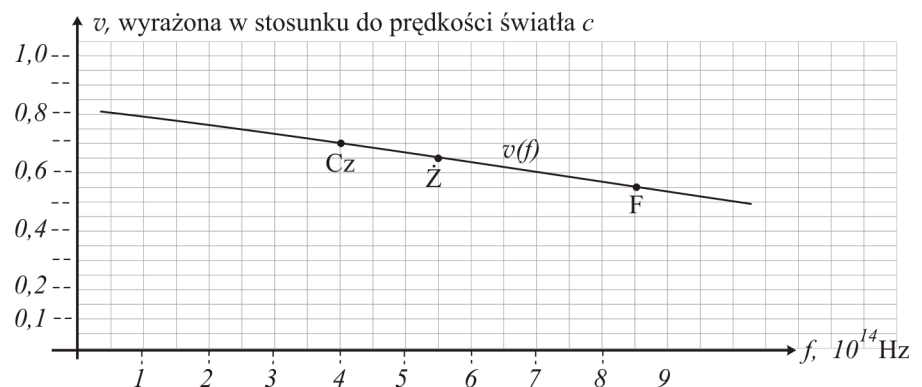
(Twoje obliczenia)

**Zadanie 12.1 (0-3)**

Informacja do zadania 12. Uczniowie postanowili przetestować własność dyspersyjną pewnego półprzepuszczalnego światła rodzaju szkła, dysponując próbką tego materiału w kształcie prostopadłościanu. Przedstawiona na wykresie zależność prędkości światła w tym ośrodku materialnym od częstotliwości fali, jest uczniom znana.

Wyróżnione punkty wykresu oznaczają dane dla:  
**cz** - światła czerwonego,  
**ż** - światła żółtego,  
**f** - światła fioletowego.

Takie światło emitują wskaźniki w uczniowskim doświadczeniu.



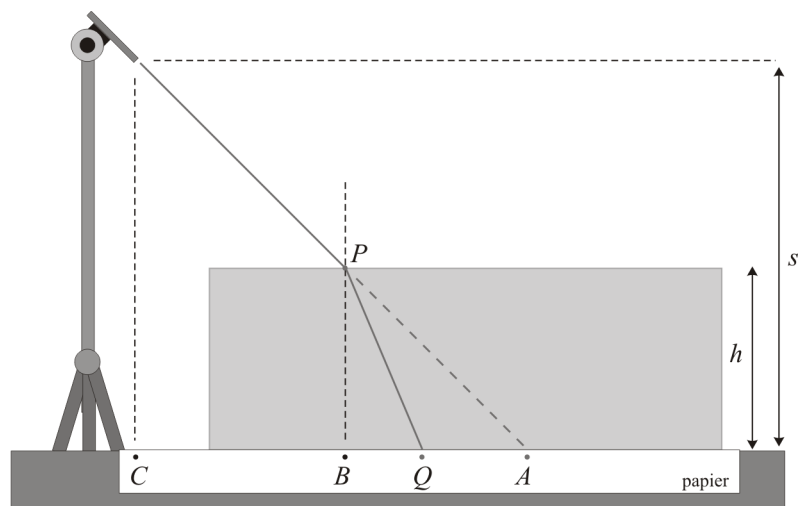
Uczniowie dysponują statywem, trzema laserowymi wskaźnikami o częstotliwościach światła oznaczonych na wykresie, długą linijką, poziomą, papierem milimetrycznym oraz ołówkiem do oznaczania punktów obserwacji gdzie pada światło od wskaźnika. Wiązka światła emitowana ze wskaźnika umieszczonego na statywie pada na prostopadłościan ze szkła, o którym mowa w informacji, następnie propaguje się w nim i pada na papier milimetryczny umieszczony pod prostopadłościanem. Uczniowie oznaczają punkty gdzie obserwują plamki: *P* i *Q*. Ponadto uczniowie wykonali inne niezbędne pomiary, których wyniki przedstawione są na ilustracji: na przykład oznaczyli punkt *A* gdzie pada światło, gdy na jego drodze nie ma żadnej przeszkody lub rzuty prostopadłe odpowiednich punktów na papier.

**Wyniki jednej serii pomiarów:**

$$s = |CA|,$$

$$|PB| = h = 30 \text{ cm},$$

$$|BQ| = 12,6 \text{ cm}.$$



Wykonując odpowiednie obliczenia wykaż, że wyniki prezentowanych na ilustracji pomiarów wskazują na użycie wskaźnika ze światłem fioletowym (0-2). Następnie, już bez wykonywania obliczeń, oznacz na rysunku szacunkowe położenie punktów  $Q_z$  i  $Q_{cz}$ , gdyby uczniowie użyli wskaźnika ze światłem żółtym lub czerwonym.

*(Twoje obliczenia)*

#### Zadanie 12.2 (0-2)

Dana jest soczewka dwuwypukła z materiału, o którym mowa w zadaniu 12.1. Udowodnij rachunkowo, że stosunek ogniskowej tej soczewki dla światła czerwonego do ogniskowej tej soczewki dla światła fioletowego wynosi 1,91.

*(Twoje obliczenia)*

#### Zadanie 13 (0-2)

Natężenie światła padającego na źrenicę oka i pochodzącego od pewnej gwiazdy jest 100 razy większe, gdy obserwujemy tę gwiazdę przez pewną lunetę. W tej lunecie cała wiązka światła wpadająca do obiektywu kierowana jest do źrenicy oka (o powierzchni mniejszej niż powierzchnia obiektywu).

Uzupełnij wykropkowane miejsca lub podkreśl jedno wyrażenie spośród podanych w nawiasie tak, aby zdania poniżej były prawdziwe.

- I. Moc światła od tej gwiazdy padająca na obiektyw jest ..... razy większa niż moc światła padająca na nieuzbrojone oko, natomiast natężenie tego światła padającego na obiektyw jest (*mniejsze, równe, większe*) natężeniu światła padającego na nieuzbrojone oko.
- II. Zdanie I oznacza, że powierzchnia obiektywu musi być ..... razy (*większa, mniejsza*) od powierzchni źrenicy oka.
- III. Tę samą gwiazdę widziano by przez lunetę dokładnie tak samo jak widzi się ją gołym okiem, gdyby znajdowała się ona w odległości ..... razy większej.

**Zadanie 14.1 (0-1)**

Elektrony przyspieszane są w różnicy potencjałów  $U$ .

Udowodnij, że długość fali de'Brogliea elektronu, który uzyskał pęd w ten sposób, dana jest wzorem:

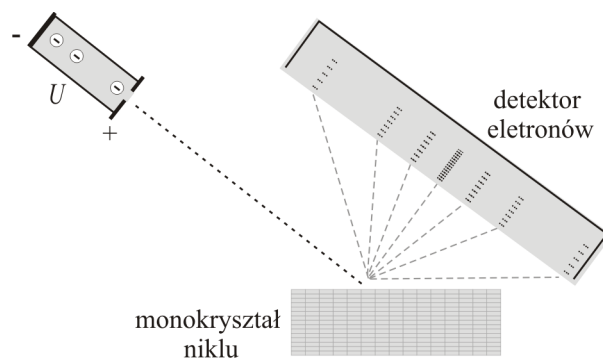
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meU}},$$

gdzie  $h$  jest stałą Plancka,  $m$  jest masą elektronu, zaś  $e$  jest wartością jego ładunku elektrycznego.

(Dowód)

**Zadanie 14.2 (0-2)**

Wiązkę elektronów rozprędzono w potencjale  $U$  i skierowano na powierzchnię monokryształu niklu. Elektrony docierające do powierzchni kryształu rozpraszają się na atomach powierzchni krystalicznej, która działa niczym trójwymiarowa siatka dyfrakcyjna. Detektory elektronów wykrywają, że najwięcej rozproszonych i odbitych od powierzchni elektronów układa się wzdłuż określonych pasm w przestrzeni. Kąty obserwacji pasm wzmocnienia natężenia wiązki rozproszonych elektronów opisuje wzór podobny do tego z siatką dyfrakcyjną.



Uzupełnij wykropkowane miejsca lub podkreśl jedno wyrażenie spośród podanych w nawiasie tak, aby zdania poniżej były prawdziwe.

- I. Elektrony wykazują własności korpuskularno-falowe. W tym eksperymencie elektrony przejawiają swoją (*korpuskularną, falową*) naturę.
- II. Powstawanie pasm wzmocnień natężenia wiązki rozproszonych elektronów zawdzięczamy dwóm zjawiskom: 1) ..... na sieci krystalicznej oraz 2) ..... w przestrzeni.
- III. Gdy zwiększymy napięcie przyspieszające elektrony, to kąty pomiędzy pasmami wzmocnień (*zmniejszą się, zwiększą się*). Świadczy o tym wzór: ..... oraz wzór .....
- IV. W tym doświadczeniu długość fali elektronowej jest (*rzędu wielkości co, dużo większa niż, dużo mniejsza niż*) odległość pomiędzy atomami monokryształu niklu.

**Zadanie 15 (0-2)**

W przyrodzie istnieją procesy tak zwanej anihilacji par: cząstki i antycząstki. Zgodnie z Kwantową Teorią Pola, w wyniku oddziaływania elektronu z pozytonem (jego antycząstką) powstają dwa fotony  $\gamma$  o tych samych częstotliwościach, przy czym elektron i pozyton same znikają (anihilują). To oddziaływanie możemy schematycznie zapisać tak:  $e_+ + e_- \rightarrow 2\gamma$ . Masa elektronu i pozytonu zostaje całkowicie zamieniona na energię dwóch fotonów o tych samych częstotliwościach. Masy elektronu i pozytonu wynoszą:  $m_{e-} = m_{e+} = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg. Ładunki tych cząstek posiadają te same wartości i przeciwne znaki.

**Oblicz częstotliwość i długość fali jednego z wykreowanych fotonów.**

*(Twoje obliczenia)*

**Zadanie 16.1 (0-2)**

W wyniku zapadania grawitacyjnego pewnej gwiazdy zmniejszył się jej promień, a także zmniejszył się okres jej obrotu dookoła własnej osi.

**Oblicz, ile razy zmniejszył się okres obrotu gwiazdy dookoła własnej osi, jeżeli jej promień zmniejszył się 100 krotnie. Na jaką zasadę powołujesz się w obliczeniach? (Rachunek przeprowadzisz przy dodatkowych założeniach: masa gwiazdy podczas zapadania nie zmienia się, zmniejszanie gęstości materii gwiazdnej nie wpływa na rozkład radialny gęstości, efekty relatywistyczne możemy zaniedbać.)**

*(Obliczenia, powołanie się na pewną zasadę)*

**Zadanie 16.2 (0-2)**

**Udowodnij, że energia kinetyczna ruchu obrotowego gwiazdy zwiększyła się w procesie zapadania o którym mowa w zadaniu 16.1. Jaki rodzaj energii przemienił się podczas zapadania grawitacyjnego w energię kinetyczną ruchu obrotowego?**

*(Dowód i odpowiedź)*

**KONIEC ARKUSZA**

**BRUDNOPIS**