

## Zestawienie zadań z Matury 2006 z zadaniami z Kursu Sikory – edycji 2005/06

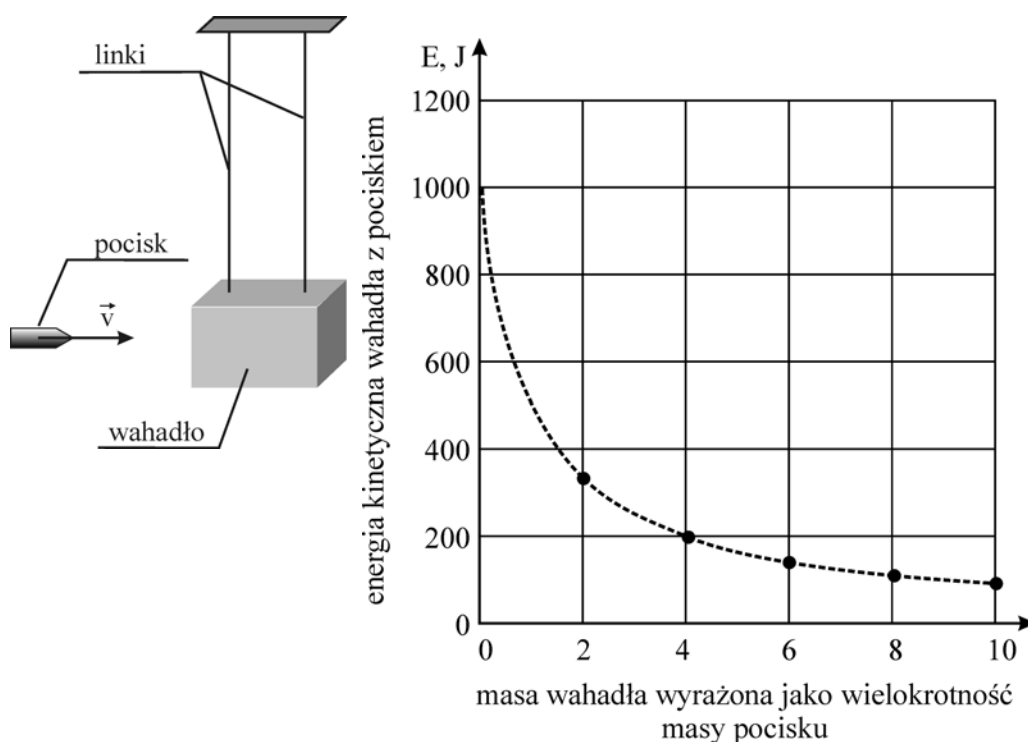
### FIZYKA

#### Matura rozszerzona z fizyki 2006, zadanie 22 – pytanie oryginalne (CKE)

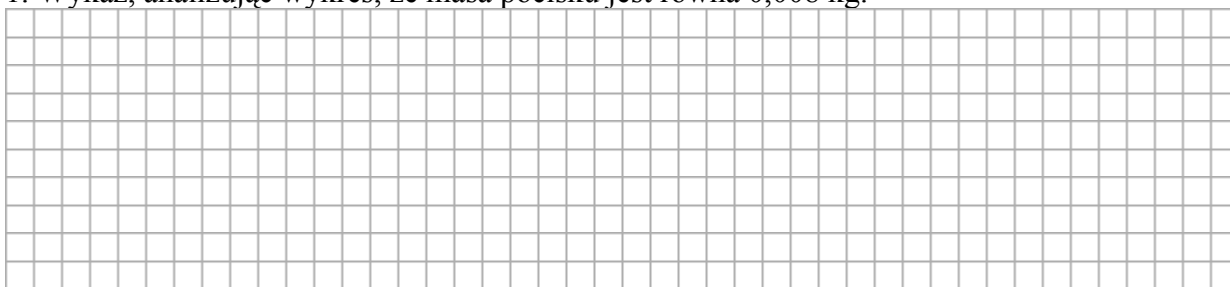
##### Zadanie (10 pkt.)

Na rysunku poniżej przedstawiono schematycznie urządzenie do pomiaru wartości prędkości pocisków wystrzeliwanych z broni palnej. Podstawowym elementem takiego urządzenia jest tzw. wahadło balistyczne będące (w dużym uproszczeniu) zawieszonym na linkach klokiem, w którym grzęzną wystrzelowane pociski. Po trafieniu pociskiem wahadło wychyla się z położenia równowagi i możliwy jest pomiar jego energii kinetycznej.

Punkty na wykresie przedstawiają zależność energii kinetycznej **klocka wahadła z pociskiem** (który w nim ugrzął) tuż po uderzeniu pocisku, od masy klocka. Pomiary wykonano dla 5 klocków o różnych masach (linia przerywana przedstawia zależność teoretyczną). Wartość prędkości pocisku, tuż przed trafieniem w klocek wahadła, za każdym razem wynosiła  $500 \text{ m/s}$ , a odległość od środka masy klocka wahadła do punktu zawieszenia wynosiła  $1 \text{ m}$ . W obliczeniach pomiń masę linek mocujących klocek wahadła.



1. Wykaż, analizując wykres, że masa pocisku jest równa 0,008 kg.



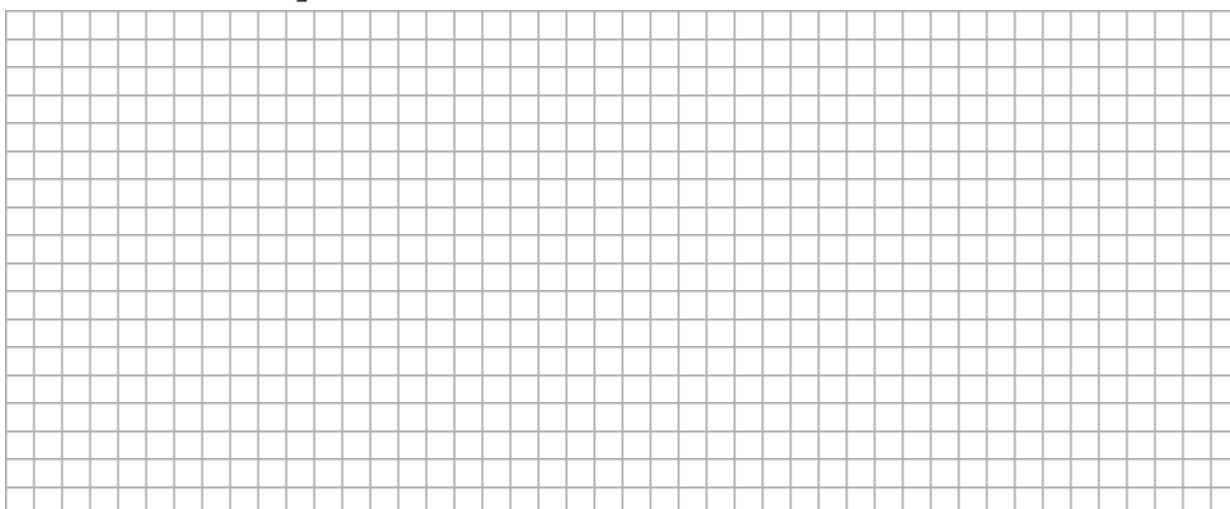
2. Oblicz wartość prędkości klocka z pociskiem bezpośrednio po zderzeniu w sytuacji, gdy masa klocka była 499 razy większa od masy pocisku.



3. Oblicz, jaka powinna być masa klocka wahadła, aby po wychyleniu z położenia równowagi wahadła o  $60^\circ$ , zwolnieniu go, a następnie trafieniu pociskiem w chwili przechodzenia wahadła przez położenie równowagi, wahadło zatrzymało się w miejscu. Do obliczeń przyjmij, że masa pocisku wynosi 0,008 kg. W obliczeniach możesz skorzystać z podanych poniżej wartości funkcji trygonometrycznych.

$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2} = 0,50$$

$$\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,87$$

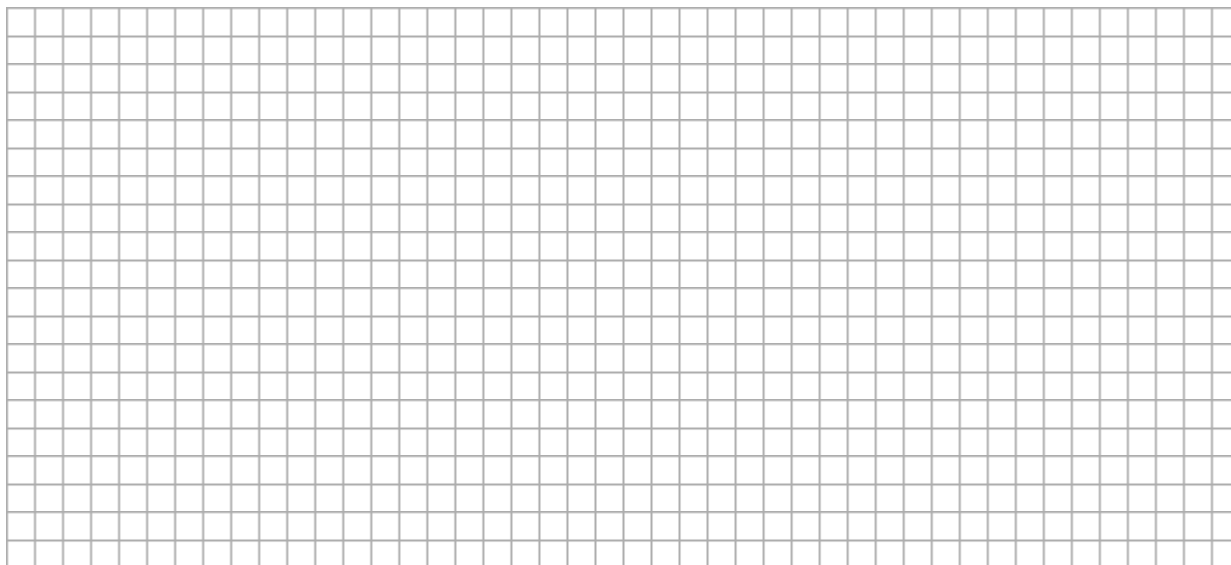


**Matura rozszerzona z fizyki 2006, zadanie 22** – elementy zadania omawiane na wykładzie 03. na Kursie Rocznym (poziom drugi):

**Zadanie (4 pkt.)**

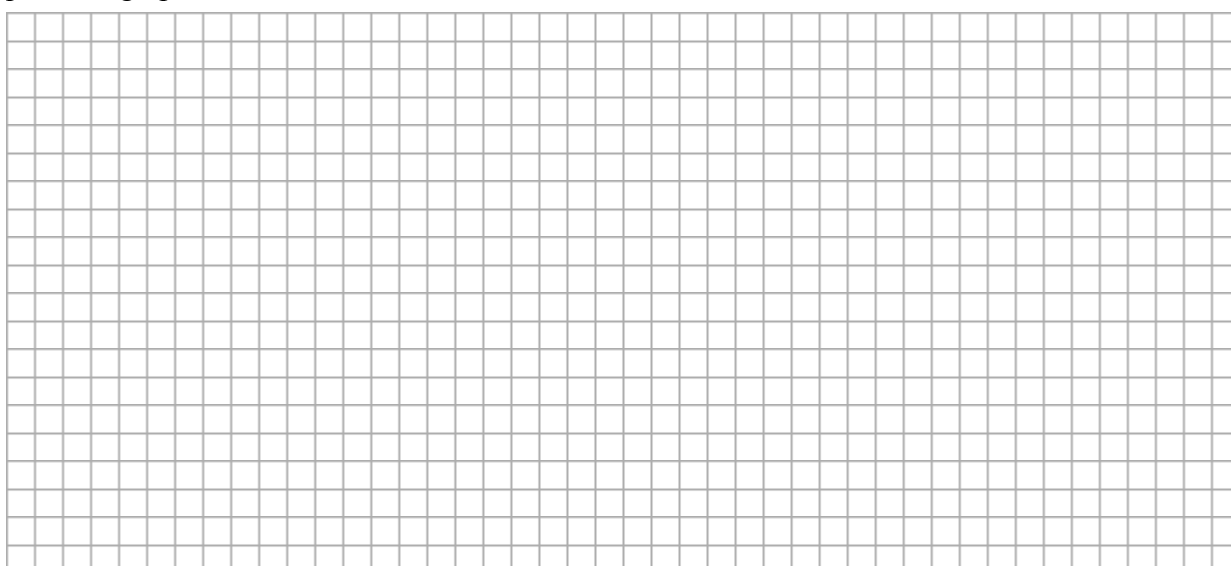
Człowiek o masie 60 kg biegnie z prędkością 8 km/h. Wózek o masie 90 kg jedzie z prędkością 4 km/h. Z jaką prędkością odjedzie wózek z człowiekiem, gdy człowiek nań wskoczy:

- a. Człowiek dogania wózek?
- b. Człowiek biegnie naprzeciw wózka?



**Zadanie (4 pkt.)**

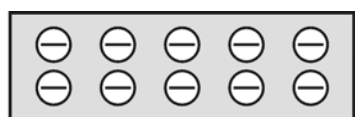
Od dwustopniowej rakiety o masie 1200 kg, po osiągnięciu szybkości 200 m/s oddzielił się pierwszy człon o masie 700 kg. Jaką szybkość osiągnął drugi człon rakiety, jeżeli szybkość członu pierwszego po oddzieleniu zmalała do 150 m/s?



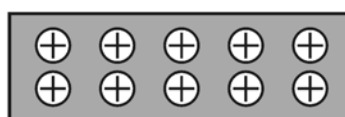




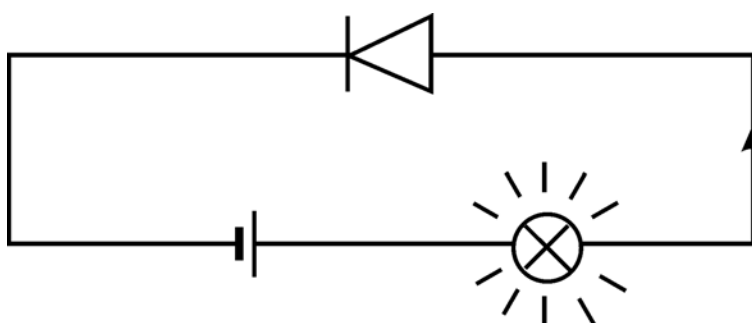
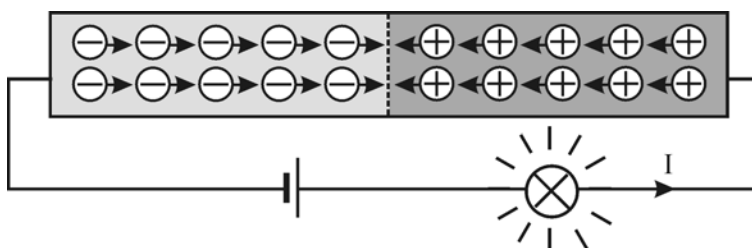
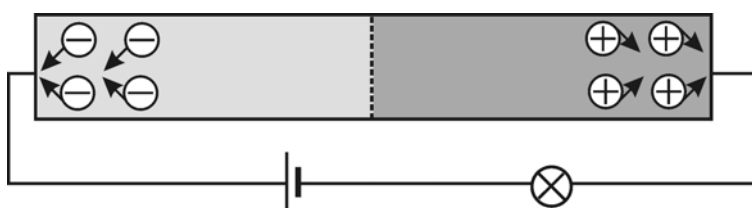
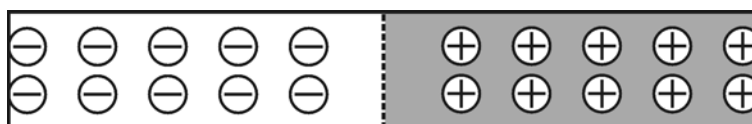




Warstwa półprzewodnika typu n

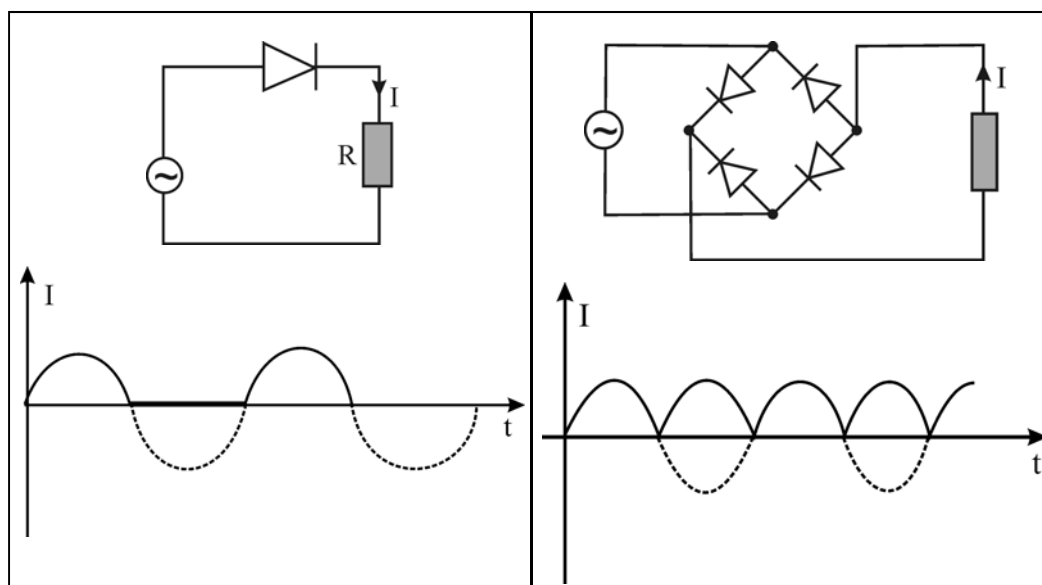


Warstwa półprzewodnika typu p

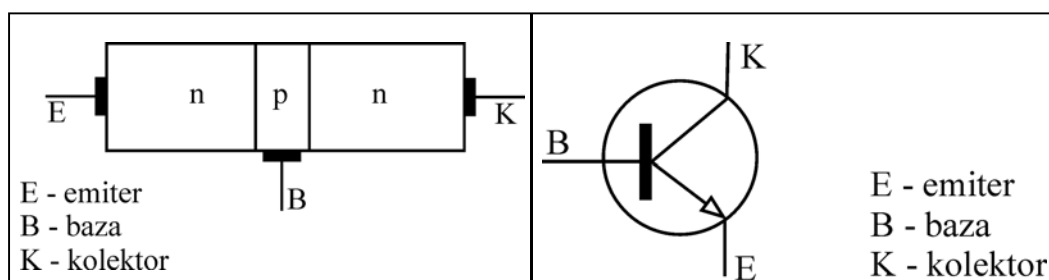


Przeanalizujemy schemat elektryczny tzw. prostownika jednopółwkowego – popularnego urządzenia do „prostowania” prądu przemiennego. W istocie chodzi o spowodowanie, aby prąd elektryczny płynął tylko w jednym kierunku.

Układ, zasilany prądem przemiennym może więc być użyty do zasilania urządzenia przeznaczonego do zasilania prądem stałym. Tak pracują popularne ładowarki baterii telefonów komórkowych, aparatów fotograficznych itp.



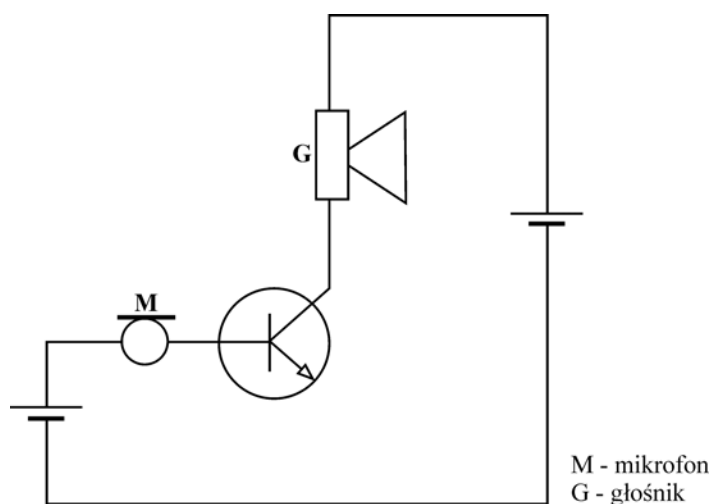
Drugą popularną strukturę półprzewodnikową odnajdujemy w  **tranzystorze** , którego podstawowym zastosowaniem jest wzmacnianie sygnałów elektrycznych. Może to być struktura p-n-p lub n-p-n, jest więc utworzona z trzech warstw półprzewodnika.



Napięcie przyłożone do złącza baza-emiter w kierunku przewodzenia wymusza przepływ prądu przez to złącze – nośniki większościowe (tu elektrony) przechodzą do obszaru bazy. Przy okazji, **dzięki niewielkiej grubości obszaru bazy**, elektrony przedostają się do kolektora. Bez prądu w obwodzie baza – emiter taka możliwość nie istnieje, ponieważ złącze kolektor – baza jest spolaryzowane w kierunku zaporowym.

Tranzystor, element wzmacniający sygnały elektryczne, okazał się z czasem najbardziej doniosłym wynalazkiem w dziedzinie elektroniki. Nie tylko zastąpił stosowane do tego celu wcześniej **lampy radiowe**, ale jako element o małych rozmiarach, pozwolił na zminiaturyzowanie urządzeń elektronicznych. Jako pojedynczy element tranzystor używany jest raczej wyjątkowo. Złożone operacje elektronicznych podzespołów komputerów, telefonów komórkowych itp. wymagają zwykle współpracy setek i tysięcy tranzystorów. Taki zespół tranzystorów w jednej niewielkiej obudowie to tzw. **układ scalony**. Przykładem układu scalonego może być procesor komputera lub „kość” pamięci.

Jako przykład zastosowania przeanalizujemy układ wzmacniający, w którym prąd o niewielkim natężeniu w obwodzie z mikrofonem, steruje prądem o dużo większym natężeniu w obwodzie z głośnikiem.



Zasada działania tranzystora bipolarnego, od strony użytkowej, polega na sterowaniu wartością prądu kolektora za pomocą prądu bazy). Prąd kolektora jest proporcjonalny do prądu bazy. Stosunek tych prądów to współczynnik wzmocnienia tranzystora.

**Matura rozszerzona z fizyki 2006, zadanie 24 – pytanie oryginalne (CKE)****Zadanie (10 pkt.)**

W pracowni szkolnej za pomocą cienkiej szklanej soczewki dwuwypukłej o jednakowych promieniach krzywizny, zamontowanej na ławie optycznej, uzyskiwano obrazy świecącego przedmiotu. Tabela zawiera wyniki pomiarów odległości od soczewki przedmiotu  $x$  i ekranu  $y$ , na którym uzyskiwano ostre obrazy przedmiotu. Bezwzględne współczynniki załamania powietrza oraz szkła wynoszą odpowiednio 1 i 1,5.

$x(\text{m}) \Delta x = +/-0,02 \text{ m}$	$y(\text{m}) \Delta y = +/-0,02 \text{ m}$
0,11	0,80
0,12	0,60
0,15	0,30
0,20	0,20
0,30	0,15
0,60	0,12
0,80	0,11

1. Oblicz promień krzywizny soczewki wiedząc, że jeśli przedmiot był w odległości 0,3 m od soczewki to obraz rzeczywisty powstał w odległości 0,15 m od soczewki.

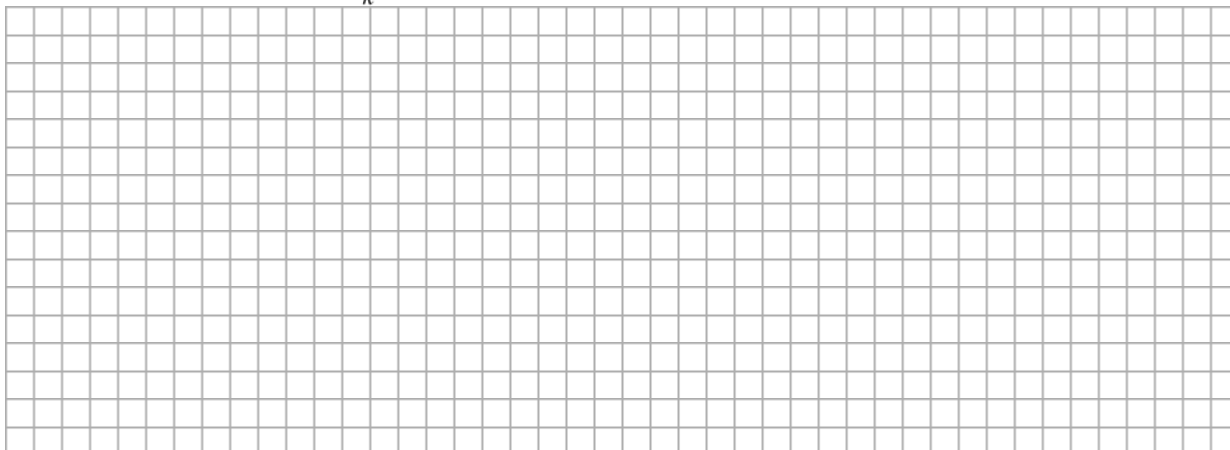
2. Naskicuj wykres zależności  $y(x)$ . Zaznacz niepewności pomiarowe. Wykorzystaj dane zawarte w tabeli.



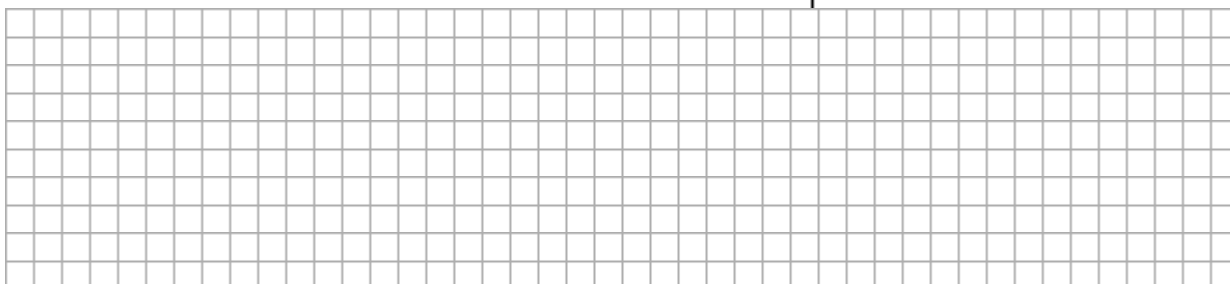
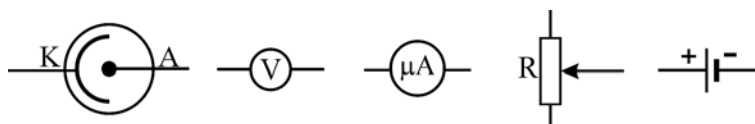




3. Oblicz doświadczalną wartość stałej Plancka, wykorzystując **tylko** dane odczytane z wykresu oraz zależność  $h \cdot \nu = W + E_k$ .



4. Narysuj schemat układu elektrycznego pozwalającego wyznaczyć doświadczalnie wartość napięcia hamowania fotoelektronów. Masz do dyspozycji elementy przedstawione poniżej oraz przewody połączeniowe.

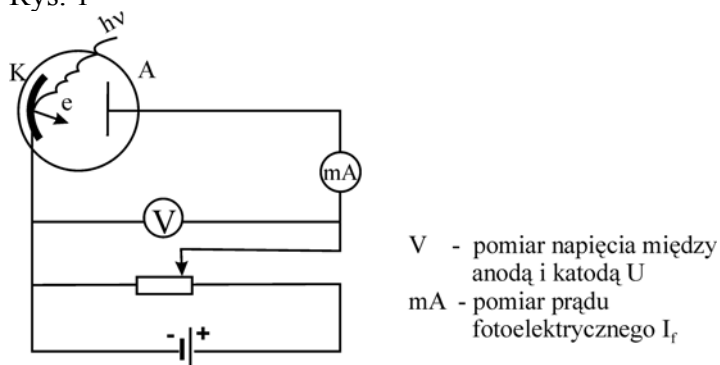


**Matura rozszerzona z fizyki 2006, zadanie 25** – zagadnienie omawiane szczegółowo na wykładzie 16 na Kursie Rocznym (poziom drugi):

#### Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne

Jednym ze zjawisk, które interpretujemy jako przejaw korpuskularnej natury promieniowania elektromagnetycznego jest zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne. Zjawisko to polega na „wybijaniu” elektronów z metalu pod wpływem oświetlenia jego powierzchni promieniami światła. Schemat układu doświadczalnego do obserwacji zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego przedstawiony na rys. 1.

Rys. 1



Zasadniczym elementem układu jest fotokomórka. Jest to lampa próżniowa o dwóch elektrodach: anodzie i katodzie. Katodę stanowi zwykle warstwa metalu pokrywająca część wewnętrznej strony bańki szklanej. Nie oświetlona fotokomórka praktycznie nie przewodzi prądu elektrycznego. Prąd może się pojawić, jeżeli katoda zostanie oświetlona. W świetle teorii falowej zjawisko mogło być interpretowane w ten sposób, że fala elektromagnetyczna, która niesie ze sobą energię, wybija z sieci krystalicznej metalu elektrony luźno związane z atomami. Gdy jednak doświadczalnie udało się ustalić prawidłowości rządzące tym zjawiskiem, okazało się, że są one w sprzeczności z teorią falową światła.

Zjawisko fotoelektryczne powinno zachodzić dla fal elektromagnetycznych o dowolnych długościach fali, byle tylko natężenie fali było dostatecznie duże (natężenie fali jest równe ilości energii przenoszonej w jednostce czasu przez jednostkową powierzchnię prostopadłą do kierunku rozchodzenia się fali). Niespodziewanie stwierdzono, że dla każdego metalu istnieje pewna **częstotliwość graniczna  $\nu_{gr}$** , poniżej której zjawisko nie zachodzi, bez względu na wartość natężenia oświetlenia. Częstotliwość ta zależy od rodzaju metalu.

Częstotliwości granicznej odpowiada graniczna długość fali:

$$\lambda_{gr} = \frac{c}{\nu_{gr}}$$

gdzie  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s

Mówimy o **długofalowej granicy zjawiska fotoelektrycznego**. Może być tak, że oświetlimy fotokatodę światłem czerwonym o dużym natężeniu i fotoefektu nie będzie, podczas gdy bardzo nisko światło fioletowe padające na tę samą fotokatodę spowoduje wybite elektronów z metalu. Drugą sprzeczność z teorią falową stanowi fakt, że energia emitowanych elektronów zależy od częstotliwości, a zatem i od długości fali, a nie zależy od jej natężenia. Elektrony wybijane z sieci krystalicznej, w myśl teorii falowej, powinny tę energię przejmować, częstotliwość nie powinna odgrywać tu żadnej roli.

Doświadczenia pokazują co innego - im większa częstotliwość fali świetlnej, tym większa energia emitowanych elektronów.

W układzie doświadczalnym (rys. 1) różnica potencjałów między anodą i katodą może nie tylko przyspieszać elektrony, ale może je również zahamować, gdy do anody przyłoży się potencjał ujemny względem katody.

Ze wzrostem ujemnego potencjału  $U_h$  między anodą i katodą prąd między elektrodami maleje - fotoelektrony są odpychane przez anodę coraz silniej. Przy dostatecznie wysokim ujemnym potencjale  $U_h$  anody prąd fotoelektryczny przestaje płynąć.

Oznacza to, że pole elektryczne zatrzymuje wszystkie elektrony, nawet te o największej energii. Praca  $eU_h$  tego pola przeliczona na jeden elektron jest równa energii kinetycznej zahamowanego elektronu. Oznaczając wzorem

$$eE_{k\max} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

Energię kinetyczną najszybszego elektronu można zapisać wzorem:

$$eE_{k\max} = eU_h$$

Mierząc potencjał hamujący  $U_h$  można z tego równania obliczyć maksymalną energię i maksymalną prędkość elektronu.

Trzecia sprzeczność z teorią falową objawia się następująco. Teoria falowa dopuszcza możliwość kumulowania energii fali padającej na metal, a więc możliwość opóźniania emisji elektronu do chwili, aż uzyska dostateczną energię. Okazuje się, że takiego efektu nie ma. Emisja elektronu następuje natychmiast, w chwili oświetlenia.

Natomiast nawet długotrwałe oświetlenie falą o częstotliwości mniejszej od granicznej nie wywołuje efektu fotoelektrycznego.

Badania wykazały jeszcze jedną prawidłowość, tym razem zgodną z teorią falową. Stwierdzono mianowicie, że wartość prądu, który płynie w obwodzie jest proporcjonalna do natężenia oświetlenia katody. Jest to oczywiste, gdyż fala o większym natężeniu ma większą energię więc wybija więcej elektronów.

Teoretyczne wyjaśnienie zjawiska fotoelektrycznego podał A. Einstein formułując równanie zwane obecnie równaniem Einsteina - Millikana.

$$h\nu = W + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

W równaniu tym  $\nu$  oznacza częstotliwość światła padającego na fotokatodę,  $h\nu$  jest energią pojedynczego fotonu,  $W$  jest to tak zwana praca wyjścia. **Praca Wyjścia oznacza pracę potrzebną do wyrwania elektronu z sieci krystalicznej fotokatody.** Einstein zinterpretował zjawisko fotoelektryczne jako zderzenie dwu cząstek: fotonu i elektronu związanego w sieci krystalicznej metalu. Jeden foton o energii  $E = h\nu$  wybija jeden elektron, przy czym cała energia fotonu (kwant promieniowania) zostaje zużyta na pokonanie sił wiążących elektron w sieci, a reszta ( $h\nu - W$ ) stanowi energię kinetyczną wybitego elektronu.

Wartość pracy wyjścia  $W$ , jest cechą charakterystyczną metalu, z którego zrobiona jest fotokatoda.

Jeżeli energia kwantu jest zbyt mała (częstotliwość promieniowania mniejsza od granicznej  $\nu < \nu_{gr}$ ) to zjawisko nie występuje.

Zjawisko fotoelektryczne wywoła tylko to promieniowanie, którego foton ma energię większą lub równą pracy wyjścia tzn.  $h\nu \geq W$ . Jeżeli energia kwantu jest równa pracy wyjścia, to elektrony zostają wybite, ale nie mają żadnej prędkości. Dla energii większej od pracy wyjścia:

$$h\nu = h\nu_{gr} + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

$$h\nu = h\nu_{gr} + eU_h$$

Z ostatniego równania wynika, że potencjał hamujący zależy od częstotliwości promieniowania i częstotliwości granicznej. Interpretacja Einsteina wyjaśnia również zależność fotoprądu od natężenia oświetlenia. Im większe jest natężenie oświetlenia, tym więcej fotonów tworzy wiązkę światła, większa ich liczba wybija elektrony, a więc zwiększy się natężenie prądu.

Na rys. 2-5 przedstawiono wykresy, które charakteryzują zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne:

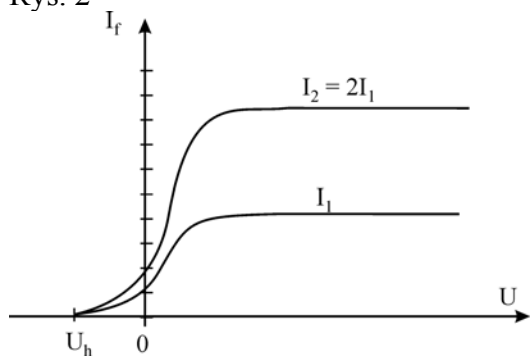
rys. 2  $I_f = f(U)$

rys. 3  $I_f = f(I)$

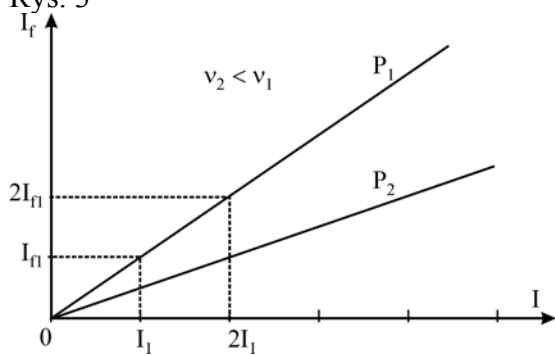
rys. 4  $U_h = f(\nu)$

rys. 5  $E_k = f(\nu)$

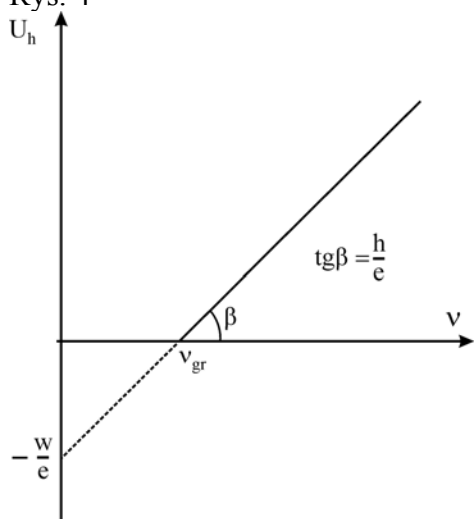
Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4



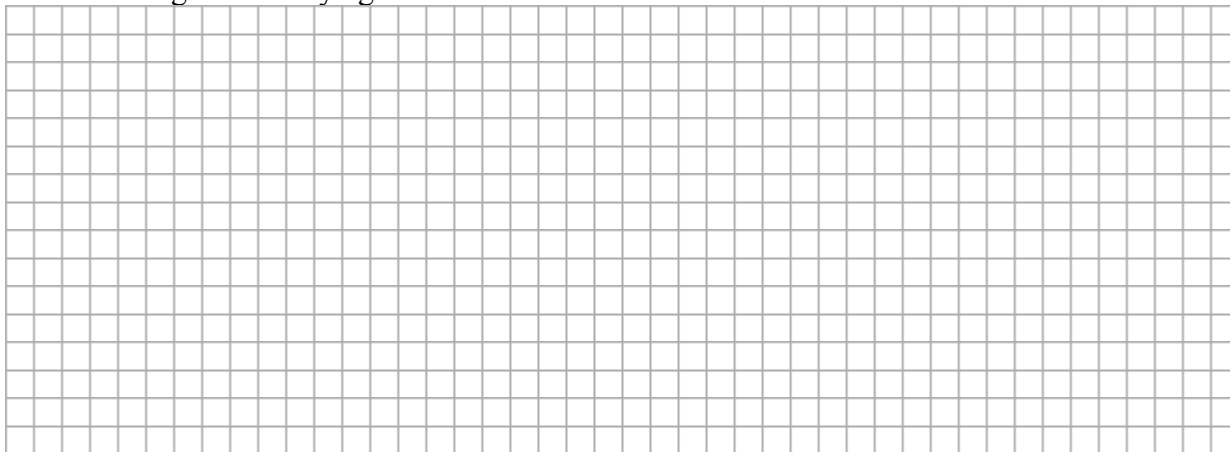


**Zadanie (2 pkt.)**

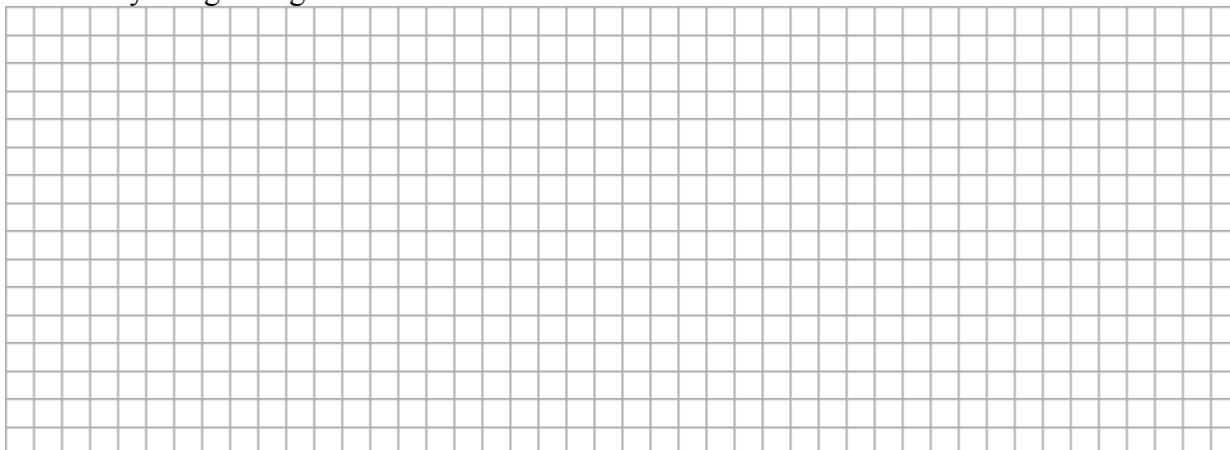
Katoda fotokomórki jest z platyny. Praca wyjścia elektronów z platyny wynosi 5,3 eV.

Wartość napięcia, przy którym zostały zahamowane całkowicie elektrony emitowane z katody była równa 0,8 V.

1. Oblicz długość fali użytego światła.

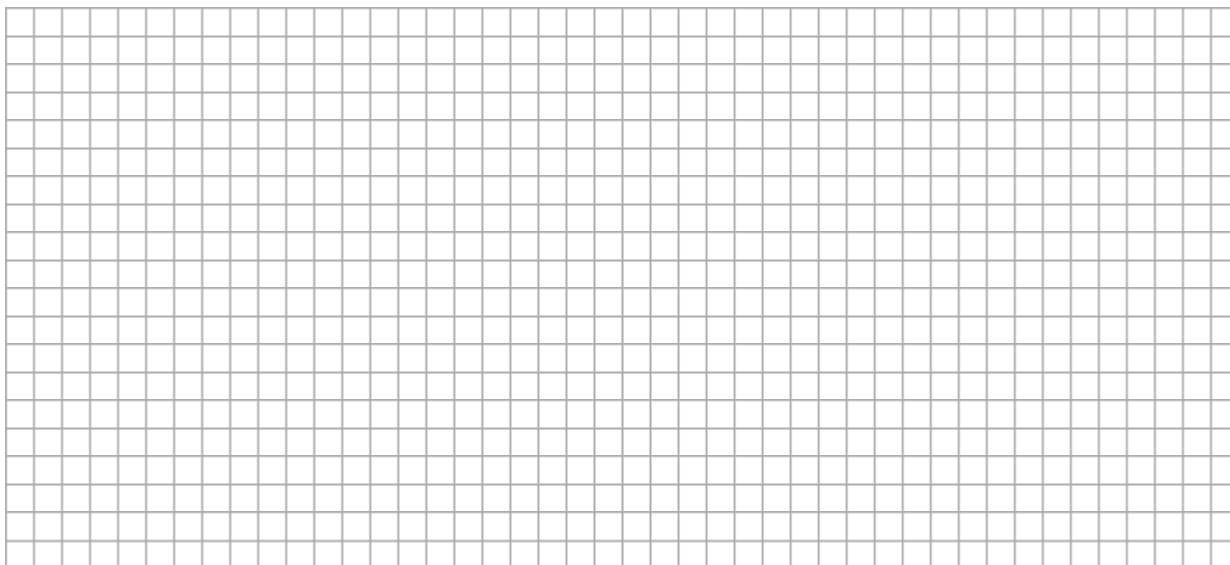


2. Oblicz maksymalną długość fali, przy której jest jeszcze możliwe zachodzenie zjawiska fotoelektrycznego z tego metalu.

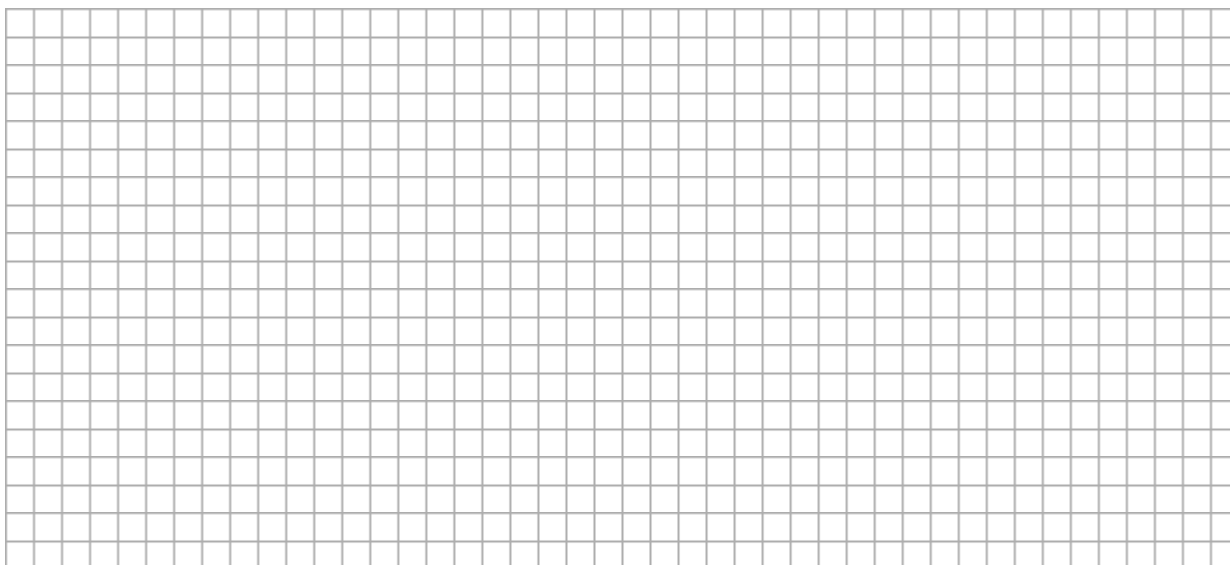


**Zadanie (4 pkt.)**

Oblicz energię fotonów wywołujących zjawisko fotoelektryczne, jeżeli praca wyjścia wynosi 1,9 eV, a napięcie hamujące fotoelektrony ma wartość 1,3 V. Oblicz maksymalną prędkość fotoelektronów.

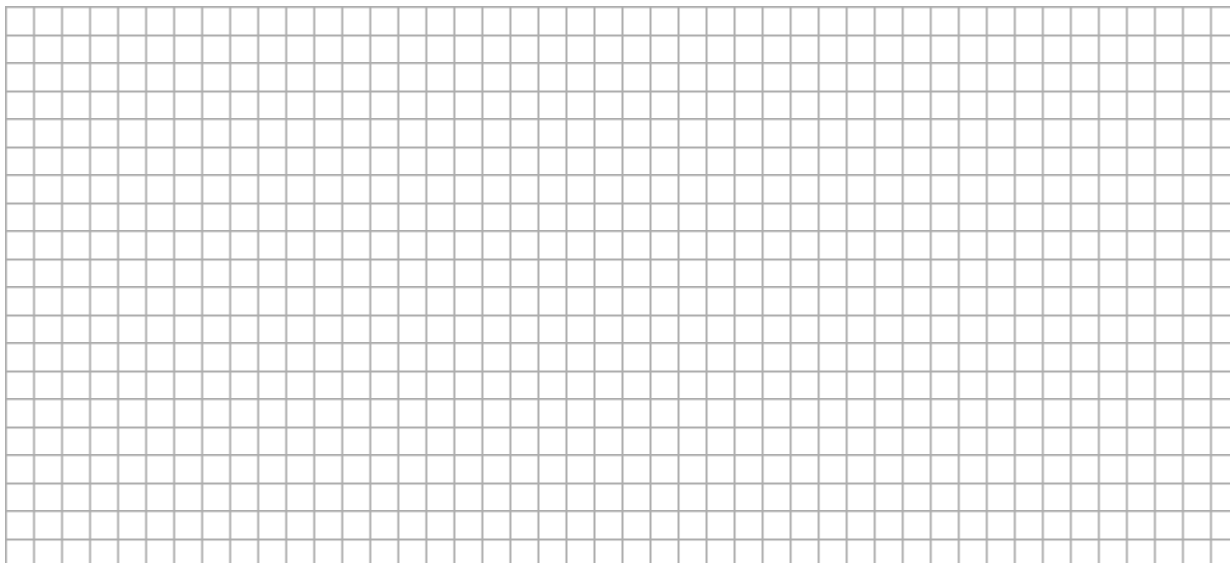
**Zadanie (4 pkt.)**

Na metalową płytkę, dla której praca wyjścia wynosi  $W = 2$  eV padło 500 fotonów o energii 5 eV oraz 600 fotonów, o energii 1,5 eV każdy. Ile elektronów zostało wybitych z płytki?



**Zadanie (5 pkt.)**

Elektrony, emitowane z powierzchni pewnego metalu pod wpływem światła o częstotliwości  $2,2 \cdot 10^{15}$  Hz mają energię 6,6 eV, a emitowane pod wpływem światła o częstotliwości  $4,6 \cdot 10^{15}$  Hz energię 16,5 eV. Oblicz na tej podstawie stałą Plancka.

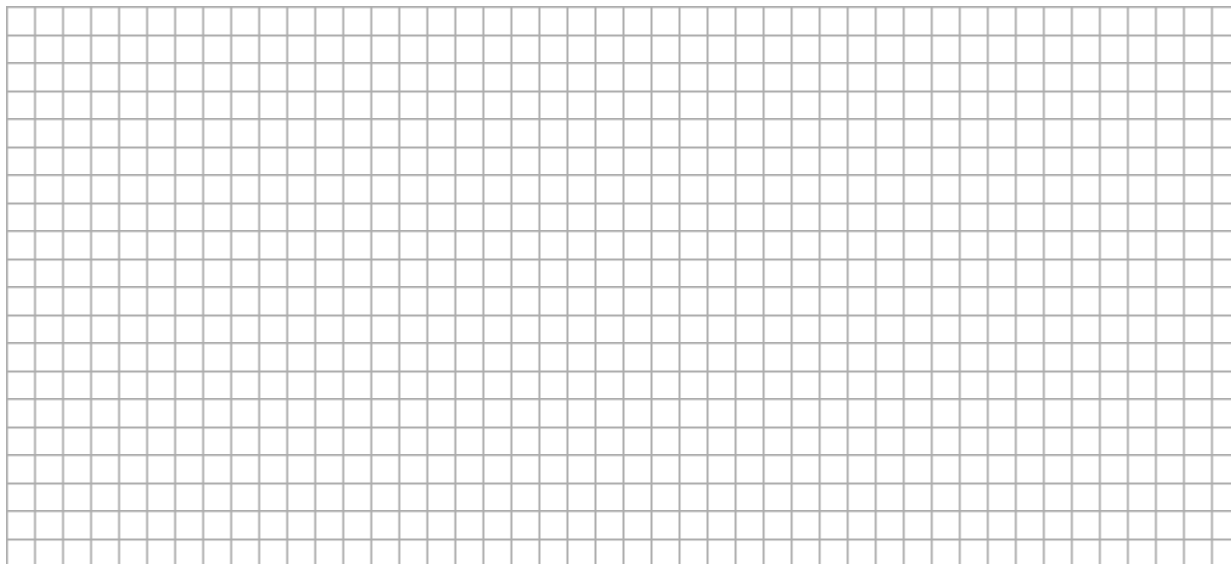




**Matura rozszerzona z fizyki 2006, zadanie 26.1** – zagadnienie omawiane szczegółowo na wykładzie 16 na Kursie Rocznym (poziom drugi)

**Zadanie** (3 pkt.)

Powietrze znajdowało się początkowo w zamkniętym litrowym słoiku o temperaturze  $20^{\circ}\text{C}$  pod ciśnieniem atmosferycznym. Ilorotnie zwiększyło się ciśnienie, jeśli dno słoika ogrzano do temperatury  $100^{\circ}\text{C}$ ?



**Matura rozszerzona z fizyki 2006, zadanie 26.3** – zagadnienie omawiane szczegółowo na wykładzie 14. na Kursie Rocznym (poziom drugi)

**Zadanie** (5 pkt.)

Gdy siatkę dyfrakcyjną oświetlono światłem o długości fali 510 nm, wyznaczono położenie prążka widma drugiego rzędu. Kiedy zastąpiono ją nową siatką dyfrakcyjną o stałej dwukrotnie większej i oświetlono światłem monochromatycznym o innej długości fali okazało się, że położenie prążka w widmie trzeciego rzędu pokrywa się z położeniem prążka drugiego rzędu, wyznaczonym poprzednio. Oblicz długość fali światła użytego za drugim razem. Zilustruj to odpowiednim rysunkiem.

