

39–DUALIZM KORPUSKULARNO FALOWY.

ZJAWISKO FOTOLEKTRYCZNE. FALE DE BROGILE

Fale radiowe	10 – 2000 m
Fale radiowe ultrakrótkie	1 – 10 m
Mikrofale	0,7 μm – 1 m
Podczerwień – IR	0,7 μm – 1 mm
Światło	380 – 780 nm
Ultrafiolet –UV	10 – 380 nm
Promienie X (Rentgena)	0,01 – 10 nm
Promienie γ	< 0,01 nm

Zjawiska falowe: odbicie, załamanie, dyfrakcja, interferencja, polaryzacja

Zjawisko charakterystyczne dla korpus kuł: zjawisko fotoelektryczne

Dualizm korpuskularno-falowy

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne – Wzór Einsteina Millikana

energia fotonu = praca wyjścia elektronu z metalu + energia kinetyczna wybitego elektronu

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

$$W = h\nu_0$$

$$h\nu = W + eU_{\text{hamowania}}$$

Fala de Broglie

Strumieniowi cząstek poruszających się ruchem jednostajnym prostoliniowym posiadającym pęd można przyporządkować falę płaską o długości fali λ .

$$p = mv = \frac{h}{\lambda}$$

Jeśli cząstkę przyspieszono polem elektrostatycznym jednorodnym o różnicy potencjałów U , to

$$\frac{mv^2}{2} = qU \quad i \quad v = \sqrt{\frac{2qu}{m}}$$
$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mqU}}$$

Zasada nieoznaczoności Heisenberga

$$\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$$

ZADANIA

Zadanie 1

Na fotokatodę pokrytą cezem pada światło i wywołuje emisję fotoelektronu, który uzyskuje prędkość $v = 4 \cdot 10^5$ m/s. Obliczyć długość fali padającego światła. Praca wyjścia dla cezu $W = 1,97$ eV.

Odpowiedź: 511 nm

Zadanie 2

Praca wyjścia elektronów z cezowej katody fotokomórki wynosi $W = 3 \cdot 10^{-19}$ J. Fotokomórkę oświetlono światłem o długości fali $\lambda = 4 \cdot 10^{-7}$ m. Jakie minimalne napięcie i w jaki sposób należy przyłożyć do elektrod fotokomórki, aby elektrony nie osiągnęły anody?

Odpowiedź: 1,23 V

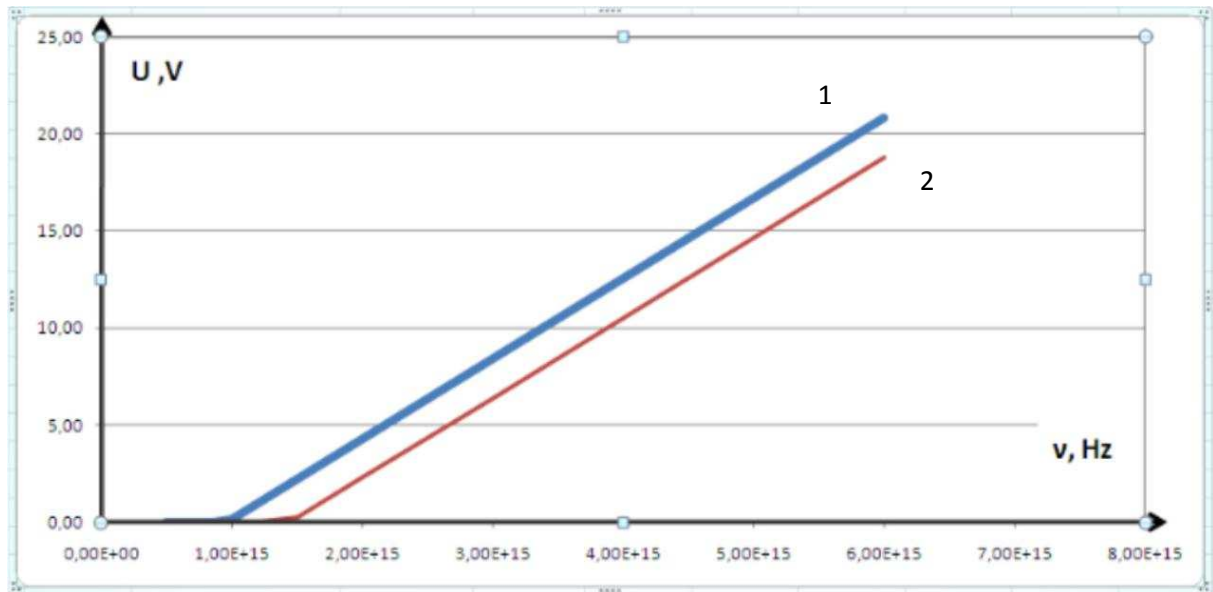
Zadanie 3

Długość graniczna fali promieniowania wywołującego dla określonego metalu emisję fotoelektronu (tzw. próg fotoelektryczny) wynosi $\lambda_0 = 200$ nm. Jaka będzie prędkość emitowanych przez ten metal elektronów, jeśli naświetlimy go promieniowaniem nadfioletowym o długości fali $\lambda = 150$ nm?

Odpowiedź: $8,52 \cdot 10^5$ m/s

Zadanie 4

Poniżej znajdują się wykresy zależności napięć hamowania w fotokomórce od częstotliwości światła.



Wyznacz z nich częstotliwości graniczne oraz prace wyjścia elektronów z metalu w elektronovoltach. Udowodnij, że nachylenie tych prostych w jednakowym układzie współrzędnych musi być stałe.

Odpowiedź:

wykres 1 - $\nu_0 = 1 \cdot 10^{15}$ Hz ; $W = 4,14$ eV

wykres 2 - $\nu_0 = 1,5 \cdot 10^{15}$ Hz ; $W = 6,21$ eV

$$h\nu = W + eU$$

$$U = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$$

Równanie prostej: $y = Ax + B$, gdzie współczynnikiem prostej, a więc tangensem kąta nachylenia prostej względem dodatniego kierunku osi odciętych Ox jest $\frac{h}{e} = const$

Zadanie 5

Zadanie nr 7 z arkusza: Materia, podobnie jak światło, ma dwoistą naturę ... 2 zadania

2008	próbna	rozszerzony	otwarte	10/7	2 zad. - fala de Brogliea	
------	--------	-------------	---------	------	---------------------------	--

Zadanie 6

Zadanie nr 16 z arkusza: Na powierzchnię cynku pada wiązka promieniowania o częstotliwości ... 2 zadania

2008	próbna	podstawowy	otwarte	11/16	fala de Broglie	
------	--------	------------	---------	-------	-----------------	---

Zadanie 7

Zadanie nr 15 z arkusza: Fotony: Oblicz szybkość, z jaką powinien poruszać się elektron ...
Czy światło o takiej długości fali, padające na płytkę cezową może wywołać ...

Zadanie nr 16 z arkusza: Oblicz długość fali de Broglie'a dla protonu poruszającego się z szybkością...

2008	próbna	podstawowy	otwarte	10/15	2 zad. - fotony, zjaw. fotoel.	
------	--------	------------	---------	-------	--------------------------------	---

Zadanie 8

Zadanie nr 14 z arkusza: Oblicz długość fali de Broglie'a elektronu poruszającego się z prędkością o wartości równej...

Nieoznaczoność położenia elektronu jest równa długości odpowiadającej mu fali de Broglie'a. Jaka jest względna niepewność pędu elektronu?...

2007	próbna	podstawowy	otwarte	7/14	fale materii	
------	--------	------------	---------	------	--------------	---

Zadanie 9

Zadanie nr 22 z arkusza: Elektrony w kineskopie telewizyjnym są przyspieszane napięciem 14 kV. Oblicz długość fali de Broglie'a dla padającego na ekran elektronu. Efekty relatywistyczne pomiń.

2007	majowa	podstawowy	otwarte	10/22	fala de Broglie'a	
------	--------	------------	---------	-------	-------------------	---

Zadanie 10

Zadanie nr 23 z arkusza: Oblicz minimalną wartość pędu fotonu, który padając na wykonaną z cezu katodę fotokomórki spowoduje przepływ prądu. Praca wyjścia elektronów z cezu wynosi 2,14 eV.

2007	majowa	podstawowy	otwarte	10/23	fotokomórka	
------	--------	------------	---------	-------	-------------	---

Zadanie 11

Zadanie nr 9 z arkusza: Program 3 Polskiego Radia można odbierać na falach o częstotliwości 98,8MHz. Jaka jest długość emitowanych fal elektromagnetycznych? Przyjmij, że fale rozchodzą w próżni....

Ile fotonów w czasie jednej sekundy emituje stacja nadawcza? Do obliczeń przyjmij moc stacji nadawczej równą 200kW...

2007	próbna	rozszerzony	otwarte	10/9	fotony	
------	--------	-------------	---------	------	--------	---

























Zadanie 12

Zadanie nr 22 z arkusza: Proton, którego długość fali de Broglie'a wynosi 10-11 m, wpada w obszar jednorodnego pola magnetycznego i porusza się w nim po okręgu o promieniu $2 \cdot 10^{-2}$ m. Oblicz wartość indukcji magnetycznej tego pola. Pomiń efekty relatywistyczne...

2005	majowa	podstawowy	otwarte	12/22	fala de Broglie'a a pole mgt.	
------	--------	------------	---------	-------	-------------------------------	---

ZADANIA Z MATUR

Na 6-tej stronie.

rok	forma	profil	typ zadania	strona/zadanie	temat zadania	link do arkusza
2009	próbna	podstawowy	zamknięte	3/8	pęd od dł. fali de Brogliea	
2008	próbna	podstawowy	otwarte	10/15	2 zad. - fotony, zjaw. fotoel.	
2008	próbna	podstawowy	otwarte	11/16	fala de Broglie	
2008	próbna	rozszerzony	otwarte	10/7	2 zad. - fala de Brogliea	
2008	próbna	rozszerzony	otwarte	11/8	2 zad. - zjawisko fotoel.	
2007	próbna	podstawowy	zamknięte	4/8	zjawisko fotoelektryczne	
2007	majowa	podstawowy	zamknięte	2/5	zasada nieoznaczoności	
2007	majowa	podstawowy	otwarte	10/22	fala de Broglie'a	
2007	majowa	podstawowy	otwarte	10/23	fotokomórka	
2007	próbna	rozszerzony	otwarte	10/9	fotony	
2006	próbna	podstawowy	otwarte	9/22	fala de Broglie'a	
2006	majowa	rozszerzony	otwarte	7/25	fotoefekt	
2006	majowa	rozszerzony	otwarte	7/26	laser	
2005-XII	próbna	podstawowy	zamknięte	3/9	zasada nieoznaczoności	
2005-XII	próbna	podstawowy	otwarte	9/18	laser	
2005-XII	próbna	podstawowy	otwarte	9/19	fotokomórka	
2005-XII	próbna	podstawowy	otwarte	10/20	emisja at. wodoru	
2005	majowa	podstawowy	zamknięte	3/6	wynik z laboratorium	
2005	majowa	podstawowy	otwarte	12/22	fala de Broglie'a a pole mgt.	
2005	majowa	rozszerzony	otwarte	10/32	fotokomórka	
2005-I	próbna	podstawowy	zamknięte	2/7	fala de Broglie'a	
2005-I	próbna	podstawowy	otwarte	7/17	ile fotonów	
2005-I	próbna	podstawowy	otwarte	9/23	zjawisko fotoelektryczne	
2004	próbna	podstawowy	zamknięte	3/5	wykres en. kinet. od dł. fali	
2004	próbna	podstawowy	otwarte	10/20	atom wodoru - zasada nieozn.	