

## Pytania i zadania egzaminacyjne z Fizyki II dla Nanotechnologii - lato 2015

### Wartości niektórych stałych

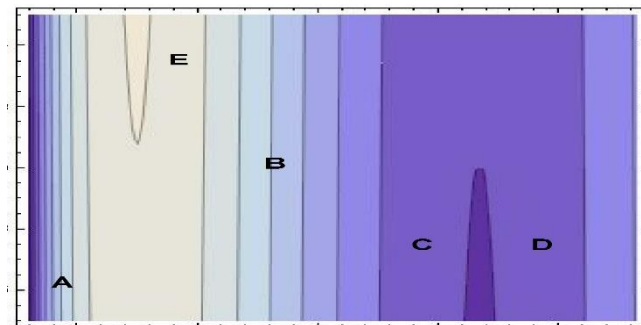
Prędkość światła w próżni  $c=2,99792548 \cdot 10^8$  m/s; stała grawitacji  $G=6,674 \cdot 10^{-11}$  m<sup>3</sup>/(kg·s<sup>2</sup>); ładunek elementarny  $e=1,602 \cdot 10^{-19}$  C; przenikalność elektryczna próżni  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m; przenikalność magnetyczna próżni  $\mu_0=12,57 \cdot 10^{-7}$  H/m; stała Avogadro  $N_A=6,022 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>; stała Plancka  $h=6,626 \cdot 10^{-34}$  J·s; stała Boltzmanna  $k=1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K; stała Wiena  $b=2,9 \cdot 10^{-3}$  m·K; stała Stefana-Boltzmanna  $\sigma=5,67 \cdot 10^{-8}$  W/(m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>); 1 ajm= $1,6605389 \cdot 10^{-27}$  kg= $931,4940$  MeV, masa Ziemi  $M=6 \cdot 10^{24}$  kg.

### Niepewności pomiarowe

1. Błąd pomiarowy (definicja, rodzaje), niepewność pomiarowa, niepewność standardowa (definicje). [•]
2. Metoda typu A i typu B szacowania niepewności pomiarowych. [•]
3. Rozkłady gęstości prawdopodobieństwa: Gaussa i prostokątny w analizie niepewności pomiarowych. [•]
4. Niepewność standardowa całkowita dla pomiarów bezpośrednich i pośrednich. [•]
5. Niepewność maksymalna, jej związek z niepewnością standardową. [•]
6. W wyniku czterokrotnego powtórzenia pomiaru otrzymano następujące wyniki: 127, 145, 132, 136. Oblicz średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe tej średniej. [••]
7. Rezultat pomiarów zapisano w postaci  $x=1,2345(34) \cdot 10^{-5}$ . Jaką wartość ma niepewność standardowa w tych pomiarach? [•]
8. Pomiar pewnej wielkości  $x$  dał wartość 96400, jej niepewność standardową  $u(x)$  określono na 3475. Zapisz rezultat pomiarów w postaci  $x(u(x))$ . [•]
9. Wynik serii  $n=5$ -ciu pomiarów zapisano w następujący sposób:  $\bar{x}=174(13)$ . Podaj przedział, w którym z prawdopodobieństwem 95% znajduje się wartość prawdziwa  $x_p$ . (Współczynnik rozszerzenia  $k=2,776$ ). [•]
10. Pomiar pewnej wielkości wykonano tylko raz, otrzymując wartość 125. Wartość działki elementarnej użytego przyrządu wynosi 5, a obserwator określił niepewność wnoszoną przez niego na 10. Oblicz całkowitą niepewność standardową typu B. [•]
11. W celu wyznaczenia objętości kuli zmierzono kilkakrotnie jej średnicę i otrzymano następujące rezultaty:  $d=2,4$  cm,  $u(d)=0,2$  cm. Oblicz objętość kuli i jej niepewność [••]
12. Aby wyznaczyć okres drgań wahadła matematycznego zmierzono czas  $k=30$  wahań i otrzymano  $t=3,4$  s. Czas mierzono zegarkiem o działce elementarnej  $\Delta t=0,2$  s. Oblicz okres drgań i jego niepewność. [••]
13. Amplituda  $A$  drgań tłumionych maleje w czasie zgodnie z funkcją  $A(t)=A_0 e^{-\alpha t}$ . Wykonano pomiary amplitudy  $A_i$  dla kilku różnych chwil czasu  $t_i$ . Co powinno się odłożyć na osiach układu współrzędnych przygotowanego rysunku, aby otrzymane punkty pomiarowe  $(t_i, A_i)$  ułożyły się w pobliżu linii prostej? [•]
14. Regresja liniowa: odchyłka, metoda najmniejszych kwadratów, sens geometryczny parametrów linii prostej [•]

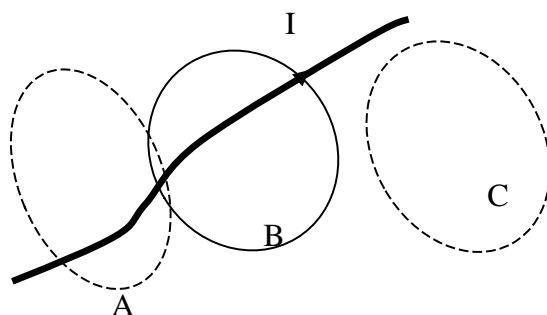
### Elektromagnetyzm

15. Dwa ładunki punktowe o wartościach  $q_1=+5e$  i  $q_2=-4e$  (gdzie  $e$  jest ładunkiem elementarnym) znajdują się w odległości  $l=10$  cm od siebie. Jakie jest natężenie pola elektrycznego w połowie odległości pomiędzy nimi? [••]
16. Graficzne sposoby przedstawienia pola elektrycznego. [•]
17. Zasada superpozycji, podać przykład zastosowania. [•]
18. Strumień pola elektrycznego i strumień pola magnetycznego: definicja, jednostka. [•]
19. Energia potencjalna, potencjał pola elektrycznego. [•]
20. Związek pomiędzy potencjałem a natężeniem pola elektrycznego. [•]
21. Rysunek przedstawia linie równego potencjału (ekwipotencjalne) pewnego pola elektrycznego (im większa wartość potencjału, tym ciemniejsza barwa). Zaznacz na tym rysunku wektory natężenia pola elektrycznego w punktach A, B, C, D i E. [•]

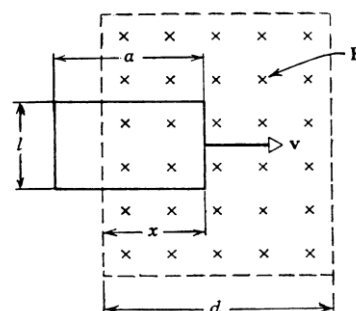


22. Sformułować i zapisać prawo Gaussa dla pola elektrycznego w postaci całkowej. [•]
23. Wewnątrz zamkniętej powierzchni Gaussa znajduje się dipol elektryczny. Jaką wartość ma strumień elektryczny przechodzący przez tę powierzchnię? [•]
24. Korzystając z prawa Gaussa otrzymać równanie na pole elektryczne wytworzone przez nieskończony, równomiernie naładowany prostoliniowy przewodnik. [••]
25. Korzystając z prawa Gaussa otrzymać równanie na pole elektryczne wytworzone przez równomiernie naładowaną płaszczyznę. [••]
26. Korzystając z prawa Gaussa i zasady superpozycji otrzymać równanie na pole elektryczne w nieskończonym, płaskim kondensatorze. [••]
27. Siła Lorentza – napisać równanie na siłę działającą na ładunek elektryczny poruszający się w polach elektrycznym i magnetycznym. [•]
28. Proton o energii kinetycznej  $E_k=30$  keV krąży w płaszczyźnie prostopadłej do jednorodnego pola magnetycznego o indukcji  $B=50$  mT. Oblicz prędkość i promień orbity protonu. [•••]
29. Sformułować i zapisać prawo Gaussa dla pola magnetycznego w postaci całkowej. [•]
30. Natężenie i gęstość prądu elektrycznego – definicje, jednostki, zależność między nimi. [•]
31. Opór, opór właściwy, przewodnictwo właściwe – definicje, jednostki. [•]
32. Prawo Ohma w postaci makroskopowej i mikroskopowej [•]
33. Definicja i jednostka cyrkulacji pola magnetycznego po zamkniętym konturze. [•]
34. Sformułować i zapisać prawo Ampera w postaci całkowej. [•]

35. Korzystając z prawa Ampera otrzymać równanie na pole magnetyczne wytworzone przez prąd płynący w nieskończonym, prostoliniowym przewodzie. [••]
36. Korzystając z prawa Ampera otrzymać równanie na pole magnetyczne we wnętrzu nieskończonej, prostoliniowej cewki mającej  $n$  zwojów na jednostkę długości. [••]
37. Prąd elektryczny o natężeniu  $I$  płynie w przewodniku krzywoliniowym. Jaką wartość ma cyrkulacja pola magnetycznego wzdłuż każdej z trzech poniższych krzywych zamkniętych A, B i C (A i B obejmują przewodnik)? [•]



38. Sformułować i zapisać prawo Faradaya w postaci całkowej. [•]
39. Metalowy pręt o długości  $l=20$  cm porusza się z prędkością  $v=5$  m/s w stałym polu magnetycznym o indukcji  $B=0,4$  T tak, że wektory  $\mathbf{V}$ ,  $\mathbf{B}$  i  $\mathbf{l}$  są do siebie prostopadłe. Obliczyć siłę elektromotoryczną pojawiającą się pomiędzy końcami pręta. [••]
40. Prostokątny obwód o bokach  $a=80$  cm,  $l=40$  cm, oporze  $R=30 \Omega$  porusza się z prędkością  $v=8$  m/s. W chwili  $t=0$  obwód ten zaczyna wchodzić w obszar jednorodnego pola magnetycznego  $B=3$  T (rysunek obok). Określić kierunek przepływu prądu w obwodzie oraz wielkość prądu od moment  $t=0$  do chwili gdy cała ramka znajdzie się w polu magnetycznym. [••]
41. Metalowy pręt o długości  $L=3$  m wiruje zaczepiony na jednym końcu w jednorodnym polu magnetycznym (płaszczyzna obrotu jest prostopadła do pola) o indukcji  $B=15$  mT wykonując  $n=300$  obrotów na minutę. Jakie napięcie pojawi się między końcami pręta? [•••]
42. Magnes spada swobodnie wewnątrz metalowej rurki. Wyjaśnić, dlaczego po pewnym czasie prędkość magnesu nie zwiększa się. [•]
43. Prąd przesunięcia w równaniach Maxwella. [•]
44. Udowodnić, że prąd przesunięcia w płaskim kondensatorze jest równy prądowi przewodzenia w przewodach łączących płytki kondensatora. [••]
45. Jakie są źródła pola elektrycznego a jakie pola magnetycznego? [•]
46. Podać przykład ilustrujący zjawisko powstania pola magnetycznego w wyniku zmieniającego się pola elektrycznego. [•]
47. Zapisać układ równań Maxwella w postaci całkowej. [•]
48. Paramagnetyki, diamagnetyki, ferromagnetyki, antyferromagnetyki. [•]
49. Trzy wektory elektryczne ( $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{D}$ ,  $\mathbf{P}$ ) i trzy wektory magnetyczne ( $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{H}$ ,  $\mathbf{M}$ ). [•]
50. Spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR). [•]



### *Kwanty*

51. Jaka jest w próżni długość fali elektromagnetycznej, której częstotliwość wynosi 10 GHz? Do jakiego zakresu widmowego należy ta fala ? [•]
52. Jaką energię (w eV) ma kwant światła czerwonego o długości fali  $\lambda=600$  nm ? [••]
53. Foton niebieski ( $\lambda=500$  nm) pada na powierzchnię i jest pochłonięty, natomiast foton czerwony ( $\lambda=750$  nm) jest od tej powierzchni całkowicie odbijany. Który foton przekazuje tej powierzchni większy pęd ? [••]
54. Laser emitujący fale o długości  $\lambda=620$  nm ma moc  $P=5$  mW. Ile fotonów wysyła ten laser w czasie  $t=0,1$  s? [•••]
55. Sporządzić wykres zależności napięciowo-prądowej dla fotokomórki. [•]
56. Przyjmując, że praca wyjścia elektronu z sodu wynosi  $L=2,8$  eV, obliczyć graniczną długość fali światła, która wywoła efekt fotoelektryczny. [••]
57. Światło monochromatyczne o długości 450 nm pada na metalową płytkę o pracy wyjścia  $L=1,8$  eV. Jaką maksymalną prędkość mogą osiągnąć wybite elektrony? [••]
58. Promieniowanie Czerenkowa (dla jakich cząstek możliwe, stożek promieniowania).[•]

### *Ciało doskonale czarne*

59. W jakim zakresie widmowym i dla jakiej długości fali znajduje się maksimum intensywności termicznego promieniowania Słońca ( $T_S=5,8$  kK), a w jakim promieniowania termicznego Ziemi ( $T_Z=288$  K). Wykonać stosowne obliczenia. [••]
60. Zdefiniować ciało doskonale czarne i podać przykłady jego realizacji. [•]
61. Prawo Stefana-Boltzmana i prawo przesunięć Wiena. [•]
62. Temperatura ciała doskonale czarnego zmalała o 2,5 %. Jak zmieniała się długość fali, dla której występuje maksymalna intensywność promieniowania termicznego tego ciała? [••]
63. Podać wartość stałej słonecznej dla Ziemi i wyjaśnić jej sens. [•]
64. Gwiazda o temperaturze powierzchniowej  $T=6$  kK ma promień  $R=0,4$  mln km. W jakiej odległości od gwiazdy stała gwiazdowa ma wartość  $S=2000$  W/m<sup>2</sup> ? [•••]
65. Gwiazda o temperaturze powierzchniowej  $T=6$  kK ma promień  $R=0,7$  mln km. W jakiej odległości od gwiazdy musi krążyć planeta odbijająca 25 % padającego promieniowania, aby średnia temperatura powierzchni planety wynosiła 20°C ? [•••]
66. Wyjaśnić przyczyny powstawania efektu cieplarnianego na Ziemi, obliczyć przyrost temperatury w modelu atmosfery jednowarstwowej (przyjąć albedo  $A=0.3$ ). [••]

### *Fizyka jądrowa*

67. Klasyfikacja cząstek elementarnych (leptony, kwarki, bozony pośredniczące) i oddziaływań podstawowych. [•]
68. Defekt masy, energia wiązania (definicje), zależność energii wiązania jądra przypadająca na jeden nukleon od liczby masowej jądra (sporządzić rysunek). [•]
69. Jakie wnioski dotyczące energii wydzielanej w reakcjach jądrowych (syntezy i rozpadu) można wyciągnąć z rysunku w poprzednim pytaniu? [•]
70. Rodzaje rozpadów promieniotwórczych, prawo rozpadu promieniotwórczego, czas połowicznego rozpadu, aktywność właściwa próbki [•]

71. Okres połowicznego rozpadu  $^{14}_6\text{C}$  wynosi około 5730 lat. W znalezionych szczątkach kopalnych stwierdzono czterokrotnie niższą zawartość  $^{14}_6\text{C}$  niż w atmosferze. Oblicz wiek znalezionych szczątków. [••]
72. Obliczyć energię (w MeV) wydzielającą się w reakcji jądrowej:  $^7_3\text{Li} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^8_4\text{Be} + ^1_0\text{n}$ . Masy (w ajm) cząstek wstępujących w tej reakcji są równe:  $n=1,00866$ ;  $^2\text{H}=2,01410$ ;  $^7\text{Li}=7,01601$ ;  $^8\text{Be}=8,00531$ . [••]
73. Spoczywająca cząstka o masie  $M=1,8$  GeV rozpada się na dwie takie same cząstki, z których każda porusza się z prędkością  $v=0,98 \cdot c$ . Obliczyć masę i pęd tych cząstek. [••]
74. Jakiej minimalnej energii (w MeV) potrzeba, aby rozbić  $^4\text{He}$  (4,00151 ajm) na deuteron (2,01410 ajm), proton (1,00728 ajm) i neutron (1,00866 ajm)? [••]
75. Korzystając z danych dotyczących mas atomów, obliczyć średnią energię (w MeV) wiązania przypadającą na jeden nukleon dla jądra  $^{12}\text{C}$  (12,00000 ajm) oraz energię potrzebną do rozdzielenia tego jądra na 3 takie same cząstki. [•••]

### *Fizyka relatywistyczna*

76. Przedstawić założenia szczególnej teorii względności. [•]
77. Nieinwariantność zdarzeń równoczesnych, przykład. [•]
78. Wyprowadzić równanie na spowolnienie poruszających się zegarów. [•]
79. Przedyskutować paradoks bliźniąt. [•]
80. Równanie na skrócenie długości poruszających się przedmiotów, zastosowania. [•]
81. Przedyskutować paradoks tyczki i stodoły. [•]
82. Czas własny życia mezonu wynosi 2,2  $\mu\text{s}$ . Jaką odległość przebędzie ten mezon w układzie odniesienia, w którym jego prędkość jest równa 0,6  $c$ ? Jaką będzie ta droga z punktu widzenia mezonu? [••]
83. Jaka różnica potencjałów przyspieszy spoczywający elektron do prędkości 0,9  $c$ ? [•••]
84. Jaką pracę trzeba wykonać aby zwiększyć prędkość protonu z  $v_1=0,5c$  do  $v_2=0,9c$ ? [•••]
85. Jaką prędkość ma elektron o energii kinetycznej  $T=2$  MeV? Energia spoczynkowa elektronu  $E_0=mc^2=0,511$  MeV [••]
86. Udowodnić, że  $E^2 - c^2p^2 = m^2c^4$ . [••]
87. Korzystając z równości z poprzedniego zadania pokazać, że gdy cząstka o masie  $m$  ma energię kinetyczną  $T$ , to jej pęd  $p$  jest równy  $p = \frac{1}{c}\sqrt{T(T + 2mc^2)}$ . [••]
88. Cząstka o masie  $m$  i energii kinetycznej  $T$  zderza się z taką samą cząstką spoczywającą. Obliczyć, jaka jest masa i prędkość cząstki powstałej z połączenia tych dwóch cząstek. [•••]
89. Grawitacyjna dylatacja czasu. [•]
90. Po jakim czasie różnica wskazań dwu takich samych zegarów na powierzchni Ziemi – jeden znajduje się o  $H=30$  m ponad drugim – będzie równa 1 ns? [•••]