

PRĄD ELEKTRYCZNY

Natężenie i gęstość prądu elektrycznego

1. Przez drut aluminiowy o średnicy d i długości l przepływa prąd o natężeniu I . Gęstość prądu w drucie wynosi:

- (A) $\frac{I}{\pi d^2 l}$
 (B) $\frac{I}{\pi d^2}$
 (C) $\frac{4I}{\pi d^2 l}$
 (D) $\frac{4I}{\pi d^2}$
 (E) $\frac{I}{l}$

2. Przez drut aluminiowy o średnicy 2,4 mm przepływa prąd o natężeniu 1A. Gęstość prądu w drucie wynosi $2,2 \cdot 10^9$ A/cm², przy czym n jest równe:

- (A) -2
 (B) -1
 (C) 0
 (D) 1
 (E) 2

3. Drut aluminiowy o średnicy 2,4 mm jest połączony z drutem miedzianym o średnicy 1,2 mm. Jeżeli przez te druty przepływa prąd o natężeniu 1A, to (pomijając otoczenie złącza) gęstość prądu jest równa:

- (A) 22,1 A/cm²
 (B) 55,3 A/cm²
 (C) 88,5 A/cm²

- (D) 22,1 A/cm² w drucie aluminiowym i 88,5 A/cm² w miedzianym
 (E) 88,5 A/cm² w drucie aluminiowym i 22,1 A/cm² w miedzianym

4. Jeżeli w przewodniku n swobodnych elektronów przypada na jednostkę objętości, a gęstość prądu jest równa j , to prędkość unoszenia elektronów wynosi:

- (A) $\frac{1}{jne}$
 (B) $\frac{j}{ne}$
 (C) $\frac{ne}{j}$
 (D) $\frac{j^2}{ne}$
 (E) jne

e — ładunek elementarny

5. W pewnym metalu, o gęstości ρ i masie molowej μ , na każdy atom przypada jeden elektron swobodny. Koncentracja elektronów przewodnictwa (liczba elektronów przewodnictwa w jednostce objętości) wynosi:

- (A) $\frac{\mu}{\rho N_A}$
 (B) $\frac{\rho \mu}{N_A}$
 (C) $\frac{N_A \mu}{\rho}$
 (D) $\rho \mu N_A$
 (E) $\frac{\rho N_A}{\mu}$

N_A — liczba Avogadra

6. Jeżeli na każdy atom przypada jeden elektron swobodny, to koncentracja elektronów przewodnictwa w drucie miedzianym ($\rho = 9$ g/cm³, $\mu = 64$ g/mol) wynosi $8,4 \cdot 10^9$ cm⁻³, gdzie n jest równe:

- (A) 18
 (B) 20
 (C) 22
 (D) 24
 (E) 26

7. Jeżeli przez drut z zadania 6. przepływa prąd o gęstości $88,5 \text{ A/cm}^2$, to prędkość unoszenia elektronów przewodnictwa wynosi:

- (A) $6,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
- (B) $6,6 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$
- (C) $1,5 \cdot 10^2 \text{ cm/s}$
- (D) $6,6 \cdot 10^3 \text{ cm/s}$
- (E) $6,6 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

8. Jeżeli w drucie miedzianym z zadania 7. płynie prąd o gęstości $88,5 \text{ A/cm}^2$, to odległość równą $6,58 \text{ cm}$ elektrony pokonują w czasie:

- (A) $1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$
- (B) $1 \cdot 10^{-2} \text{ s}$
- (C) $1 \cdot 10^{-1} \text{ s}$
- (D) $1 \cdot 10^2 \text{ s}$
- (E) $1 \cdot 10^3 \text{ s}$

9. Prędkość unoszenia elektronów przewodnictwa w typowych metalach wyrażona w m/s jest rzędu $1 \cdot 10^n$, przy czym n ma wartość:

- (A) -6
- (B) -4
- (C) -2
- (D) 2
- (E) 4

10. Prąd o natężeniu 1 A płynie w drucie miedzianym o przekroju 1 mm^2 . Jeżeli średnia prędkość unoszenia elektronów przewodnictwa ma wartość $7,4 \cdot 10^{-2}$, to jest ona wyrażona w:

- (A) mm/s
- (B) cm/s
- (C) dm/s
- (D) m/s
- (E) km/s

11. Jeżeli pole przekroju drutu z zadania 10. zwiększy się dwukrotnie, to przy tej samej prędkości unoszenia elektronów, w przewodniku płynie prąd o natężeniu:

- (A) $0,25 \text{ A}$
- (B) $0,50 \text{ A}$
- (C) 1 A
- (D) 2 A
- (E) 4 A

12. Średnia prędkość ruchu chaotycznego elektronów przewodnictwa w miedzi jest równa $1,6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Jeżeli gęstość prądu w drucie miedzianym wynosi $88,5 \text{ A/cm}^2$, to iloraz prędkości unoszenia elektronów i ich średniej prędkości ruchu chaotycznego wynosi około (patrz zad. 9.):

- (A) $4 \cdot 10^{-13}$
- (B) $4 \cdot 10^{-11}$
- (C) $2,4 \cdot 10^9$
- (D) $4 \cdot 10^{11}$
- (E) $4 \cdot 10^{13}$

13. Jeżeli przez przewodnik płynie prąd o natężeniu $0,5 \text{ A}$, to przez przekrój poprzeczny tego przewodnika w czasie 5 min przepływa ładunek:

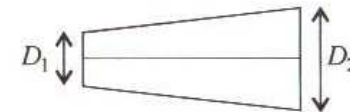
- (A) $1,7 \text{ mC}$
- (B) $0,1 \text{ C}$
- (C) $2,5 \text{ C}$
- (D) 150 C
- (E) 600 C

14. Jeżeli opór przewodnika z zadania 13. wynosi 100Ω , to w czasie 5 min przez przekrój poprzeczny tego przewodnika przechodzi $9 \cdot 10^{19}$ elektronów, przy czym n jest równe:

- (A) 16
- (B) 17
- (C) 19
- (D) 20
- (E) 21

15. Przez stożkowy przewodnik miedziany (rys.) o oporze właściwym ρ płynie prąd o natężeniu I . Gęstość prądu w przekrojach D_1 i D_2 jest odpowiednio równa:

- (A) $\frac{I}{\pi D_1^2}$ i $\frac{I}{\pi D_2^2}$
- (B) $\frac{2I}{\pi D_1^2}$ i $\frac{2I}{\pi D_2^2}$
- (C) $\frac{4I}{\pi D_1^2}$ i $\frac{4I}{\pi D_2^2}$
- (D) $\frac{I}{\pi D_1}$ i $\frac{I}{\pi D_2}$
- (E) $\frac{2I}{\pi D_1}$ i $\frac{2I}{\pi D_2}$



16. Natężenie pola elektrycznego w przekrojach D_1 i D_2 przewodnika z zadania 15. jest równe:

- (A) $\frac{I\rho}{\pi D_1^2}$ i $\frac{I\rho}{\pi D_2^2}$
 (B) $\frac{4I}{\pi\rho D_1^2}$ i $\frac{4I}{\pi\rho D_2^2}$
 (B) $\frac{4I\rho}{\pi D_1^2}$ i $\frac{4I\rho}{\pi D_2^2}$
 (B) $\frac{I\rho}{\pi D_1}$ i $\frac{I\rho}{\pi D_2}$
 (B) $\frac{2I\rho}{\pi D_1}$ i $\frac{2I\rho}{\pi D_2}$

17. Okrąg o promieniu $R = 0,5$ m wiruje z okresem $T = 1$ ms wokół osi prostopadłej do płaszczyzny okręgu i przechodzącej przez jego środek. Okrąg naładowany jest ze stałą gęstością liniową $\lambda = 10^{-3}$ C/m. Natężenie prądu wytworzonego przez ten ładunek jest równe:

- (A) 3,14 mA
 (B) 785 mA
 (C) 1,57 A
 (D) 3,14 A
 (E) 6,28 A

18. Jeżeli okrąg z zadania 17. obracałby się wokół średnicy, to natężenie prądu byłoby równe:

- (A) 3,14 mA
 (B) 785 mA
 (C) 1,57 A
 (D) 3,14 A
 (E) 6,28 A

19. Kula o promieniu 0,5 m naładowana ze stałą gęstością powierzchniową 10^{-8} C/m² wiruje dookoła swej osi z prędkością kątową 100 rad/s. Całkowite natężenie prądu związanego z ruchem ładunku, przechodzącego przez półpłaszczyznę, której krawędzią jest oś obrotu, wynosi:

- (A) 0,5 μ A
 (B) 2 μ A
 (C) 5 μ A
 (D) 0,5 A
 (E) 2 A

20. Natężenie pola elektrycznego przy powierzchni naładowanej kuli o promieniu R wynosi E . Kula obraca się z okresem T wokół osi przechodzącej przez jej środek. Całkowite natężenie prądu związanego z ruchem ładunku wynosi:

- (A) $\frac{ER^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{1}{T}$
 (B) $\frac{ER^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} T$
 (C) $4\pi\epsilon_0\epsilon_r ER^2 \frac{1}{T^2}$
 (D) $4\pi\epsilon_0\epsilon_r ER^2 \frac{1}{T}$
 (E) $4\pi\epsilon_0\epsilon_r ER^2 T$

ϵ_0 — przenikalność elektryczna próżni
 ϵ_r — stała dielektryczna środowiska wokół kuli

21. Rura do wyładowań wypełniona jest wodorem, a między katodą i anodą przyłożone jest odpowiednie wysokie napięcie. Jeżeli przez przekrój poprzeczny rury przechodzi w jednej sekundzie $7,9 \cdot 10^{18}$ elektronów w stronę anody i $2,8 \cdot 10^{18}$ protonów w stronę katody, to natężenie prądu w rurze wynosi:

- (A) 0
 (B) 0,45 A
 (C) 0,82 A
 (D) 1,26 A
 (E) 1,71 A

22. Drut miedziany i żelazny mają taką samą długość i do każdego z nich przyłożona jest ta sama różnica potencjałów. Jeżeli przez oba druty przepłyną prądy o tym samym natężeniu, to stosunek promienia przekroju poprzecznego drutu miedzianego do promienia drutu żelaznego jest równy:

- (A) 0,03
 (B) 0,2
 (C) 0,4
 (D) 0,6
 (E) 0,8

Opór właściwy
 dla miedzi $\rho_{Cu} = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ω m
 dla żelaza $\rho_{Fe} = 1,0 \cdot 10^{-7}$ Ω m

23. Do każdego z dwóch, jednakowej długości drutów: miedzianego i żelaznego, przyłożona jest ta sama różnica potencjałów. Jeżeli natężenie prądu w drutach jest jednakowe, to promienie przekroju poprzecznego drutu miedzianego r_1 i drutu żelaznego r_2 spełniają związek:

- (A) $r_1 : r_2 = \sqrt{\rho_{Cu}} : \sqrt{\rho_{Fe}}$
 (B) $r_1 : r_2 = \sqrt{\rho_{Fe}} : \sqrt{\rho_{Cu}}$
 (C) $r_1 : r_2 = \rho_{Cu} : \rho_{Fe}$
 (D) $r_1 : r_2 = \rho_{Fe} : \rho_{Cu}$
 (E) $r_1 : r_2 = \rho_{Cu}^2 : \rho_{Fe}^2$

24. Dla drutów z zadania 23. stosunek gęstości prądu w drucie miedzianym do gęstości prądu w drucie żelaznym jest równy:

- (A) $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^{-2}$
 (B) $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^{-1}$
 (C) 1
 (D) $\frac{r_1}{r_2}$
 (E) $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$

25. Miedziana sztabka ma wymiary $5\text{ cm} \cdot 5\text{ cm} \cdot 5\text{ mm}$. Opór właściwy miedzi ($t = 20^\circ\text{C}$) wynosi $1,7 \cdot 10^{-8}\ \Omega\text{m}$. Opór między dwiema przeciwległymi ścianami kwadratowymi wynosi:

- (A) $3,4 \cdot 10^{-10}\ \Omega$
 (B) $3,4 \cdot 10^{-9}\ \Omega$
 (C) $8,5 \cdot 10^{-8}\ \Omega$
 (D) $3,4 \cdot 10^{-8}\ \Omega$
 (E) $8,5 \cdot 10^{-7}\ \Omega$

26. Opór między dwiema przeciwległymi ścianami prostokątnymi sztabki z zadania 25. wynosi:

- (A) $8,5 \cdot 10^{-11}\ \Omega$
 (B) $3,4 \cdot 10^{-9}\ \Omega$
 (C) $3,4 \cdot 10^{-8}\ \Omega$
 (D) $3,4 \cdot 10^{-7}\ \Omega$
 (E) $3,4 \cdot 10^{-6}\ \Omega$

27. Dwa pręty z materiałów o oporach właściwych ρ_1 i ρ_2 mają taką samą długość oraz kwadratowy przekrój poprzeczny. Jeżeli opory obu prętów są takie same, to stosunek długości krawędzi obu przekrojów a_1/a_2 jest równy:

- (A) $\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^{-2}$
 (B) $\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^{-\frac{1}{2}}$
 (C) $\frac{\rho_1}{\rho_2}$
 (D) $\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^{\frac{1}{2}}$
 (E) $\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^2$

28. Jeżeli dwa pręty o tej samej długości, wykonane z materiałów o oporach właściwych ρ_1 i ρ_2 , z których pierwszy ma kwadratowy przekrój poprzeczny o krawędzi a , a drugi kołowy przekrój o promieniu r , mają taki sam opór elektryczny, to iloraz a/r powinien być równy:

- (A) $\sqrt{\frac{1}{\pi\rho_2}}$
 (B) $\sqrt{\frac{\pi\rho_1}{\rho_2}}$
 (C) $\sqrt{\frac{\pi\rho_2}{\rho_1}}$
 (D) $\frac{\pi\rho_1}{\rho_2}$
 (E) $\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^2$

29. Drut o oporze R został wydłużony tak, że względny przyrost jego długości wynosi 30%. Jeżeli podczas wydłużania nie uległy zmianie ani opór właściwy, ani gęstość materiału, z którego drut jest wykonany, to po wydłużeniu opór drutu jest równy:

- (A) $1,14 R$
 (B) $1,30 R$
 (C) $1,69 R$
 (D) $3,33 R$
 (E) $11,11 R$

30. Drut stalowy ($\rho_1 = 1,8 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$) i takiej samej długości drut żelazny ($\rho_2 = 1,0 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$) mają przekroje poprzeczne o jednakowym polu powierzchni. Jeżeli połączymy ze sobą oba druty, a między pozostałe dwa końce przyłożymy napięcie U , to na każdym z drutów będą następujące napięcia:

	drut stalowy	drut żelazny
(A)	0,82 U	0,18 U
(B)	0,36 U	0,64 U
(C)	0,64 U	0,36 U
(D)	0,5 U	0,5 U
(E)	U	U

31. Jeżeli każdy z drutów z zadania 30. ma długość 0,5 m, a napięcie $U = 10 \text{ V}$, to natężenie pola elektrycznego w obu drutach jest następujące:

	drut stalowy	drut żelazny
(A)	3,6 V/m	6,4 V/m
(B)	7,2 V/m	12,8 V/m
(C)	10,0 V/m	10,0 V/m
(D)	12,8 V/m	7,2 V/m
(E)	12,8 V/m	23,0 V/m

32. Stosunek gęstości prądu w drucie stalowym z zadania 30. do gęstości prądu w drucie żelaznym wynosi:

- (A) 0,8
 (B) 1,0
 (C) 1,3
 (D) 1,8
 (E) 3,2

33. Metalowy pręt ma długość l i średnicę przekroju poprzecznego d . Opór między jego końcami jest równy R , stąd opór właściwy metalu wynosi:

- (A) $\frac{4Rl}{\pi d^2}$
 (B) $\frac{4l}{R\pi d^2}$
 (C) $\frac{R\pi d^2}{4l}$
 (D) $\frac{R\pi d^2}{l}$
 (E) $\frac{l}{R\pi d^2}$

34. Jeżeli z tego samego metalu, z którego wykonany jest pręt z zadania 33., wykonany zostanie sześcian o krawędzi a , to opór między przeciwległymi ścianami sześcianu będzie równy:

- (A) $\frac{R\pi d^2}{4la^2}$
 (B) $\frac{R\pi d^2}{4la}$
 (C) $\frac{R\pi d^2}{la}$
 (D) $\frac{R\pi d^2}{la^2}$
 (E) $\frac{R\pi d^2 a^2}{4l}$

35. Aby opór drutu stalowego ($\rho = 1,8 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$) o długości 20 km był równy 2Ω , pole przekroju poprzecznego tego drutu powinno być równe:

- (A) 1,8 mm²
 (B) 1,8 cm²
 (C) 1,8 m²
 (D) 18 mm²
 (E) 18 cm²

36. Jeżeli z materiału z zadania 35. wykonany zostanie tej samej długości drut o średnicy przekroju 5 mm, to jego opór będzie równy około:

- (A) 3 Ω
 (B) 18,3 Ω
 (C) 46 Ω
 (D) 183 Ω
 (E) 460 Ω

37. Aby opór przewodnika miedzianego (współczynnik temperaturowy oporu właściwego jest równy $3,9 \cdot 10^{-3} (\text{°C})^{-1}$) wzrósł o 20% w porównaniu z oporem w temperaturze 0°C, jego temperatura powinna być równa:

- (A) 51,3°C
 (B) 78°C
 (C) 513°C
 (D) 780°C
 (E) 5130°C

38. Dla manganinu współczynnik temperaturowy oporu właściwego jest równy $1,0 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$, a temperatura topnienia wynosi 910°C . Aby drut wykonany z tego materiału nie uległ stopieniu, jego opór, względem oporu w temperaturze 0°C , może wzrosnąć o:

- (A) 0,9 ‰
 (B) 0,9 %
 (C) 9 %
 (D) 90 ‰
 (E) 90 %

39. Aby opór drutu z zadania 38. wzrósł o 100 % względem oporu w temperaturze 0°C , temperatura drutu powinna być równa:

- (A) 10^1°C
 (B) 10^2°C
 (C) 10^3°C
 (D) 10^4°C
 (E) 10^5°C

40. Gdy temperatura pręta stalowego wzrośnie o 1°C , to jego opór R , długość l i pole przekroju poprzecznego S zmienią się o:

	$\frac{\Delta R}{R} [\%]$	$\frac{\Delta l}{l} [\%]$	$\frac{\Delta S}{S} [\%]$
(A)	0,3	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$
(B)	0,3	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
(C)	3	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
(D)	3	$4,7 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
(E)	30	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$

Współczynnik rozszerzalności liniowej stali wynosi $1,1 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$

Współczynnik temperaturowy oporu właściwego jest równy $3,0 \cdot 10^{-3} (\text{°C})^{-1}$

41. Gdy długość pręta stalowego z zadania 40. $l = 1 \text{ m}$, pole przekroju poprzecznego $S = 0,6 \text{ mm}^2$, a przyrost temperatury $\Delta t = 1\text{°C}$, to opór tego pręta, jego długość oraz pole przekroju poprzecznego wzrosną odpowiednio o:

opór (Ω) długość (mm) przekrój (mm^2)

(A)	$9 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
(B)	$9 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$
(C)	$9 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
(D)	$9 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
(E)	$9 \cdot 10^{-2}$	4,7	$1,3 \cdot 10^{-5}$

opór właściwy stali $\rho = 1,8 \cdot 10^{-7} \Omega \text{m}$

42. Przy obliczaniu oporu właściwego przewodzącego pręta na podstawie wzoru $\rho = RS/l$, wystarczy wziąć pod uwagę (patrz zad. 40.):

- 1 — zależność oporu R od temperatury
 2 — zależność pola przekroju poprzecznego S od temperatury
 3 — zależność długości l od temperatury

- (A) tylko 1
 (B) tylko 2
 (C) tylko 3
 (D) tylko 1 i 2
 (E) tylko 2 i 3

43. Przy wyłączonym silniku jego miedziane uzwojenie ma temperaturę 20°C , a opór $R = 100 \Omega$. Współczynnik temperaturowy oporu przy temperaturze $t = 0\text{°C}$ dla miedzi wynosi $3,9 \cdot 10^{-3} (\text{°C})^{-1}$. Jeżeli w trakcie pracy silnika opór uzwojenia wzrósł o 10Ω , to jego temperatura wynosi około:

- (A) 28°C
 (B) 40°C
 (C) 48°C
 (D) 150°C
 (E) 200°C

44. Do pręta o długości l i średnicy d przekroju poprzecznego, przyłożone jest napięcie U . Przy podwojeniu: napięcia, długości i średnicy przekroju tego pręta, prędkość unoszenia elektronów w pręcie:

- (A) zmaleje 4 razy
 (B) zmaleje 2 razy
 (C) nie zmieni się
 (D) wzrośnie 2 razy
 (E) wzrośnie 4 razy

