

Imię i nazwisko: _____
(nazwisko proszę wpisać drukowanymi literami)

Tabela odpowiedzi:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
D	C	B	D	A	D	A	A	B	D	A	A	B	D	B	C

1. Różnica potencjałów pomiędzy punktami A i B odległymi o 3 m i o 1 m od ładunku punktowego $4 \cdot 10^{-6}$ C ma wartość ($k=9 \cdot 10^9$ N·m²·C⁻²):

A. $U_{AB} = 18 \cdot 10^3$ V	B. $U_{AB} = 9 \cdot 10^3$ V	C. $U_{AB} = 12 \cdot 10^3$ V	D. $U_{AB} = 24 \cdot 10^3$ V
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

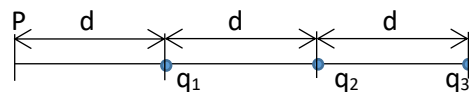
Potencjał elektryczny. W punkcie A potencjał wynosi $V_A = \frac{kQ}{r_A} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{3}$.

Potencjał w punkcie B wynosi $V_B = \frac{kQ}{r_B} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{1}$. Różnica potencjałów $U_{AB} = |V_A - V_B|$

2. Potencjał w punkcie P pola elektrycznego trzech ładunków punktowych q_1, q_2, q_3 jest równy zero. Jeżeli ładunek $q_1 = 3q_2$, to ładunek q_3 spełnia równanie:

A. $q_3 = -\frac{25}{2}q_2$	B. $q_3 = -\frac{23}{2}q_2$	C. $q_3 = -\frac{21}{2}q_2$	D. $q_3 = -\frac{19}{2}q_2$
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

Potencjał w punkcie P wynosi $V_P = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2} + \frac{kq_3}{r_3}$



$$V_P = \frac{k3q_2}{d} + \frac{kq_2}{2d} + \frac{kq_3}{3d} = 0$$

$$V_P = \frac{6}{6} \cdot \frac{k3q_2}{d} + \frac{3}{3} \cdot \frac{kq_2}{2d} + \frac{2}{2} \cdot \frac{kq_3}{3d} = 0$$

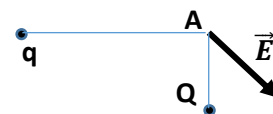
$$\frac{k18q_2}{6d} + \frac{k3q_2}{6d} + \frac{k2q_3}{6d} = 0 = k \frac{18q_2 + 3q_2 + 2q_3}{6d}$$

$$18q_2 + 3q_2 + 2q_3 = 0$$

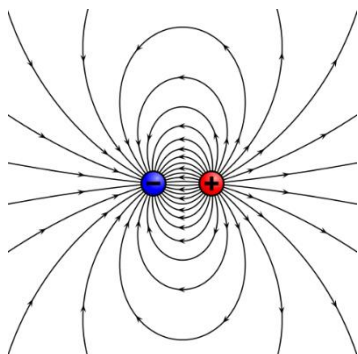
$$21q_2 = -2q_3$$

$$\frac{21}{2}q_2 = -q_3$$

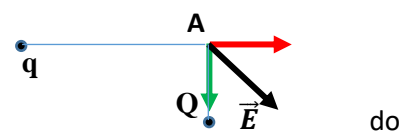
3. Jeśli wektor natężenia pola elektrostatycznego wytwarzanego przez dwa ładunki punktowe q i Q jest w punkcie A skierowany tak jak na rysunku obok, to znaki tych ładunków spełniają warunki:



A. $q > 0, Q > 0$	B. $q > 0, Q < 0$	C. $q < 0, Q < 0$	D. $q < 0, Q > 0$
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------



Na rysunku poniżej wektor natężenia pola elektrycznego od ładunku Q oznaczono strzałką zieloną, od ładunku q – strzałką czerwoną. Zgodnie z umową (rys. po lewej): wektor natężenia pola od ładunku dodatniego jest skierowany na zewnątrz od tego ładunku, natomiast od ładunku ujemnego wewnątrz (czyli w stronę tego ładunku).



Jedynie podana konfiguracja wektorów czerwonego i zielonego daje wektor wypadkowy – czarny.

4. Odległość, w jakiej muszą znaleźć się dwa identyczne ładunki $q=10^{-8}$ C w próżni, aby ich elektrostatyczna energia potencjalna była równa 9 J, wynosi:

A. $3 \cdot 10^{-4}$ m	B. 10^{-5} m	C. $3 \cdot 10^{-6}$ m	D. 10^{-7} m	E. $3 \cdot 10^{-8}$ m
------------------------	----------------	------------------------	----------------	------------------------

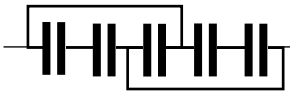
Energia potencjalna oddziaływania elektrycznego dwóch ładunków. Wzór na energię potencjalną ładunku q w polu o źródle punktowym Q : $E_p = k \frac{qQ}{r}$, gdzie stała $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$.

$$9[J] = 9 \cdot 10^9 [\dots] \cdot 1 \cdot 10^{-8} [C] \cdot 1 \cdot 10^{-8} [C] \cdot (1/r)$$

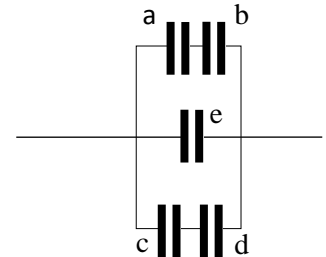
$$\text{Stąd: } r = 9 \cdot 10^9 [\dots] \cdot 1 \cdot 10^{-8} [C] \cdot 1 \cdot 10^{-8} [C] / 9[J] = 9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-8-8+9} / 9 = 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

5. Pojemność przedstawionego na rys. układu jednakowych kondensatorów (pojemność każdego jest równa C) wynosi:

A. 2C	B. 3C	C. (1/2)C	D. (1/3)C	E. C
-------	-------	-----------	-----------	------



Układ narysowanych po lewej jednakowych kondensatorów jest równoważny następującemu układowi:



6. Jak zmieni się pojemność kondensatora, jeżeli ładunek zgromadzony w nim zostanie zwiększony 2 razy:

A. zmaleje 2-krotnie	B. wzrośnie 2-krotnie	C. może zmaleć, jeżeli podczas rozładowania kondensatora napięcie nie ulegnie zmianie	D. nie zmieni się	E. nie można powiedzieć, gdyż pojemność zależy od zgromadzonego ładunku i napięcia pomiędzy okładkami
----------------------	-----------------------	---	-------------------	---

Pojemność kondensatora płaskiego. Zależy od: wielkości okładek, odległości między nimi oraz wielkości przenikalności elektrycznej dielektryka znajdującego się pomiędzy okładkami ϵ . Dla powietrza przyjmuje się $\epsilon = 1$. Pojemność kondensatora nie zależy ani od napięcia pomiędzy okładkami, ani od ładunku na tych okładkach zgromadzonego.

7. Proton i pozyton poruszają się po okręgach o równych promieniach w jednorodnym polu magnetycznym jeżeli (pozyton – cząstka o masie elektronu i ładunku dodatnim):

A. wartości ich pędów są jednakowe	B. ich energie są jednakowe	C. wartości ich prędkości są jednakowe	D. zostały przyspieszone tą samą różnicą potencjałów
------------------------------------	-----------------------------	--	--

Teoria. Pierwsze dwie strony linku. Korzystamy ze wzoru na szybkość jonu poruszającego się w polu magnetycznym:

$$v = \frac{qBr}{m}. \text{ Promień okręgu, po którym porusza się jon: } r = \frac{mv}{qBr}.$$

Ponadto masa elektronu jest około 2000 razy mniejsza niż masa protonu.

8. Proton porusza się po okręgu w polu magnetycznym o indukcji B. Jeżeli wartość indukcji zmaleje dwukrotnie, to szybkość kątowna tej cząstki:

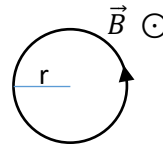
A. zmaleje dwa razy	B. nie zmieni się	C. wzrośnie 2 razy	D. zmaleje 4 razy	E. wzrośnie 4 razy
---------------------	-------------------	--------------------	-------------------	--------------------

Teoria, jak wyżej. Ponadto należy uwzględnić związek pomiędzy szybkością liniową i kątowną: $v = \omega \cdot R$

9. Przewodnik kołowy umieszczono w polu magnetycznym, którego wektor indukcji \vec{B} jest prostopadły do płaszczyzny rysunku (patrz rysunek poniżej). W przewodniku wzbudzi się prąd o stałym natężeniu i o kierunku zaznaczonym na rys., jeżeli wartość indukcji \vec{B} :

A. rośnie jednostajnie	B. maleje jednostajnie	C. maleje niejednostajnie	D. rośnie niejednostajnie
------------------------	------------------------	---------------------------	---------------------------

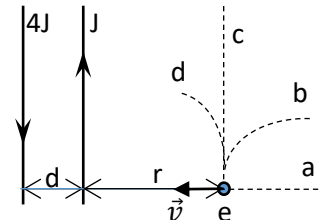
[Indukcja elektromagnetyczna.](#)
[Reguła Lentza.](#)



10. Elektron wlatuje do pola magnetycznego wytworzonego przez dwa nieskończenie długie równoległe, umocowane na sztywno przewody z prądem. Tor dalszego biegu elektronu przedstawia linia:

A. a	B. b	C. c	D. d	E. żadna
------	------	------	------	----------

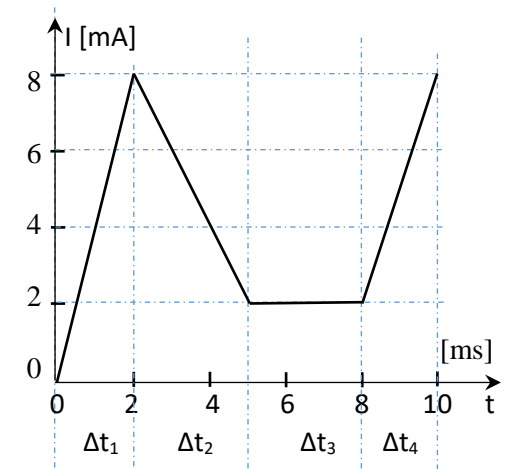
[Pole magnetyczne wokół przewodu z prądem.](#)
[Siła Lorentza.](#)



11. Natężenie prądu płynącego w zwojnicy zmienia się sposób pokazany na wykresie. Bezwzględna wartość SEM samoindukcji w czasie Δt_1 wynosi (indukcyjność cewki 10 mH):

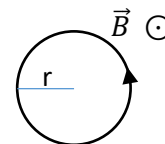
A. 40 mV	B. 20 mV	C. 10 mV	D. 0 mV
----------	----------	----------	---------

[Indukcyjność cewki.](#) Korzystamy ze wzoru: $\varepsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$. Oznacza to, że przy danej indukcyjności cewki L na wielkość indukowanej siły elektromotorycznej ε ma wpływ zmiana natężenia prądu w czasie. Im większa zmiana natężenia prądu elektrycznego w krótszym czasie tym większa siła elektromotoryczna się w tym obwodzie zaindukuje.



12. Pętlę z drutu o oporze R i promieniu r usunięto z jednorodnego pola magnetycznego o indukcji \vec{B} (patrz rys. do zadania 9). Jaki ładunek przepłynął przez przekrój poprzeczny drutu?

A. $Q = \frac{\pi B r^2}{R}$	B. $Q = \frac{\pi B R^2}{r}$	C. $Q = \frac{2\pi B r}{R}$	D. $Q = \frac{2\pi B R}{r}$
------------------------------	------------------------------	-----------------------------	-----------------------------



Natężenie prądu elektrycznego: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

Prawo Ohma: $I = \frac{\varepsilon}{R}$; prawo indukcji Faradaya: $\varepsilon = \frac{\Delta(BS)}{\Delta t}$; pole koła: $S = \pi r^2$

13. W cewce o indukcyjności 35 mH prąd o natężeniu 1 A zanika po upływie 0.01 s. SEM samoindukcji powstająca w cewce jest równa:

A. 0.0035 V	B. 3.5 V	C. 0.035 V	D. 35 V
-------------	----------	------------	---------

[Indukcyjność cewki.](#) Korzystamy ze wzoru: $\varepsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$. Oznacza to, że przy danej indukcyjności cewki L na wielkość indukowanej siły elektromotorycznej ε ma wpływ zmiana natężenia prądu w czasie. Im większa zmiana natężenia prądu elektrycznego w krótszym czasie tym większa siła elektromotoryczna się w tym obwodzie zaindukuje.

14. Energia hf fotonu padającego na katodę jest trzy razy większa od pracy wyjścia W elektronu z tego metalu. Ile razy energia fotonu jest większa od energii kinetycznej fotoelektronu E:

A. hf=2E	B. hf=E	C. hf=E/2	D. hf=3E/2
----------	---------	-----------	------------

[Zadanie dotyczy efektu fotoelektrycznego zewnętrznego](#). Należy skorzystać ze wzoru: $hf = W + E_k$. Z treści zadania mamy: $hf=3W$

15. Elektronowi krążącemu wokół jądra atomowego na trzeciej orbicie można przypisać falę de Broglie'a o długości równej (r_0 – promień pierwszej orbity atomu wodoru):

A. $2\pi r_0$	B. $2\pi r_0/3$	C. πr_0	D. $\pi r_0/2$
---------------	-----------------	--------------	----------------

[Fala de Broglie'a](#).

[Model kwantowy atomu](#).

Należy powiązać I postulat Bohra oraz wzór na długość fali de Broglie'a.

16. Jeżeli energia elektronu na pierwszej orbicie wynosi E_0 , to energia fotonu emitowanego podczas przejścia elektronu z orbity piątej na pierwszą równa jest:

A. $E_0/5$	B. $2E_0/25$	C. $24E_0/25$	D. $5E_0$	E. $25E_0/24$
------------	--------------	---------------	-----------	---------------

[Model atomu wodoru wg Bohra](#). Przejście z orbity wyższej ($n=3$, trzeciej) na niższą ($n=2$, drugą) wiąże się z emisją kwantu należącego do serii Balmera. Seria Balmera w widmie wodoru występuje w zakresie widzialnym.

Energię kwantu można obliczyć ze wzoru $E = hf$. Energię elektronu na orbicie atomu wodoru wyraża wzór:

$$E_n = -13.6 \frac{1}{n^2} [eV].$$