

|           |                                  |             |
|-----------|----------------------------------|-------------|
| <b>1*</b> | <b>Miejsce egzaminu</b>          |             |
| <b>2*</b> | <b>Numer kandydata</b>           |             |
| <b>3*</b> | <b>Kierunek studiów</b>          |             |
| <b>4</b>  | <b>Liczba uzyskanych punktów</b> | <b>/100</b> |

**\* wypełnia kandydat**

# **TEST Z FIZYKI**

**Test rekrutacyjny dla kandydatów na studia w Polsce**

**WERSJA II - A**

**2015 rok**

**Uwaga:** we wszystkich zadaniach przyjmujemy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

1. Pasażer, który siedzi w pociągu jadącym z szybkością  $v_1 = 36 \text{ km/h}$  obserwuje przez czas  $t_1 = 50 \text{ s}$  drugi pociąg o długości  $l_2 = 500 \text{ m}$ . Pociąg ten jedzie po równoległym torze w tę samą stronę co pierwszy pociąg.

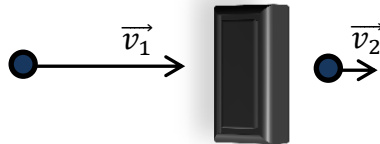
1.1. Szybkość drugiego pociągu jest równa:

- A)  $v_2 = 10 \text{ m/s}$ .    B)  $v_2 = 20 \text{ m/s}$ .    C)  $v_2 = 36 \text{ m/s}$ .    D)  $v_2 = 72 \text{ m/s}$ .

1.2. Czas przez jaki pasażer drugiego pociągu widzi pierwszy pociąg o długości  $l_1 = 800 \text{ m}$  wynosi:

- A)  $t = 30 \text{ s}$ .    B)  $t = 40 \text{ s}$ .    C)  $t = 60 \text{ s}$ .    D)  $t = 80 \text{ s}$ .

2. Ciało o masie  $m = 10 \text{ g}$  porusza się z szybkością  $v_1 = 350 \text{ m/s}$  i uderza w deskę o grubości  $2 \text{ cm}$ . Po przebicciu deski jego szybkość maleje 5 razy.



2.1. Przyspieszenie ciała podczas przebijania deski ma wartość:

- A)  $a = -2,94 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2$ .    B)  $a = -5,88 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2$ .  
C)  $a = -7 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2$ .    D)  $a = -8,76 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2$ .

2.2. Praca jaką wykonały siły oporu podczas przebijania deski wynosi:

- A)  $W = -612,5 \text{ J}$ .    B)  $W = -588 \text{ J}$ .    C)  $W = -392 \text{ J}$ .    D)  $W = -245 \text{ J}$ .

3. Piłka o masie  $m = 0,2 \text{ kg}$  uderza o ścianę z szybkością  $5 \text{ m/s}$  i odbija się z prędkością o tej samej wartości.

3.1. Zmiana pędu piłki po odbiciu od ściany wynosi:

- A)  $\Delta p = 0 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ .    B)  $\Delta p = 1 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ .  
C)  $\Delta p = 2 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ .    D)  $\Delta p = 4 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ .

3.2. Jeżeli czas zderzenia ze ścianą wynosi  $t = 0,1 \text{ s}$  to średnia siła działająca na ścianę jest równa:

- A)  $F = 0 \text{ N}$ .    B)  $F = 0,1 \text{ N}$ .    C)  $F = 10 \text{ N}$ .    D)  $F = 20 \text{ N}$ .

4. Ciało o masie  $m = 0,5 \text{ kg}$  przywiązane do sznurka o długości  $l = 80 \text{ cm}$  wiruje w płaszczyźnie pionowej z częstotliwością  $f = 1,5 \text{ Hz}$ .

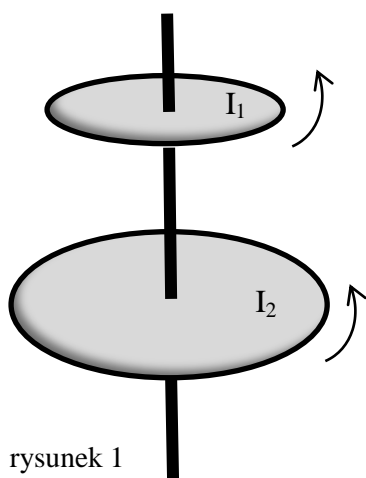
4.1. Siła napięcia sznurka w najwyższym punkcie toru wynosi:

- A)  $F_N = 5 \text{ N}$ .    B)  $F_N = 23,4 \text{ N}$ .    C)  $F_N = 30,5 \text{ N}$ .    D)  $F_N = 35,5 \text{ N}$ .

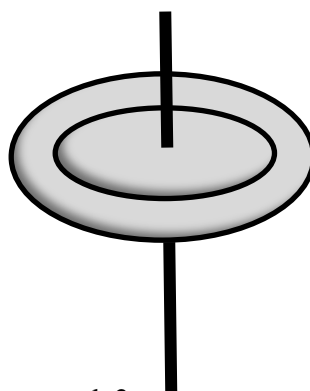
4.2. Siła napięcia sznurka w najniższym punkcie toru wynosi:

- A)  $F_N = 5 \text{ N}$ .    B)  $F_N = 27,4 \text{ N}$ .    C)  $F_N = 30,5 \text{ N}$ .    D)  $F_N = 35,5 \text{ N}$ .

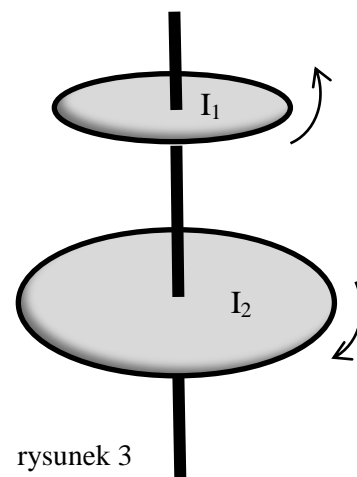
5. Dwie tarcze o momentach bezwładności  $I_1$  i  $I_2$  znajdują się w pewnej odległości od siebie. Tarcze te obracają się w tę samą stronę wokół osi przechodzącej przez ich środki (rysunek 1) z szybkościami kątowymi  $\omega_1$  i  $\omega_2$ . W pewnej chwili tarcze złączyły się (rysunek 2).



rysunek 1



rysunek 2



rysunek 3

5.1. Szybkość kątowa układu po złączeniu wynosi:

A)  $\omega = \frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$ .

B)  $\omega = \frac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$ .

C)  $\omega = \frac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 I_2}$ .

D)  $\omega = \frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 - I_2}$ .

5.2. Gdyby tarcze początkowo obracały się w przeciwnych kierunkach (rysunek 3), wówczas szybkość kątową układu po złączeniu można wyrazić wzorem :

A)  $\frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$ .

B)  $\omega = \frac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$ .

C)  $\omega = \frac{I_1\omega_1 - I_2\omega_2}{I_1 I_2}$ .

D)  $\omega = \frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 - I_2}$ .

6. Satelita porusza się wokół planety po orbicie kołowej z szybkością liniową  $v = 10$  km/s. Promień planety  $R = 10^4$  km, a wartość natężenia pola grawitacyjnego przy powierzchni planety  $\gamma = 14$  N/kg.

6.1. Promień orbity, po której porusza się satelita wynosi:

A)  $r = 7\,143$  km.      B)  $r = 14 \cdot 10^3$  km.      C)  $r = 84 \cdot 10^3$  km.      D)  $r = 14 \cdot 10^6$  km.

6.2. Okres obiegu satelity po orbicie ma wartość:

A)  $T = 2$  h 26 min 36 s.      B)  $T = 2$  h 44 min 33 s.  
 C)  $T = 1$  h 25 min 15 s.      D)  $T = 1$  h 15 min 24 s.

7. Jednostka w układzie SI pewnej wielkości fizycznej wykorzystywanej w opisie pola grawitacyjnego to:

$$\frac{m^3}{kg \cdot s^2}$$

7.1. Tą wielkością jest:

- A) natężenie pola grawitacyjnego.      B) siła grawitacji.  
C) praca w polu grawitacyjnym.      D) stała grawitacji.

7.2. Wielkość fizyczna, o której mowa w zadaniu:

- A) jest stałą uniwersalną.  
B) jest wprost proporcjonalna do odległości między oddziaływającymi ciałami.  
C) jest odwrotnie proporcjonalna do odległości między oddziaływającymi ciałami.  
D) zależy od mas ciał oddziaływających ze sobą.

8. Dwa naczynia różnią się polem powierzchni dna tak, że  $S_1 = 1,5 \cdot S_2$ . Do każdego naczynia nalano taką samą ilość wody.

8.1. Stosunek wartości sił parcia na dno naczyń wynosi:

- A)  $\frac{F_1}{F_2} = 3$ .      B)  $\frac{F_1}{F_2} = 2$ .      C)  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{3}{2}$ .      D)  $\frac{F_1}{F_2} = 1$ .

8.2. Stosunek wysokości słupów wody zajmowanych w szklankach wynosi:

- A)  $\frac{h_1}{h_2} = \frac{3}{2}$ .      B)  $\frac{h_1}{h_2} = 1$       C)  $\frac{h_1}{h_2} = \frac{2}{3}$ .      D)  $\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{2}$ .

9. Kulka o promieniu  $r = 5\text{cm}$  pływa całkowicie zanurzona w cieczy o gęstości  $\rho_1 = 700 \text{ kg/m}^3$ .

9.1. Masa kulki wynosi około:

- A)  $m = 0,18 \text{ kg}$ .      B)  $m = 0,37 \text{ kg}$ .      C)  $m = 3,7 \text{ kg}$ .      D)  $m = 7,3 \text{ kg}$ .

9.2. Jeżeli zanurzymy tę kulkę w innej cieczy, to pływa ona tak, że  $1/3$  jej objętości wystaje nad powierzchnię tej cieczy. Gęstość cieczy jest równa:

- A)  $\rho_2 = 2100 \text{ kg/m}^3$ .      B)  $\rho_2 = 1050 \text{ kg/m}^3$ .  
C)  $\rho_2 = 920 \text{ kg/m}^3$ .      D)  $\rho_2 = 800 \text{ kg/m}^3$ .

10. Kulka o masie  $m = 0,15 \text{ kg}$  wisi na nici. Kulkę wychylono z położenia równowagi o niewielki kąt i wprowadzono w ruch harmoniczny. Zależność wychylenia od czasu opisano równaniem  $x = 0,12\sin(0,4\pi t + \pi/2)$ . Wartości liczbowe wielkości fizycznych wyrażone są w jednostkach układu SI.

10.1. Okres drgań kulki wynosi:

- A)  $T = 2,5 \text{ s}$ .      B)  $T = 4 \text{ s}$ .      C)  $T = 5 \text{ s}$ .      D)  $T = 10 \text{ s}$ .

10.2. Najkrótszy czas po jakim wychylenie z położenia równowagi będzie równe połowie amplitudy wynosi:

- A)  $t = 0,42 \text{ s}$ .      B)  $t = 0,83 \text{ s}$ .      C)  $t = 1,2 \text{ s}$ .      D)  $t = 2,4 \text{ s}$ .

11. Ciało o masie  $m$  zawieszona na sprężynie wykonuje drgania o amplitudzie  $A$  i częstotliwości  $f$ .

11.1. Energia potencjalna ciała, energia kinetyczna i siła harmoniczna w położeniu maksymalnego wychylenia ciała mają wartości:

A)  $E_p = 2m\pi^2 f^2 A^2$ ,  $E_k = 0$ ,  $F = 4m\pi^2 f^2 A$ .

B)  $E_p = 0$ ,  $E_k = 2m\pi^2 f^2 A^2$ ,  $F = 4m\pi^2 f^2 A$ .

C)  $E_p = 4m\pi^2 f^2 A^2$ ,  $E_k = 0$ ,  $F = 0$ .

D)  $E_p = 2m\pi^2 f^2 A^2$ ,  $E_k = 2m\pi^2 f^2 A^2$ ,  $F = 4m\pi^2 f^2 A$ .

11.2. Stosunek energii kinetycznej do energii potencjalnej sprężystości ciała gdy wychylenie ciała z położenia równowagi jest równe  $x = A/3$  wynosi:

A)  $\frac{E_k}{E_p} = \frac{1}{9}$ .      B)  $\frac{E_k}{E_p} = \frac{8}{9}$ .      C)  $\frac{E_k}{E_p} = \frac{1}{3}$ .      D)  $\frac{E_k}{E_p} = 8$ .

12. Dwa wahadła matematyczne poruszają się ruchem harmonicznym. W czasie dwóch sekund pierwsze wahadło wykonuje  $n_1 = 20$  drgań a drugie  $n_2 = 12$ .

12.1. Stosunek długości tych wahadeł wynosi:

A)  $\frac{l_1}{l_2} = 2,78$ .      B)  $\frac{l_1}{l_2} = 1,67$ .      C)  $\frac{l_1}{l_2} = 0,6$ .      D)  $\frac{l_1}{l_2} = 0,36$ .

12.2. Jeżeli długość każdego z wahadeł zwiększymy 4 razy, to w czasie dwóch sekund liczba drgań pierwszego wahadła i drugiego będzie równa odpowiednio:

A)  $n_1 = 20$ ;  $n_2 = 12$ .

B)  $n_1 = 10$ ;  $n_2 = 6$ .

C)  $n_1 = 5$ ;  $n_2 = 3$ .

D)  $n_1 = 80$ ;  $n_2 = 48$ .

13. Źródło dźwięku wysyła dźwięk o poziomie natężenia 50 dB.

13.1. Natężenie tego dźwięku ma wartość: (Próg słyszalności  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ ).

A)  $I = 10^{-5} \text{ W/m}^2$ .      B)  $I = 10^{-6} \text{ W/m}^2$ .      C)  $I = 10^{-7} \text{ W/m}^2$ .      D)  $I = 10^{-8} \text{ W/m}^2$ .

13.2. Dziesięć takich źródeł ma poziom natężenia równy:

A)  $L_{10} = 60 \text{ dB}$ .      B)  $L_{10} = 80 \text{ dB}$ .      C)  $L_{10} = 100 \text{ dB}$ .      D)  $L_{10} = 120 \text{ dB}$ .

14. Metalowe zwierciadło kuliste umieszczone w powietrzu, w temperaturze  $t_1 = 0^\circ\text{C}$  ma ogniskową  $f$  i promień krzywizny  $r$ .

14.1. Po zanurzeniu tego zwierciadła w wodzie, jego ogniskowa  $f$ :

A) zmniejszy się.

B) zależy to od współczynnika załamania światła w wodzie.

C) zwiększy się.

D) nie zmieni się.

14.2. Po ogrzaniu zwierciadła do temperatury  $t_2$  jego ogniskowa  $f$  ( $\lambda$ -współczynnik rozszerzalności liniowej metalu) będzie równa:

A)  $f = \frac{r}{2}$ .

B)  $f = \frac{r}{2}(1 + \lambda t_2)$ .

C)  $f = r(1 + \lambda t_2)$ .

D)  $f = \frac{r}{2}(1 - \lambda t_2)$ .

15. Wiadomo, że różne ośrodki przezroczyste dla światła charakteryzują się odpowiednimi współczynnikami załamania. Tabela przedstawia wartości bezwzględnych współczynników załamania światła dla wybranych ośrodków.

| Ośrodek   | Bezwzględny współczynnik załamania |
|-----------|------------------------------------|
| Powietrze | 1                                  |
| Lód       | 1,31                               |
| Woda      | 1,33                               |
| Olej      | 1,47                               |
| Szkło     | 1,53                               |

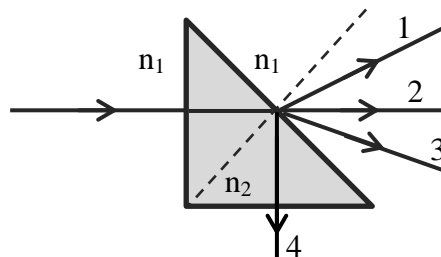
- 15.1. Soczewka o ogniskowej  $f = 4$  cm wykonana jest z lodu. Jaką soczewką i o jakiej zdolności skupiającej stanie się ta lodowa soczewka przeniesiona z powietrza do wody?

- A) będzie to soczewka rozpraszająca o  $Z = -1,21$  D.  
 B) będzie to soczewka skupiająca o  $Z = 1,21$  D.  
 C) będzie to soczewka skupiająca o  $Z = 6,4$  D.  
 D) będzie to soczewka rozpraszająca o  $Z = -6,4$  D.

- 15.2. Światło pada w powietrzu na powierzchnię rozlanego oleju pod kątem  $45^\circ$ . Kąt załamania  $\beta$  w oleju wynosi około:

- A)  $\beta = 60^\circ$ .                      B)  $\beta = 45^\circ$ .                      C)  $\beta = 30^\circ$ .                      D)  $\beta = 15^\circ$ .

16. Rysunek pokazuje promień świetlny, który pada w ośrodku o współczynniku załamania  $n_1$  na pryzmat prostokątny równoramienny o współczynniku załamania światła  $n_2$ . Pokazano również różne możliwości wyjścia tego promienia z pryzmatu.



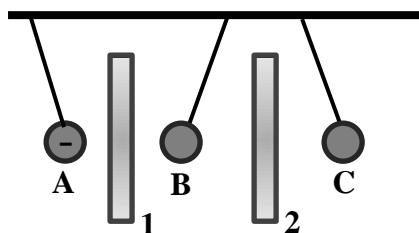
- 16.1. Jeżeli  $n_1 > n_2$ , to dalszy bieg promienia świetlnego prawidłowo pokazuje promień numer:

- A) 1.                      B) 2.                      C) 3.                      D) 4.

- 16.2. Jeżeli  $n_1 < n_2$  i kąt graniczny jest mniejszy od kąta  $45^\circ$ , to promień świetlny po przejściu przez pryzmat ma kierunek promienia numer:

- A) 1.                      B) 2.                      C) 3.                      D) 4.

17. Na nieprzewodzących nitkach zawieszono trzy naelektryzowane piłeczki A, B, C. Między nimi umieszczono dwie naelektryzowane płytki 1, 2, tak jak pokazuje rysunek. Wiadomo, że wszystkie ciała były naelektryzowane ładunkiem o tej samej wartości a piłeczka A jest naelektryzowana ujemnie.



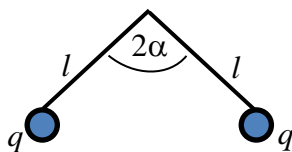
- 17.1. Prawidłowe znaki ładunków zgromadzonych na piłeczkach B i C oraz na płytkach 1,2 przedstawia wiersz tabeli:

|    | Piłeczka A | Płytką 1 | Piłeczka B | Płytką 2 | Piłeczka C |
|----|------------|----------|------------|----------|------------|
| A) | -          | +        | -          | -        | -          |
| B) | -          | -        | -          | +        | +          |
| C) | -          | +        | -          | +        | -          |
| D) | -          | +        | +          | -        | +          |

- 17.2. Jeżeli obok piłeczki C, jako ostatnią, zawiesimy jeszcze piłeczkę D, która jest obojętna elektrycznie, wówczas:

- A) piłeczka D zostanie przyciągnięta przez piłeczkę C.  
 B) piłeczka D zostanie odepchnięta przez piłeczkę C.  
 C) piłeczka D nie odchyli się w żadną stronę.  
 D) obecność piłeczki D spowoduje przyciągnięcie piłeczki C przez płytkę 2.

18. Dwa naelektryzowane tym samym ładunkiem  $q$  ciała o masie  $m = 1$  g każde, wiszą na nitkach o tej samej długości  $l = 1$  m. Po naelektryzowaniu ciał, odchyliły się one tak, że nitki utworzyły kąt  $2\alpha = 60^\circ$ . (Stała elektryczna  $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ , ładunek elementarny  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ ).



- 18.1. Wartość ładunku zgromadzonego na każdym z ciał wynosi:

- A)  $q = 0,4 \mu C$ .      B)  $q = 0,8 \mu C$ .      C)  $q = 1,39 \mu C$ .      D)  $q = 1,6 \mu C$ .

- 18.2. Liczba ładunków elementarnych zgromadzonych na każdym z ciał jest równa:

- A)  $n = 10^{13}$ .      B)  $n = 8 \cdot 10^{12}$ .      C)  $n = 5 \cdot 10^{12}$ .      D)  $n = 2,5 \cdot 10^{12}$ .

19. Źródło ciepła silnika osiąga temperaturę  $t_1 = 557^{\circ}\text{C}$ . Gdyby silnik pracował w cyklu Carnota, jego sprawność byłaby maksymalna równa  $\eta_C = 60\%$ . W rzeczywistości sprawność tego silnika jest równa  $\eta = 45\%$ .

19.1. Gdyby silnik pracował z maksymalną sprawnością, wówczas temperatura chłodnicy wyniesie:

- A)  $t_2 = 523,5^{\circ}\text{C}$ .      B)  $t_2 = 332^{\circ}\text{C}$ .      C)  $t_2 = 113,6^{\circ}\text{C}$ .      D)  $t_2 = 59^{\circ}\text{C}$ .

19.2. W rzeczywistości ciepło oddane  $Q_2$  przez silnik w stosunku do ciepła pobranego  $Q_1$  jest równe:

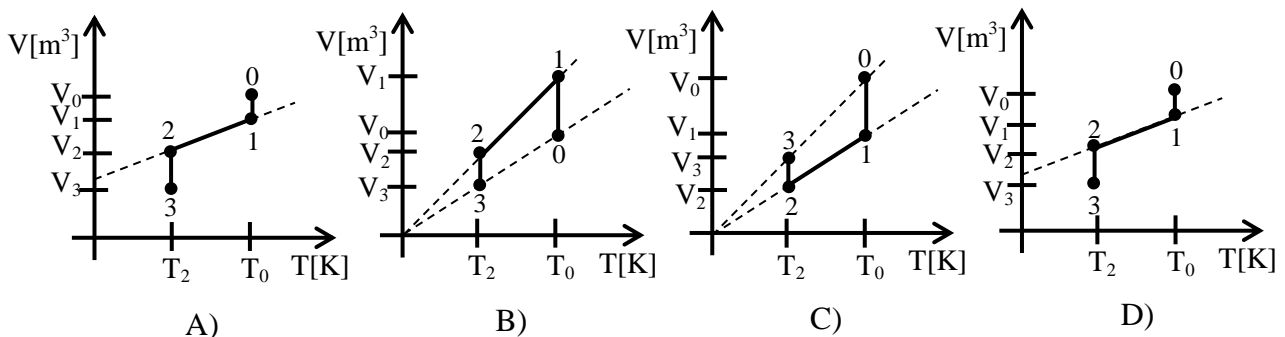
- A)  $Q_2 = 40\% Q_1$ .      B)  $Q_2 = 45\% Q_1$ .      C)  $Q_2 = 50\% Q_1$ .      D)  $Q_2 = 55\% Q_1$ .

20. Gaz doskonały zajmuje objętość  $V_0 = 5 \text{ dm}^3$  w temperaturze  $T_0 = 300\text{K}$  i pod ciśnieniem  $p_0 = 100 \text{ kPa}$ . Gaz ten rozprężono izotermicznie do objętości  $V_1$  i ciśnienia  $p_1$ , a następnie izobarycznie ochłodzono do temperatury  $T_2 = 150 \text{ K}$  i na koniec zmniejszyło jego objętość izotermicznie do  $V_3 = 2,5 \text{ dm}^3$ .

20.1. Końcowe ciśnienie  $p_3$  ma wartość:

- A)  $p_3 = 400 \text{ kPa}$ .      B)  $p_3 = 100 \text{ kPa}$ .  
C)  $p_3 = 25 \text{ kPa}$ .      D)  $p_3 = 1 \text{ kPa}$ .

20.2. Opisane w zadaniu przemiany gazu doskonałego w układzie współrzędnych  $V(T)$  poprawnie pokazuje wykres:



21. Do końców grafitowego pręta o długości  $l = 50 \text{ cm}$  i polu przekroju poprzecznego  $S = 5 \text{ mm}^2$  przyłożono napięcie  $U = 40 \text{ mV}$ . Opór właściwy grafitu wynosi  $\rho = 8 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$ .

21.1. Natężenie prądu płynącego przez pręt wynosi:

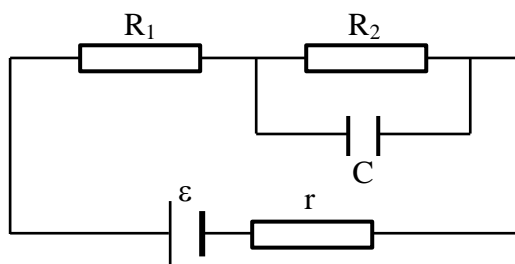
- A)  $I = 50 \text{ mA}$ .      B)  $I = 32 \text{ mA}$ .      C)  $I = 25 \text{ mA}$ .      D)  $I = 5 \text{ mA}$ .

21.2. Dwukrotne zwiększenie średnicy pręta spowoduje przepływ prądu o natężeniu:

- A) dwukrotnie mniejszym.      B) czterokrotnie mniejszym.  
C) dwukrotnie większym.      D) czterokrotnie większym.



22. Na rysunku pokazano obwód składający się ze źródła napięcia o sile elektromotorycznej  $\varepsilon$  (SEM) i oporu wewnętrznego  $r$  oraz z dwóch oporników  $R_1 = R_2 = R$  i kondensatora płaskiego  $C$ . Natężenie pola elektrycznego między okładkami tego kondensatora wynosi  $E = 5 \text{ kV/m}$  a odległość między okładkami jest równa  $d = 5 \text{ mm}$ .



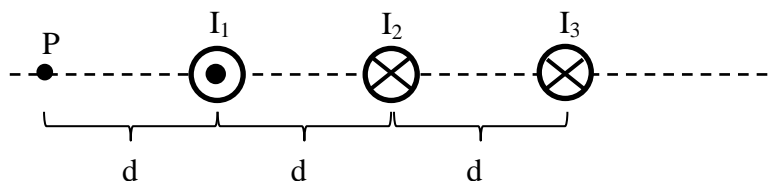
- 22.1. Ładunek zgromadzony na okładkach kondensatora można wyrazić wzorem:

A)  $Q = \frac{C\varepsilon}{2+r}$ .      B)  $Q = \frac{C\varepsilon R}{2R+r}$ .      C)  $Q = \frac{C\varepsilon R}{2(R+r)}$ .      D)  $Q = \frac{2C\varepsilon R}{R+r}$ .

- 22.2. Jeżeli opór wewnętrzny  $r = R_1 = R_2$ , to SEM źródła wynosi:

A)  $\varepsilon = 7,5 \text{ V}$ .      B)  $\varepsilon = 25 \text{ V}$ .      C)  $\varepsilon = 50 \text{ V}$ .      D)  $\varepsilon = 75 \text{ V}$ .

23. Trzy długie prostoliniowe przewodniki leżą w jednej płaszczyźnie w odległości  $d = 5 \text{ cm}$  od siebie. W każdym przewodniku płynie prąd odpowiednio o wartościach:  $I_1 = I_2 = 4,2 \text{ A}$  oraz  $I_3 = 2I_1$ . Na rysunku zaznaczono kierunki przepływu prądu w każdym przewodniku. (Przenikalność magnetyczna próżni  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ ).



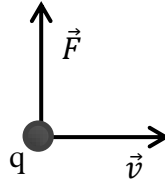
- 23.1. Kierunek i zwrot wektora indukcji magnetycznej w punkcie P jest:

A) pionowy w dół.      B) pionowy w górę.  
C) poziomy w prawo.      D) poziomy w lewo.

- 23.2. Wartość wektora indukcji magnetycznej w punkcie P jest równa:

A)  $B_P = 28 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .      B)  $B_P = 56 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .  
C)  $B_P = 84 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .      D)  $B_P = 112 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .

24. Proton o ładunku  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  wpada z prędkością  $v = 2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$  w jednorodne pole magnetyczne o indukcji  $B = 4 \text{ T}$ . Na rysunku pokazany jest wektor siły działającej na poruszający się z prędkością  $\vec{v}$  proton w polu magnetycznym.



- 24.1. Wektor indukcji magnetycznej  $\vec{B}$  jest skierowany:

- A) prostopadle do kartki i za płaszczyznę kartki  $\otimes$ .  
 B) prostopadle do kartki i przed płaszczyznę kartki  $\odot$ .  
 C) poziomo i w lewo.  
 D) pionowo i w dół

- 24.2. Wartość siły działającej na proton wynosi:

- A)  $F = 12,8 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ .  
 B)  $F = 5 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ .  
 C)  $F = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ .  
 D)  $F = 0,8 \cdot 10^{-13} \text{ N}$ .

25. Foton promieniowania rentgenowskiego odpowiada fali o długości  $\lambda$  i częstotliwości  $f$ . ( $h$  – stała Plancka,  $c$  – szybkość fotonu w próżni)

- 25.1. Pęd tego fotonu określa wzór:

- A)  $p = \frac{hc}{\lambda}$ .  
 B)  $p = \frac{hf}{c}$ .  
 C)  $p = \frac{h\lambda}{f}$ .  
 D)  $p = \frac{hc}{f}$ .

- 25.2. Tabela zawiera porównanie długości fali, pędu i energii fotonu promieniowania rentgenowskiego ( $\lambda_r$ ,  $p_r$ ,  $E_r$ ) i fotonu światła widzialnego ( $\lambda_w$ ,  $p_w$ ,  $E_w$ ). Prawidłowy jest wiersz:

|    | Długość fali            | Pęd fotonu  | Energia fotonu |
|----|-------------------------|-------------|----------------|
| A) | $\lambda_r < \lambda_w$ | $p_r > p_w$ | $E_r = E_w$    |
| B) | $\lambda_r > \lambda_w$ | $p_r < p_w$ | $E_r > E_w$    |
| C) | $\lambda_r = \lambda_w$ | $p_r = p_w$ | $E_r < E_w$    |
| D) | $\lambda_r < \lambda_w$ | $p_r > p_w$ | $E_r > E_w$    |