

**ARKUSZ PRÓBNEJ MATURY  
Z MATUREM  
FIZYKA  
POZIOM ROZSZERZONY**

**Czas pracy: 180 minut**

**Liczba punktów do zdobycia: 60**

**Instrukcja dla zdającego:**

1. Dokładnie czytaj zadania i polecenia.
2. Zwróć uwagę na czasowniki operacyjne w zadaniu, zastanów się co powinna zawierać odpowiedź.
3. Pisz czytelnie. Szanuj nasze oczy i swoje punkty.
4. Wykresy i tabele rysuj za pomocą linijki.
5. Możesz używać kalkulatora prostego i czarnego długopisu.

**POWODZENIA!**

### Zadanie 1.

Silnik cieplny pracujący w zakresie temperatur od 200°C do 50°C wykonał pracę 5000 J.

#### Zadanie 1.1. (0-2)

Oblicz sprawność tego silnika, oraz ilość ciepła pobranego ze źródła i oddanego do chłodnicy.

Należy **zamienić** temperatury źródła i chłodnicy na kelwiny.

$$T_1 = 473 \text{ K}$$

$$T_2 = 323 \text{ K}$$

Podstawiamy te wartości do wzoru na sprawność idealnego silnika cieplnego:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$$

$$\eta = 32\%$$

Korzystamy ze wzoru:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \Rightarrow Q_1 = \frac{W}{\eta}$$

$$Q_1 = 15625 \text{ J}$$

Ze wzoru  $Q_2 = Q_1 - W$  obliczam ciepło oddane do chłodnicy  $Q_2 = 10652 \text{ J}$  (1 pkt)

#### Zadanie 1.2. (0-2)

Oceń poprawność poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe lub F jeśli zdanie jest fałszywe.

1.	Dwukrotne zwiększenie temperatury źródła, przy tej samej temperaturze chłodnicy zwiększy dwukrotnie sprawność silnika.		<b>F</b>
2.	Ilość pracy wykonanej przez silnik może być mniejsza od ilości ciepła oddanego do chłodnicy.	<b>P</b>	
3.	Przy temperaturze chłodnicy równej 0°C sprawność silnika będzie równa 100%		<b>F</b>

### Zadanie 2.

Zasada działania mikroskopu elektronowego jest podobna do zasady działania mikroskopu optycznego. W jednym i drugim przyrządzie obraz powstaje na skutek dyfrakcji i interferencji fal. W przypadku mikroskopu optycznego są to fale świetlne a do ich ogniskowania stosuje się znane nam soczewki optyczne. W mikroskopie elektronowym dyfrakcji i interferencji ulegają fale materii – elektrony. Ponadto soczewki trzeba w nim zastąpić odpowiednio uformowanymi polami elektrycznymi i magnetycznymi. Cały mikroskop przypomina bańkę próżniową. Preparat musi być „przezroczysty” dla elektronów, czyli wystarczająco cienki.

(Źródło: Fizyka w szkole, 1987/4 s.255)

W tabeli podano zestawienie różnych parametrów działań elektronowych stosowanych w mikroskopach elektronowych przy napięciu przyspieszającym 20 kV.

(Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Elektronowy\\_mikroskop\\_skaningowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Elektronowy_mikroskop_skaningowy))

Parametry	Działa termoemisyjne		Działa z emisją połową	
	Wolframowe	LaB <sub>6</sub>	S-FEG	C-FEG
Temperatura emisji (°C)	1700÷2400	1500	1500	25
Średnica wiązki (nm)	50000	10000	100÷200	20÷30
Prąd emisyjny (μA)	100÷200	50	50	10
Żywotność (h)	40÷100	200÷1000	>1000	>1000
Minimalna wielkość próżni [Pa]	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-8</sup>

**Zadanie 2.1. (0-2)**

Zakładając, że elektron porusza się z prędkością równą połowie prędkości światła w próżni a pasmo widzialne promieniowania elektromagnetycznego zawiera się w przedziale od 400 nm do 700 nm, oblicz maksymalną różnicę pomiędzy długością fali de Broglie’a związaną z elektronem, a długością światła widzialnego. Pomiń efekty relatywistyczne.

Korzystam ze wzoru na długość fali de Broglie’a.

$$\lambda = \frac{h}{p}, \text{ gdzie } p = m_e \cdot v$$

Podstawiam dane liczbowe:

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 1,5 \cdot 10^8} = 4,85 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

Maksymalną różnicę uzyskamy dla fali o długości  $\lambda_{cz} = 700 \text{ nm}$ .

Otrzymany wynik to  $\Delta\lambda = 699995,15 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

**Zadanie 2.2.(0-1)**

Dlaczego do budowy dział termoemisyjnych stosuje się wolfram? Jaka jest wada tego typu dział? Odpowiedź uzasadnij.

Z tabeli możemy odczytać, że temperatura dla działu wolframowego może wynosić 2400°C. Temperatura topnienia wolframu jest wyższa. (3422°C). Wystarczy, że uczeń zauważy, że wolfram nie topi się w maksymalnej temperaturze podanej w tabeli.

Wadą jest mała żywotność (40-100 h) w porównaniu z innymi działami.

**Zadanie 2.3. (0-1)**

Oceń poprawność następującego stwierdzenia „Mikroskop elektronowy, ze względu na to, że jest odizolowany od otoczenia, jest bardziej „przyjazny” dla badanych preparatów biologicznych niż mikroskop optyczny”. Odpowiedź uzasadnij.

Zdanie nie jest prawdziwe. W tekście podano, że mikroskop elektronowy przypomina bańkę próżniową. Wartość ciśnienia panującego wewnątrz mikroskopu to nawet 10<sup>-8</sup> Pa. Ma to niekorzystny wpływ na preparaty biologiczne, podobnie jak zbyt duże ciśnienie.

**Zadanie 2.4. (0-1)**

Jaką objętość zajmowałyby 1 mol gazu doskonałego przy parametrach C-FEG (działo z emisją połową na zimno)?

Z tabeli odczytujemy  $t = 25^\circ\text{C}$  czyli  $T = 298 \text{ K}$  oraz  $p = 10^{-8} \text{ Pa}$

Przekształcamy wzór i otrzymujemy

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$$

$$V = 2,48 \cdot 10^{10} \text{ m}^3$$

### Zadanie 3.

Na lekcji fizyki uczniowie wyznacжали gęstość nieznaną cieczy. W tym celu użyli gumowego węża w kształcie u-rurki, liniału metrowego, którego dokładność wynosiła 1 mm, statywu i długopisu. Do jednego z ramion rurki włąli wodę a do drugiego badaną ciecz. Wyznaczyli dolny poziom taki sam dla obu cieczy. Od tego poziomu mierzyli wysokość słupa jednej i drugiej cieczy. Pomiar powtarzali dolewając nieznaną ciecz. Wyniki zapisali w tabeli.

Lp	h <sub>1</sub> (cm) (woda)	h <sub>2</sub> (cm) (nieznana ciecz)
1	10,2	12,1
2	15,4	17,3
3	19,7	22,5
4	26,3	29,2
5	32,0	36,1

#### Zadanie 3.1. (0-5)

Na podstawie wyników zamieszczonych w tabeli wykonaj wykres zależności wysokości h<sub>2</sub>(h<sub>1</sub>).

Na podstawie wykresu wyznacz gęstość nieznaną cieczy. Przyjmij, że gęstość wody wynosi 1 g/cm<sup>3</sup>.

Gęstość odczytana z wykresu wynosi około  $\rho = 860 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  wyniki mogą się różnić. Ważne jest żeby uczeń poprawnie odczytał dane z wykresu.

#### Zadanie 3.2. (0-1)

W innym doświadczeniu uczniowie wyznacжали gęstość gliceryny. Otrzymali wynik  $\rho_g = 1152 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Wiedząc, że tabelaryczna wartość gęstości gliceryny wynosi  $\rho_{tab.} = 1260 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , oblicz błąd względny związany z tym pomiarem. Wynik podaj w procentach.

$$\frac{|\rho_{tab.} - \rho_g|}{\rho_{tab.}} \cdot 100\% = 8,7\%$$

#### Zadanie 3.3. (0-1)

Dokończ poniższe zdanie. Zaznacz właściwe uzupełnienia spośród A i B oraz 1 i 2.

Jako cieczy wzorcowej można było użyć:

		ponieważ		
<b>B</b>	dowolnej cieczy innej niż badana		2	znana jest jej gęstość

#### Zadanie 4.

W laboratorium porównywano własności panczerzy czołgowych wykonanych z różnych materiałów. Jeden z nich był wykonany ze stali czołgowej a drugi z uranu zubożonego. Uran zubożony jest używany jako przeciwpancerna amunicja z uwagi na ok. 1,7 razy wyższą gęstość od ołowiu (uran ma gęstość 19,1 g/cm<sup>3</sup>). Wykorzystywany jest też jako składnik panczerza nowoczesnych czołgów, np. M1 Abrams. Zubożony uran jest też używany jako materiał na koła zamachowe, w których może on zgromadzić więcej energii niż stal w tej samej objętości (gęstość stali wynosi 7,8 g/cm<sup>3</sup>). Wszystkimi powyższymi zastosowaniami sprzyja jego niska cena (odpad) i niska aktywność promieniotwórcza, tylko około 4x wyższa od promieniowania tła. Jest też wykorzystywany do produkcji pojemników na materiały promieniotwórcze.

(Na podstawie: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Uran\\_zubożony](https://pl.wikipedia.org/wiki/Uran_zubożony))

#### Zadanie. 4.1. (0-1)

Napisz dlaczego uran jest wykorzystywany do budowy panczerzy nowoczesnych czołgów i produkcji pojemników na materiały promieniotwórcze.

*Dzięki swojej stosunkowo dużej gęstości.*

#### Zadanie. 4.2. (0-3)

Uzasadnij, odwołując się do odpowiednich wzorów, że „Zubożony uran jest też używany jako materiał na koła zamachowe, w których może on zgromadzić więcej energii niż stal w tej samej objętości”.

*Chodzi o gromadzenie energii kinetycznej ruchu obrotowego  $E_k = \frac{I \cdot \omega^2}{2}$*

*Możemy założyć, że porównujemy dwa koła zamachowe o takich samych kształtach (przeważnie w kształcie walca, ale niekoniecznie) i rozmiarach. Zakładamy, że zarówno koło wykonane z uranu i stali mają taką samą wartość prędkości kątowej  $\omega$ . Muszą różnić się zatem momentem bezwładności  $I$ .*

*Zgodnie z definicją  $I = \sum_{i=1}^n m_i \cdot r_i^2$*

*Założyliśmy, że  $r_u = r_s$*

*$V_u = V_s$  (wynika to z treści zadania)*

*Korzystamy ze wzoru na gęstość  $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V$ ,*

*czyli  $\rho_u \succ \rho_s$ ,*

*zatem  $m_u \succ m_s$*

*i  $I_u \succ I_s$*

*Wynika z tego, że energia kinetyczna koła zamachowego ( przy takiej samej prędkości kątowej) wykonanego z uranu jest większa od energii kinetycznej koła zamachowego wykonanego ze stali.*

### Zadanie 4.3. (0-3)

Pocisk o masie 1,5 kg poruszający się z prędkością o wartości 100 m/s wbił się w pancerz czołgu na głębokość 150 mm. Oblicz średnią wartość siły oporu pancerza. Czy ten sam pocisk byłby przebić pancerz stalowy o grubości 300 mm? Przyjmij, że średnia wartość siły oporu w przypadku stali jest o 30% mniejsza niż w pierwszym przypadku.

Należy przyrównać zmianę energii kinetycznej pocisku do pracy wykonanej przez siłę oporu materiału, z którego wykonany jest pancerz:

$$E_k - E_{ko} = F_{op} \cdot d \cdot \cos\alpha, \cos\alpha = -1, E_k = 0,$$

$$\text{Zatem: } F_{op} = \frac{m \cdot v^2}{2d},$$

Po podstawieniu danych liczbowych  $F_{op} = 5 \cdot 10^4 \text{ N}$ ,

Dla drugiego przypadku  $d_s = 214 \text{ mm}$ , zatem nie przebije pancerza.

### Zadanie 5. (0-3)

W czasie zimowych zabaw dzieci ślizgały się po lodzie. Jedno z nich po rozbiegu uzyskało prędkość o wartości 18 km/h. Z prędkością o takiej wartości wpadło na ślizgawkę i zatrzymało się po przebyciu 3 metrów. Oblicz współczynnik tarcia butów o lód wiedząc, że masa dziecka wynosiła 25 kg.

Energia kinetyczna zmienia się w pracę wykonaną przez siłę tarcia, zatem:

$$E_k - E_{ko} = T \cdot s \cdot \cos\alpha, \cos\alpha = -1, E_k = 0,$$

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = \mu \cdot m \cdot g \Rightarrow \mu = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot s},$$

Po podstawieniu danych liczbowych otrzymujemy:

$$\mu = 0,42$$

### Zadanie 6.

Podczas rozwiązywania zadań z fizyki uczniowi przepaliła się tradycyjna żarówka o mocy 60 W. Następnego dnia udał się do sklepu, gdzie sprzedawca zaproponował mu żarówkę LED o mocy 6 W, a tej samej jasności świecenia. Argumentował to tym, że te ostatnie zużywają tylko 1,188 GJ energii na rok, co stanowi 10% zużycia tradycyjnej żarówki. Nie bez znaczenia jest również czas życia, który może wynosić nawet 50 000 godzin (tradycyjna żarówka 1200 godzin).

### Zadanie 6.1. (0-2)

Zakładając, że koszt jednej kWh wynosi 0,70 zł oblicz ile pieniędzy zaoszczędziłyby w ciągu 5 lat uczeń kupując żarówkę LED.

$$\text{Zamieniamy } 1,188 \text{ GJ} = 330 \text{ kWh}$$

$$\text{Mnożymy } 330 \text{ kWh} \cdot 5 \cdot 0,70 \text{ zł/kWh} = 1155 \text{ zł}$$

**Zadanie 6.2. (0-3)**

Uczeń zakupił również żarówkę o mocy 6 W dającą światło o barwie zielonej o długości  $\lambda_z = 550 \text{ nm}$ . Ile fotonów światła na sekundę wysłało to źródło we wszystkich kierunkach?

Energia wysyłana w formie światła zielonego ze źródła w ciągu  $t = 1 \text{ s}$  wyraża się wzorem  $W = P \cdot t$  i wynosi  $W = 6 \text{ J}$ . Energia ta jest przenoszona przez  $n$  fotonów światła zielonego, z których każdy niesie energię  $E_f = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda_z}$ .

Po podstawieniu danych liczbowych otrzymujemy  $E_f = 3,61 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$W = n \cdot E_f \Rightarrow n = \frac{W}{E_f}$$

Otrzymujemy  $n = 1,66 \cdot 10^{19}$  fotonów.

**Zadanie 6.3. (0-3)**

Źrenica oka posiada średnicę od 3 mm do 8 mm. Jaka maksymalnie liczba fotonów może wpaść do oka w czasie jednej minuty? Załóż, że w ciągu sekundy źródło wysłało  $n = 10^{19}$  fotonów i znajduje się w odległości 1 metra od źródła.

W odległości  $r = 1 \text{ m}$  od źródła wszystkie fotony przechodzą przez powierzchnię kulistą o polu  $4 \cdot \pi \cdot r^2$ . Przez powierzchnię o przekroju  $S$  przechodzi w ciągu minuty:

$$N = \frac{n \cdot S}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \cdot t \text{ fotonów}$$

$S = \pi \frac{d^2}{4}$  jest maksymalną powierzchnią źrenicy, zatem  $d = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$$S = 5,02 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

Ostatecznie  $N = 2,4 \cdot 10^{15}$  fotonów

**Zadanie 6.4. (0-2)**

Dokończ poniższe zdanie. Zaznacz właściwe uzupełnienia spośród A i B oraz 1 i 2.

Zamiana żarówki z poprzedniego zadania na dającą światło o barwie czerwonej:

A	zmieni liczbę uwalnianych fotonów na sekundę	ponieważ		
			2	zmienia to długości fali

**Zadanie 7.**

Pewnego słonecznego dnia mama wybrała się z parą bliźniaków na plac zabaw. Masa każdego z chłopców wynosiła 15 kg. Postanowili pobawić się na drgających zabawkach w kształcie zwierząt (tzw. bujakach). Marek wybrał słonia, a Wacek żyrafę. Słonik był zamocowany na pojedynczej sprężynie o współczynniku sprężystości  $k_s = 1000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  a żyrafa na dwóch takich samych sprężynach o współczynnikach sprężystości  $k_z = 500 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ .

### Zadanie 7.1. (0-3)

Oceń poprawność stwierdzenia: „pod wpływem ciężaru każdego z chłopców bujaki ugięły się o taką samą wartość”. Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami. O ile ugięły się bujaki. W obliczeniach pominię masę bujaków.

*Zdanie jest prawdziwe.*

*Bujaki ugięły się o  $x = 0,147\text{m}$*

### Zadanie 7.2. (0-1)

Oblicz okres drgań i częstotliwość bujaka w kształcie słonia.

$$T = 0,77 \text{ s}, f = 1,3 \text{ Hz}$$

### Zadanie 8.

Ciało poruszające się w płynie doznaje działania siły skierowanej przeciwnie do jego ruchu, zwanej siłą oporu  $P$ . Siła ta wyraża się wzorem podanym przez Newtona:

$$P = \frac{CS\rho v^2}{2}$$

Gdzie  $S$  jest przekrojem ciała,  $\rho$  gęstością płynu,  $v$  prędkością ciała a  $C$  współczynnikiem proporcjonalności.

### Zadanie 8.1. (0-2)

Wyprowadź wzór na współczynnik proporcjonalności. Wyraż go w jednostkach podstawowych układu SI.

Po przekształceniu wzór przyjmuje postać:

$$C = \frac{2P}{S \cdot \rho \cdot v^2}$$

$$[C] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}^2}} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}^2 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{m}^3 \cdot \text{s}^2}} = 1$$

### Zadanie 8.2. (0-3)

Po wrzuceniu ołowianych kulek do cieczy o dużej gęstości, możemy przyjąć, że poruszają się one ruchem jednostajnym prostoliniowym. Podaj przyczynę takiego zachowania kulek. Narysuj siły działające na kulkę podczas jej ruchu w cieczy. Zachowaj odpowiednie proporcje. Podaj ich nazwy.

*Na kulki działają: siła ciężkości skierowana w dół oraz równoważące ją siły wyporu i oporu cieczy.*

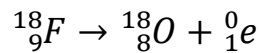
### Zadanie 9.

Jedną z metod stosowanych w diagnostyce medycznej jest pozytonowa tomografia emisyjna PET. Wykorzystuje się w niej radiofarmaceutyki. Podaje się je pacjentom, a następnie wykonuje badania. Do najczęściej stosowanych radiofarmaceutyków należą fluor F-18 i węgiel C-11.

### Zadanie 9.1. (0-1)

Uzupełnij poniższy schemat rozpadu.





### Zadanie 9.2. (0-4)

W próbce znajduje się  $10^6$  jąder węgla C-11, którego czas połowicznego zaniku wynosi 20 minut. Wykonaj wykres zależności ilości jąder, które uległy rozpadowi od czasu, dla czasu  $t = 1$  h. Odczytaj z niego ile jąder zostało w próbce po upływie 15 minut.

*Należy zwrócić uwagę na to, że wykres dotyczy jąder, które uległy rozpadowi.*

### Zadanie 10. (0-1)

Podaj nazwę zjawiska, które jest podstawą działania transformatora.

*Zjawisko indukcji elektromagnetycznej.*

### Zadanie 11.

Po zdegradowaniu w 2006 r. Plutona w Układzie Słonecznym zostało osiem planet. Wyniki badań opublikowanych w „The Astronomical Journal” dają nadzieję, że znów będzie ich dziewięć. Opierają się one na symulacjach komputerowych, które wskazują na istnienie dziewiątej planety krążącej wokół Słońca daleko za orbitą Neptuna. Rzekoma planeta ma masę mniej więcej 10-krotnie większą niż Ziemia i zalicza się do gazowych gigantów. Porusza się po mocno wydłużonej eliptycznej orbicie, w peryhelium zbliżając się do Słońca na 200 j.a, w aphelium zaś oddalając się na 1200 j.a. Średnio znajduje się ona 20 razy dalej niż Neptun odległy od nas o 4,5 mld km. Pokonanie orbity może zająć olbrzymowi nawet 20 tys. lat. Odległość Ziemi od Słońca wynosi 150 mln km, a masa Słońca  $2 \cdot 10^{30}$  kg.

(Źródło: „Wiedza i życie”, marzec 2016, „Na tropie dziewiątej Planety”)

#### Zadanie 11.1 (0-2)

Oceń poprawność poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe lub F jeśli zdanie jest fałszywe.

1.	Wyniki badań dotyczących planety opisanej w zadaniu opierają się na obserwacjach astronomicznych.		F
2.	W aphelium hipotetycznej planeta jest najdalej od Słońca.	P	
3.	Słońce, po skończeniu się w nim paliwa, stanie się czarną dziurą.		F

#### Zadanie 11.2. (0-1)

Wymień nazwę zasady, która jest spełniona podczas ruchu planety wokół Słońca.

*Zasada zachowania momentu pędu.*

### Zadanie 12. (0-2)

Opisz jeden ze znanych tobie sposobów wyznaczania przyspieszenia grawitacyjnego. Wymień z czego składa się zestaw doświadczalny, oraz czynności jakie należy wykonać, aby uzyskać wynik.

*Można opisać wyznaczanie przyspieszenia grawitacyjnego za pomocą wahadła matematycznego.*

### Zadanie 13. (0-2)

Każdy z nas był przynajmniej raz u stomatologa i pomimo tego, że nie wszyscy muszą mieć chore zęby, każdy widział lusterko dentystyczne. Służy ono do kontroli uzębienia. Uzupełnij poniższy tekst w zakreślając po jednym wyrazie z każdego nawiasu.

Lusterko dentystyczne jest zwierciadłem **wklęsłym**. Ze względu na sposób badania zębów przez lekarza stomatologa lusterko dentystyczne daje obraz **pozorny**. Lusterko dentystyczne daje również obraz **powiększony**, który jest obrazem **prostym**.

### Zadanie 14. (0-1)

Który ze sposobów elektryzowania nie zmienia wartości ładunku zgromadzonego w ciele elektryzowanym. Zaznacz poprawną odpowiedź.

C. *przez indukcję*

### Zadanie 15. (0-1)

Wymień dwa przykłady wykorzystania praktycznego zjawiska konwekcji.

1. Ptaki wykorzystują prądy konwekcyjne w celu wznoszenia się.
2. Zjawisko konwekcji wykorzystywane jest w szybownictwie.