



☐ *Tegoroczny maturzysta*

☐ *Uczeń młodszy*

PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **27 marca 2021 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **10:30**

CZAS PRACY: **180 minut**

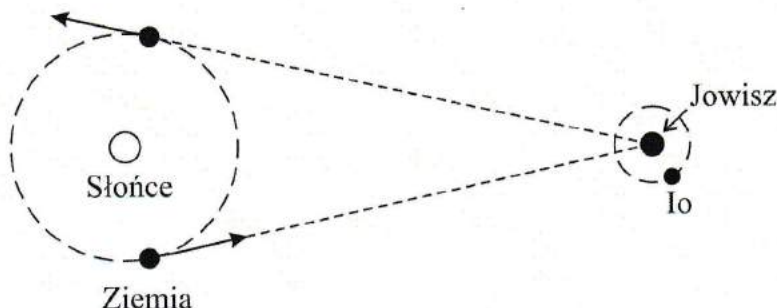
LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 17 stron (zadania 1–9).
 2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
 3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
 4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
 5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
 6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
 7. Możesz korzystać z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki, linijki oraz kalkulatora prostego.
 8. Wszelkie pytania odnośnie arkusza po egzaminie możesz kierować na adres e-mail: promocja.fais@uj.edu.pl.
-

Zadanie 1.

Ole Rømer – duński astronom i naukowiec – jako pierwszy przeprowadził obserwacje wskazujące na skończoną wartość prędkości rozchodzenia się światła. Swoje obliczenia oparł na obserwacji zaćmień Io – satelity Jowisza przez tę planetę. Wyznaczony przez Rømera średni okres obiegu Io wynosił 42,5 godziny. Pomiary, które były prowadzone na przestrzeni wielu dni i w różnych porach roku, ujawniły odstępstwa od średniej w zależności od tego, czy dystans pomiędzy Jowiszem a Ziemią skracał się czy wydłużał.



Zadanie 1.1. (0–1)

Oblicz wartość prędkości liniowej Ziemi w ruchu dookoła Słońca. Przyjmij, że orbita Ziemi jest okręgiem o promieniu 150 mln km.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 150\,000\,000 \text{ km}}{365 \cdot 24 \cdot 3600} \approx 30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

1 pkt.

Zadanie 1.2. (0–1)

Wyjaśnij przyczynę zmiany obserwowanego z Ziemi okresu obiegu Io wokół Jowisza w obu opisanych powyżej przypadkach.

W związku z ruchem Ziemi względem Jowisza światło biegnące z Jowisza i Io ma krótszą / dłuższą drogę do przebycia.

1 pkt.

Zadanie 1.3. (0-3)

Oblicz różnicę czasu, jaka zostanie zmierzona dla 40 okresów obiegu Io wokół Jowisza w przypadku, gdy Ziemia porusza się w stronę Jowisza po linii prostej i gdy w ten sam sposób od niego się oddala. Przyjmij, że odległość Jowisza od Słońca jest stała.

40 okresów obiegu Io

$$t = 40 \cdot 42,5 \cdot 3600 \text{ s} = 6,12 \cdot 10^6 \text{ s}$$

Droga przebyta w tym czasie przez Ziemię

$$s = v_{\text{orb}} \cdot t = 30\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 6,12 \cdot 10^6 \text{ s} = 1,84 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

1 pkt.

Czas potrzebny, aby światło przebyło tę drogę

$$\Delta t = \frac{s}{c} = \frac{1,84 \cdot 10^{11} \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 612 \text{ s} \approx 10,2 \text{ minuty}$$

1 pkt.

$$2\Delta t = 20,4 \text{ minuty}$$

1 pkt.

Zadanie 1.4. (0-1)

Zmierzona przez Rømera różnica czasu pomiędzy opisanymi przypadkami wynosiła 22 minuty. Oblicz wartość prędkości światła, jaką można wydedukować z tego pomiaru.

$$v_{\text{światła}} = \frac{s}{\frac{1}{2} \Delta t} = \frac{1,84 \cdot 10^{11} \text{ m}}{11 \cdot 60 \text{ s}} = 2,79 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

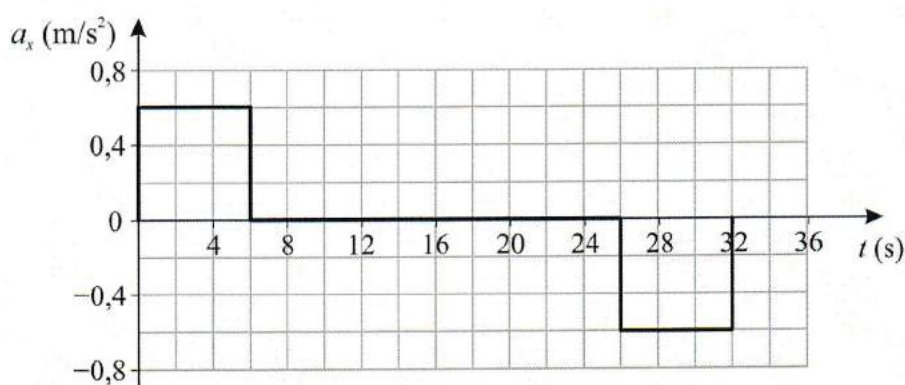
1 pkt.

Zadanie 2.

Nowoczesne telefony są wyposażone w czujniki, np. ciśnieniomierz, magnetometr, akcelerometr czy żyroskop, za pomocą których można mierzyć różne wielkości fizyczne. Akcelerometr i odpowiednia aplikacja umożliwiają wyznaczanie wartości przyspieszania, z jakim względem budynku porusza się smartfon leżący na podłodze w windzie szybkobieżnej w wysokim wieżowcu. W windzie stoi pasażer o masie 70 kg. Winda razem z pasażerem ma masę 200 kg.

Winda ruszyła z parteru w chwili $t = 0$. Oś położenia jest zwrócona pionowo do góry. Na wykresie przedstawiono zależność pionowej współrzędnej przyspieszenia zmierzonego przez akcelerometr od czasu.

W obliczeniach przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą $9,8 \text{ m/s}^2$.



Zadanie 2.1. (0–2)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W chwili $t = 4 \text{ s}$ prędkość windy ma wartość $0,6 \text{ m/s}$.	P	☒ F
2.	Wypadkowa siła działająca na windę w chwili $t = 16 \text{ s}$ ma wartość równą 0.	☒ P	F
3.	W chwili $t = 32 \text{ s}$ prędkość windy ma wartość 0 m/s .	☒ P	F

3 odp. prawdziwe = 2 pkt.
2 odp. prawdziwe = 1 pkt.
1 lub 0 odp. prawdziwe = 0 pkt.

Zadanie 2.2. (0–1)

Oblicz największą wartość prędkości, z jaką poruszała się winda.

$$v = a \cdot t = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6 \text{ s} = 3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 pkt.

Zadanie 2.3. (0-4)

Oblicz drogę, jaką przebyła winda od chwili $t = 0$ s do $t = 32$ s.

$$s_1 = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (6\text{s})^2 = 10,8 \text{ m}$$

1 pkt.

$$s_2 = v \cdot t = 3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 20\text{s} = 72 \text{ m}$$

1 pkt.

$$s_3 = v t - \frac{1}{2} a t^2 = 3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 6\text{s} - \frac{1}{2} \cdot 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (6\text{s})^2 = 21,6 \text{ m} - 10,8 \text{ m} = 10,8 \text{ m}$$

1 pkt.

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = 10,8 \text{ m} + 72 \text{ m} + 10,8 \text{ m} = 93,6 \text{ m}$$

1 pkt.

Zadanie 2.4. (0-3)

Oblicz wartość wypadkowej siły działającej na windę oraz wartość siły, którą lina, na której zawieszona jest winda, działała na nią w ciągu pierwszej sekundy ruchu.

Z II zasady dynamiki: $\Rightarrow$

$$F_{\text{wyp}} = m \cdot a = 200 \text{ kg} \cdot 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 120 \text{ N}$$

1 pkt.

$$F_{\text{grav}} = m \cdot g = 200 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1960 \text{ N}$$

1 pkt.

$$\vec{F}_{\text{wyp}} = \vec{N} + \vec{F}_{\text{grav}}$$

$$F_{\text{wyp}} = N - F_{\text{grav}}$$

$$N = F_{\text{grav}} + F_{\text{wyp}} = 1960 \text{ N} + 120 \text{ N} = 2080 \text{ N}$$

1 pkt.

Zadanie 2.5. (0-4)

Wypisz wszystkie siły działające na pasażera w windzie w nieinercyjnym układzie odniesienia związanym z windą w chwili $t = 30$ s i oblicz wartości tych sił.

Oblicz wartość siły nacisku, jaką na podłogę windy działał pasażer w podanej chwili.

Siła grawitacji

$$F_{\text{grav}} = m \cdot g = 70 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 686 \text{ N}$$

1 pkt.

Siła bezwładności

$$F_b = m \cdot a = 70 \text{ kg} \cdot 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 42 \text{ N}$$

1 pkt.

Siła reakcji podłogi windy

$$F_R = F_{\text{grav}} - F_b = 644 \text{ N}$$

1 pkt.

Z III zasady dynamiki $\Rightarrow$

$$F_{\text{nacisku}} = F_R$$

$$F_{\text{nacisku}} = 644 \text{ N}$$

1 pkt.

Zadanie 3.

Okres obiegu Io wokół Jowisza jest równy 1,77 dnia ziemskiego, a promień orbity tego księżycy jest równy 422 tys. km. Inny księżyc Jowisza – Europa – okrąża tę planetę po orbicie o promieniu 671 tys. km.

Zadanie 3.1. (0–1)

Oblicz okres obiegu Europy wokół Jowisza. Wynik podaj w dniach ziemskich.

2 III prawa Keplera : $\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3}$

$$T_2 = T_1 \cdot \sqrt{\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3}$$
$$T_2 = 1,77 \text{ d} \cdot \sqrt{\left(\frac{671\,000 \text{ km}}{422\,000 \text{ km}}\right)^3} = 3,55 \text{ dnia}$$

1 pkt.

Zadanie 3.2. (0–3)

Korzystając z podanych danych oraz wartości stałej grawitacji oblicz masę Jowisza.

Sila grawitacji, którą Jowisz działa na Io, pełni rolę siły dośrodkowej w ruchu Io po orbicie wokół Jowisza.

$$F_{\text{dośr}} = \frac{mv^2}{r} = \frac{m \cdot \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4\pi^2 m r}{T^2}$$
$$F_{\text{grav}} = G \frac{Mm}{r^2}$$
$$F_{\text{grav}} = F_{\text{dośr}} \Rightarrow G \frac{Mm}{r^2} = \frac{4\pi^2 m r}{T^2}$$
$$M = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G T^2}$$
$$M = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (4,22 \cdot 10^8 \text{ m})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot (1,77 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s})^2} =$$
$$= 1,9 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

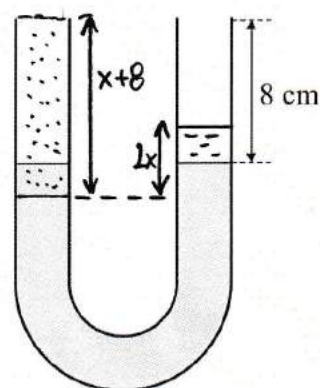
1 pkt

1 pkt

1 pkt.

Zadanie 4.

Do naczynia w kształcie litery U (tzw. U-rurki) z otwartymi końcami nalano wodę (rysunek). Przekrój poprzeczny rurki jest jednakowy na całej jej długości, a jego pole powierzchni wynosi 2 cm^2 . Do lewego ramienia U-rurki dolano maksymalną możliwą objętość oleju tak, że olej nie wylał się z naczynia. Przyjmij, że gęstość oleju wynosi 750 kg/m^3 , gęstość wody 1000 kg/m^3 oraz, że nie występuje zjawisko menisku.



Zadanie 4.1. (0–4)

Oblicz, o ile podniesie się poziom wody w prawym ramieniu naczynia oraz masę dolanego oleju.

$$\begin{aligned} p_1 &= p_2 \\ \rho_{\text{wody}} \cdot g \cdot 2x &= \rho_{\text{oleju}} \cdot g \cdot (x+8) \\ 1000 \cdot 2x &= 750 \cdot (x+8) \\ 1250x &= 6000 \\ x &= 4,8 \text{ cm} \\ h_{\text{oleju}} &= (8 + 4,8) \text{ cm} = 12,8 \text{ cm} \\ V_{\text{oleju}} &= 2 \text{ cm}^2 \cdot 12,8 \text{ cm} = 25,6 \text{ cm}^3 \\ m_{\text{oleju}} &= 0,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 25,6 \text{ cm}^3 = \\ &= 19,2 \text{ g} = 0,0192 \text{ kg} \end{aligned}$$

1 pkt

1 pkt

1 pkt.

1 pkt.

Zadanie 4.2. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Ciśnienie hydrostatyczne w lewym ramieniu rurki w punkcie położonym 1 cm nad miejscem styku wody i oleju jest równe ciśnieniu na tym samym poziomie w prawym ramieniu naczynia.	P	☒
2.	Masa dolanego oleju jest równa masie wody znajdującej się w prawym ramieniu U-rurki nad poziomem styku wody i oleju.	☒	F

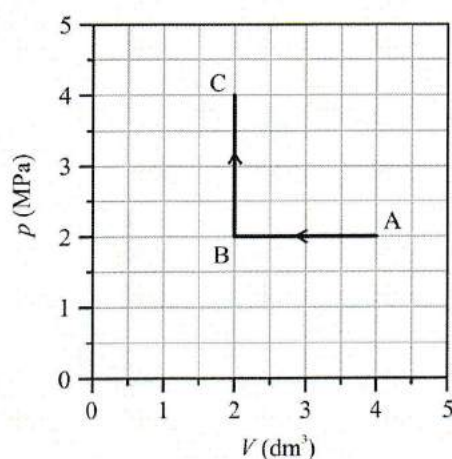
2 odp. prawdziwe = 1 pkt
1 lub 0 odp. prawdziw. = 0 pkt.

Zadanie 5.

W zbiorniku zamkniętym szczelnie tłokiem mogącym przesuwac się bez tarcia znajduje się 2,5 mola helu o masie molowej $\mu = 4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ i cieple molowym

$C_p = \frac{5}{2}R$. Na wykresie $p(V)$ przedstawiono przemiany termodynamiczne tego gazu.

Przyjmij, że w rozważanych warunkach hel można traktować jak gaz doskonały.



Zadanie 5.1. (0-1)

Oblicz pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną działającą na tłok podczas przemiany $A \rightarrow B$.

$$W = -p \cdot \Delta V = -2 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot (-2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) = 4000 \text{ J}$$

1 pkt

Zadanie 5.2. (0-2)

Oblicz temperaturę gazu w stanie oznaczonym na wykresie literą A. Wynik podaj w stopniach Celsjusza.

$$pV = nRT$$
$$T = \frac{pV}{nR} = \frac{2 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{2,5 \text{ mola} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = 385,1 \text{ K}$$

1 pkt

$$t = 385,1 - 273 = 112,1^\circ \text{C} \approx 112^\circ \text{C}$$

1 pkt

Zadanie 5.3. (0-5)

Oblicz energię dostarczoną do gazu w postaci ciepła oraz zmianę energii wewnętrznej gazu w każdej z rozważanych przemian.

$$A \rightarrow B \quad \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{T_A \cdot V_B}{V_A} = \frac{385,1 \text{ K} \cdot 2 \text{ dm}^3}{4 \text{ dm}^3} = 192,55 \text{ K}$$

1 pkt

$$Q_{A \rightarrow B} = m C_p \Delta T = 2,5 \text{ mola} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (-192,55 \text{ K}) = -10001 \text{ J}$$

1 pkt

$$\Delta U_{A \rightarrow B} = Q_{A \rightarrow B} + W_{A \rightarrow B} = -10001 \text{ J} + 4000 \text{ J} = -6001 \text{ J}$$

1 pkt

$$B \rightarrow C \quad T_C = T_A$$

$$Q_{B \rightarrow C} = m C_v \Delta T = 2,5 \text{ mola} \cdot \frac{3}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 192,55 \text{ K} = 6001 \text{ J}$$

1 pkt

$$W_{B \rightarrow C} = -p \cdot \Delta V = 0 \text{ J}$$

$$\Delta U_{B \rightarrow C} = Q_{B \rightarrow C} + W_{B \rightarrow C} = 6001 \text{ J} + 0 \text{ J} = 6001 \text{ J}$$

1 pkt

Zadanie 5.4. (0-1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W wyniku przemiany B → C średnia wartość prędkości atomów helu wzrosła dwukrotnie.	P	☒ F
2.	W wyniku ciągu przemian A → B i B → C energia wewnętrzna gazu wzrosła.	P	☒ F

2 odp. prawdziwe = 1 pkt
1 lub 0 odp. prawdziwe = 0 pkt

Zadanie 5.5. (0-4)

Oblicz gęstość gazu i liczbę jego cząsteczek w zbiorniku w stanie oznaczonym na wykresie literą A.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = 2,5 \text{ mola} \cdot 4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 10 \text{ g}$$

1 pkt

$$\rho = \frac{10 \text{ g}}{4 \text{ dm}^3} = 2,5 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} = 2,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

1 pkt

$$m_{\text{1 cząsteczki}} = \frac{\mu}{N_A} = \frac{4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} = 6,64 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

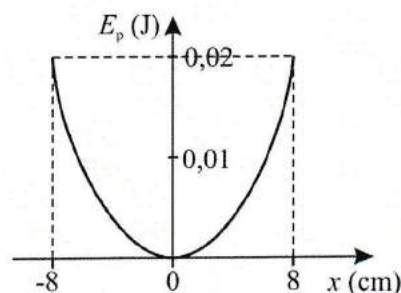
1 pkt

$$N = \frac{m}{m_{\text{1 cząsteczki}}} = \frac{10 \text{ g}}{6,64 \cdot 10^{-24} \text{ g}} = 1,5 \cdot 10^{24}$$

1 pkt.

Zadanie 6.

Ciężarek zaczepiony do sprężyny wykonuje poziome, nietłumione drgania harmoniczne o okresie 1,4 s. Na wykresie przedstawiono zależność energii potencjalnej sprężystości E_p sprężyny od wychylenia x ciężarka z położenia równowagi.

**Zadanie 6.1. (0-2)**

Oblicz współczynnik sprężystości sprężyny i masę ciężarka.

$$E_{ps} = \frac{1}{2} k x^2$$

$$k = \frac{2 E_{ps}}{x^2} = \frac{2 \cdot 0,02 \text{ J}}{(0,08 \text{ m})^2} = 6,25 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

1 pkt

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$m = \frac{k \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{6,25 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (1,4 \text{ s})^2}{4 \cdot 3,14^2} = 0,31 \text{ kg}$$

1 pkt

Zadanie 6.2. (0-1)

Oblicz największą wartość prędkości, z jaką porusza się drgający ciężarek.

$$v_{\max} = A \cdot \omega = A \cdot \frac{2\pi}{T}$$

$$v_{\max} = 0,08 \text{ m} \cdot \frac{2 \cdot 3,14}{1,4 \text{ s}} = 0,359 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 pkt.

Zadanie 6.3. (0–2)

Oblicz wychylenie x z położenia równowagi, w którym energia kinetyczna ciężarka jest 3 razy większa od energii potencjalnej sprężystości sprężyny.

$$\begin{aligned}
 E_k &= 3 E_p \\
 E_k + E_p &= E_{\text{CAŁK}} \\
 4 E_p &= E_{\text{CAŁK}} \\
 4 \cdot \frac{kx^2}{2} &= \frac{kA^2}{2} \\
 x^2 &= \frac{1}{4} A^2 \\
 x &= \pm \frac{1}{2} A = \pm 4 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

1 pkt

1 pkt

Zadanie 6.4. (0–1)

Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz właściwe uzasadnienie spośród 1.–2.

Ciało wykonujące drgania harmoniczne w czasie ruchu w stronę położenia równowagi porusza się ruchem

A.	jednostajnie przyspieszonym,	ponieważ	1.	współczynnik sprężystości sprężyny nie zależy od jej wydłużenia.
B.	jednostajnie opóźnionym,		2.	wartość siły sprężystości zależy od wydłużenia sprężyny.
☒ C.	niejednostajnie przyspieszonym,			

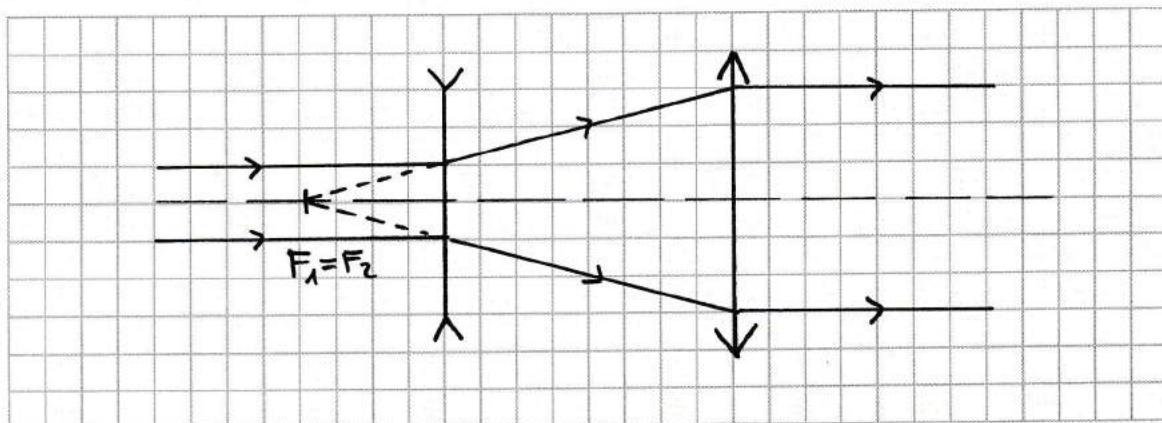
2 poprawne = 1 pkt
1 lub 0 popr. = 0 pkt

Zadanie 7.

Wiązka światła laserowego o długości fali w próżni 532 nm ma przekrój kołowy o średnicy 4 mm. Do przeprowadzenia eksperymentu potrzebna jest wiązka światła o średnicy 12 mm. Dysponujemy soczewką skupiającą o ogniskowej 12 cm.

Zadanie 7.1. (0–1)

Narysuj schemat odpowiedniego układu optycznego zawierającego oprócz podanej soczewki skupiającej drugą soczewkę – rozpraszającą. Na rysunku narysuj skrajne promienie wiązki oraz zaznacz położenia ognisk soczewek.



1 pkt

Zadanie 7.2. (0–2)

Oblicz ogniskową soczewki rozpraszającej oraz odległość pomiędzy soczewkami.

$$f_2 = 3 |f_1| \Rightarrow f_1 = \frac{1}{3} \cdot 12 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

(formalnie $f_1 = -4 \text{ cm}$)

$$d = f_2 - |f_1| = 12 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 8 \text{ cm}$$

1 pkt

1 pkt

Zadanie 7.3. (0–1)

Wiązka laserowa została wprowadzona do płytki szklanej o współczynniku załamania światła równym 1,5.

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Częstotliwość fali w szkle jest 1,5 razy mniejsza niż w próżni.	P	☒ F
2.	Długość fali światła w szkle jest 1,5 razy mniejsza niż w próżni.	☒ P	F

2 odp. prawdziwe = 1 pkt
1 lub 0 odp. prawdziwe = 0 pkt.

Zadanie 8.

Zdolność rozdzielcza mikroskopu ograniczona jest przez długość zastosowanej fali. Oznacza to, że najmniejszy wymiar, który można rozróżnić, jest równy w przybliżeniu tej długości fali. Przypuśćmy, że chcemy zbadać strukturę kryształu, w którym odległość pomiędzy sąsiednimi atomami jest rzędu 0,1 nm, a interesujące nas szczegóły są dziesięciokrotnie mniejsze.

Zadanie 8.1. (0-1)

Oblicz minimalną energię fotonu w mikroskopie optycznym o takiej zdolności rozdzielczej. Wynik zapisz w elektronowoltach lub kiloelektronowoltach.

$$E_f = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$
$$E_f = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10^{-11} \text{ m}} = 1,99 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$
$$E_f = \frac{1,99 \cdot 10^{-14} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}} = 124 \text{ keV}$$

1 pkt

1 pkt

Zadanie 8.2. (0-3)

Wiązkę cząstek można traktować jako fale materii, których długość określa wzór

$$\lambda = \frac{h}{p},$$

gdzie h to stała Plancka, a p to wartość pędu cząstki.

Proszę obliczyć minimalną energię elektronu i minimalne napięcie przyspieszające w mikroskopie elektronowym zapewniającym taką zdolność rozdzielczą.

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{10^{-11} \text{ m}} = 6,63 \cdot 10^{-23} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$
$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} = \frac{(6,63 \cdot 10^{-23} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 2,41 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$
$$E_k = W_{\text{pola el}} = q \cdot U = e \cdot U$$
$$U = \frac{E_k}{e} = \frac{2,41 \cdot 10^{-15} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 15063 \text{ V} \approx$$
$$\approx 15 \text{ kV}$$

1 pkt

1 pkt

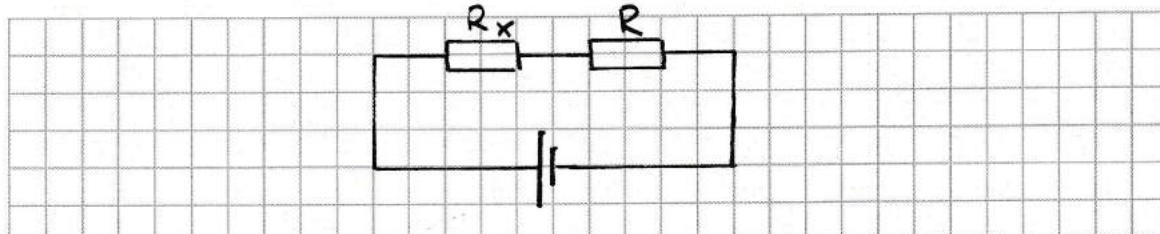
1 pkt

Zadanie 9.

Uczniowie mieli za zadanie wyznaczyć opór nieznanego opornika (R_x) mając do dyspozycji: woltomierz, źródło napięcia stałego, opornik o znanym oporze R oraz przewody elektryczne.

Zadanie 9.1. (0-1)

Narysuj schemat obwodu elektrycznego, który należało w tym celu zbudować.



1 pkt

Zadanie 9.2. (0-1)

Zapisz kolejne kroki postępowania (czynności) podczas wykonywania pomiarów.

1. Zestawić układ pomiarowy.
 2. Zmierzyc napięcie na oporniku o nieznanym oporze (U_x)
 3. Zmierzyc napięcie na oporniku o znanym oporze (U_R)
- ALT 3. Zmierzyc napięcie na źródle napięcia (U)

1 pkt.

Zadanie 9.3. (0-1)

Zapisz wzór, który pozwala obliczyć opór R_x na podstawie wyników dokonanych pomiarów.

$$R_x = \frac{R \cdot U_x}{U_R} \quad \text{ALT:} \quad R_x = \frac{R \cdot U_x}{U - U_x}$$

1 pkt.

Zadanie 9.4. (0-1)

Zapisz wzór, który pozwala obliczyć niepewność pomiarową oporu R_x , jeśli znana jest niepewność pomiaru napięcia, przyjmując, że opór R jest znany dokładnie.

$$\Delta R_x = \frac{R_{x \max} - R_{x \min}}{2}$$
$$R_{x \max} = \frac{R \cdot (U_x \pm \Delta U_x)}{U_R \pm \Delta U_R} \quad \text{ALT} \quad R_{x \max} = \frac{R \cdot (U_x \pm \Delta U_x)}{(U \mp \Delta U) - (U_x \pm \Delta U_x)}$$

1 pkt