UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

WYDZIAŁ FIZYKI, ASTRONOMII
I INFORMATYKI STOSOWANEJ

Imię i nazwisko: ……..

PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI

POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **6 kwietnia 2024 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **10:30**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 16 stron (zadania 1–11). Ewentualny brak zgłoś organizatorom.
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 naukowego.
8. Symbol zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki.
9. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz 180 minut.
10. Za poprawne rozwiązanie wszystkich zadań możesz uzyskać 60 punktów.
11. Wszelkie pytania dotyczące arkusza możesz kierować na adres e-mail: promocja.fais@uj.edu.pl.

Wprowadzenie

Fizyka jest wszędzie wokół nas, ale prawa rządzące przyrodą najlepiej bada się w laboratoriach naukowych. Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego jest wiodącym ośrodkiem naukowym w Polsce (kategoria A+ w dziedzinie nauki fizyczne). Niektóre spośród zadań w niniejszym arkuszu dotyczą zjawisk badanych w tutejszych laboratoriach oraz rzeczywistych sytuacji, z którymi spotykają się pracownicy i studenci Wydziału.

Zadanie 1. (0–2)

Dwie studentki fizyki, Ania i Monika, biegają po tej samej trasie wokół budynku Wydziału. Trasa ma długość 900 m. Dziewczyny zauważyły, że gdy biegną w tę samą stronę, to Ania wyprzedza („dubluje”) Monikę co 450 s, a gdy biegną w przeciwne strony, to mijają się co 100 s.

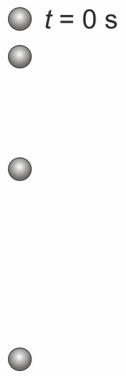
Oblicz wartości prędkości, z jakimi biegną Ania i Monika, zakładając, że te wartości są stałe. Odpowiedzi zapisz w odpowiednich miejscach.

wartość prędkości Ani: . . . . . .

wartość prędkości Moniki: . . . . . .

Zadanie 2. (0–4)

Z wysokości 1 m nad podłogą upuszczono piłeczkę. Piłka dotknęła podłogi 0,47 s po jej upuszczeniu. Ten ruch zilustrowano na rysunku obok: przedstawiono położenia piłeczki w kolejnych chwilach, między którymi upływał taki sam odstęp czasu.



Zadanie 2.1. (0–2)

Wykaż, że spadająca piłeczka poruszała się ruchem jednostajnie przyspieszonym. Wykonaj niezbędne pomiary na rysunku, a następnie przeprowadź obliczenia.

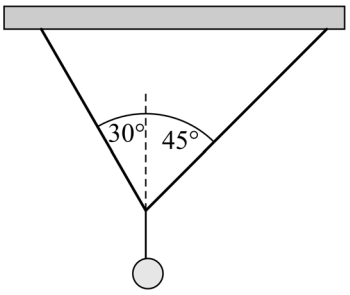
Zadanie 2.2. (0–2)

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Siły oporu działające na rozważaną spadającą piłeczkę mają pomijalnie małą wartość.	**P**	**F**
2.	Gdyby kulkę upuszczono z dwa razy mniejszej wysokości, to czas jej spadania byłby cztery razy krótszy.	**P**	**F**
3.	Energia kinetyczna ciała spadającego swobodnie z niewielkiej wysokości, gdy opory ruchu są pomijalnie małe, jest wprost proporcjonalna do czasu ruchu.	**P**	**F**

Zadanie 3. (0–3)

Jedna z lamp w Naukowym Kole Studentów wisi zawieszona na dwóch linkach jak na rysunku. Linki tworzą z pionem kąty podane na rysunku. Masa lampy jest równa 2 kg. Przyjmij, że masy linek są pomijalnie małe, a wartość przyspieszenia ziemskiego g = 10 m/s^2.



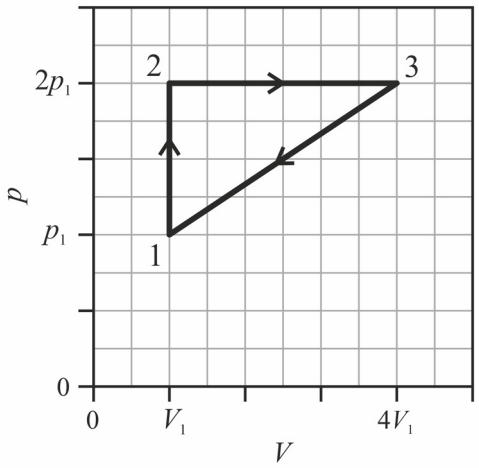
Oblicz wartości sił naciągu linek.

wartość naciągu linki po lewej stronie: . . . . . .

wartość naciągu linki po prawej stronie: . . . . . .

Zadanie 4. (0–14)

W zbiorniku zamkniętym szczelnie tłokiem mogącym przesuwać się bez tarcia znajdują się 2 mole azotu o masie molowej $\mu = 28\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ i cieple molowym $C_V = \frac{5}{2}R$. Na wykresie $p(V)$ przedstawiono cykl przemian, jakim uległ gaz. W stanie 1 objętość gazu wynosiła 1 dm^3, a temperatura 200 K. Przyjmij, że w rozważanych warunkach azot można traktować jak gaz doskonały.



Zadanie 4.1. (0–1)

Oblicz liczbę cząsteczek gazu w zbiorniku.

Zadanie 4.2. (0–2)

Oblicz gęstość gazu w zbiorniku w stanie 1.

Zadanie 4.3. (0–1)

Zapisz, jakim przemianom uległ gaz pomiędzy podanymi punktami.

1–2: . . . . . .

2–3: . . . . . .

Zadanie 4.4. (0–1)

Oblicz ciśnienie gazu w stanie 1.

Zadanie 4.5. (0–2)

Oblicz energię dostarczoną do gazu w postaci ciepła w przemianie 1–2.

Zadanie 4.6. (0–3)

Oblicz energię dostarczoną do gazu w postaci ciepła oraz zmianę energii wewnętrznej gazu w przemianie 2–3.

Zadanie 4.7. (0–3)

Oblicz pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną działającą na tłok oraz zmianę energii wewnętrznej gazu podczas przemiany 3→1.

Zadanie 4.8. (0–1)

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

1.	W wyniku przemiany 3→1 średnia wartość prędkości atomów azotu zmalała sześciokrotnie.	**P**	**F**
2.	W trakcie przemiany 3→1 gaz pobierał ciepło z otoczenia.	**P**	**F**

Zadanie 5. (0–2)

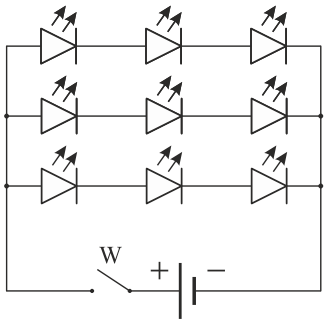
Ciało połączone ze sprężyną wykonuje drgania harmoniczne o amplitudzie *A*.

Oblicz, przy jakim wychyleniu *x* z położenia równowagi, energia kinetyczna ciała jest cztery razy większa niż energia potencjalna sprężystości sprężyny.

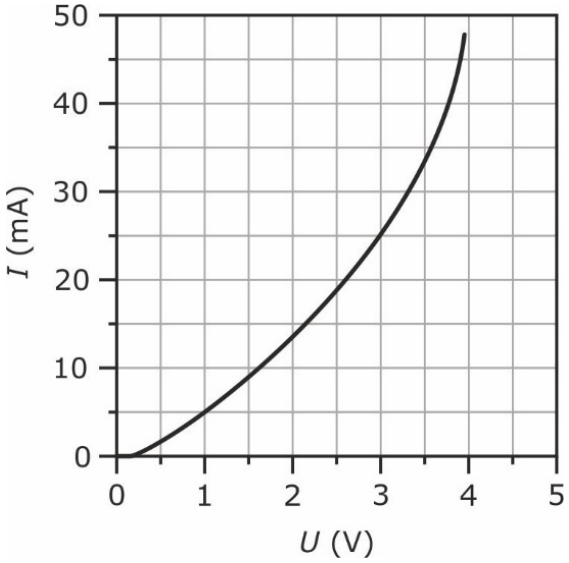
Zadanie 6. (0–5)

W obecnie produkowanych latarkach, zamiast zwykłej żarówki, źródłem światła są diody elektroluminescencyjne (LED – od ang. *light-emitting diode*) – symbol , dzięki czemu na małej powierzchni można zamontować kilka lub nawet kilkanaście takich elementów.

Latarka zawiera jednakowe LEDy połączone jak na schemacie poniżej. Załóż, że napięcie na zaciskach baterii zasilającej latarkę jest stałe i wynosi 3 V, a opór wewnętrzny baterii jest pomijalnie mały.



Zależność natężenia prądu płynącego przez pojedynczą diodę od przyłożonego do niej napięcia przedstawia poniższy wykres.



Zadanie 6.1. (0–1)

Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz jego poprawne uzasadnienie wybrane spośród 1.–3.

Opór półprzewodników

A.	rośnie wraz ze wzrostem temperatury,	ponieważ	1.	koncentracja swobodnych nośników ładunku w półprzewodniku rośnie.
B.	nie zależy od temperatury,		2.	koncentracja swobodnych nośników ładunku w półprzewodniku maleje.
C.	maleje wraz ze wzrostem temperatury,		3.	w półprzewodniku nie istnieją swobodne nośniki ładunku.

Zadanie 6.2. (0–4)

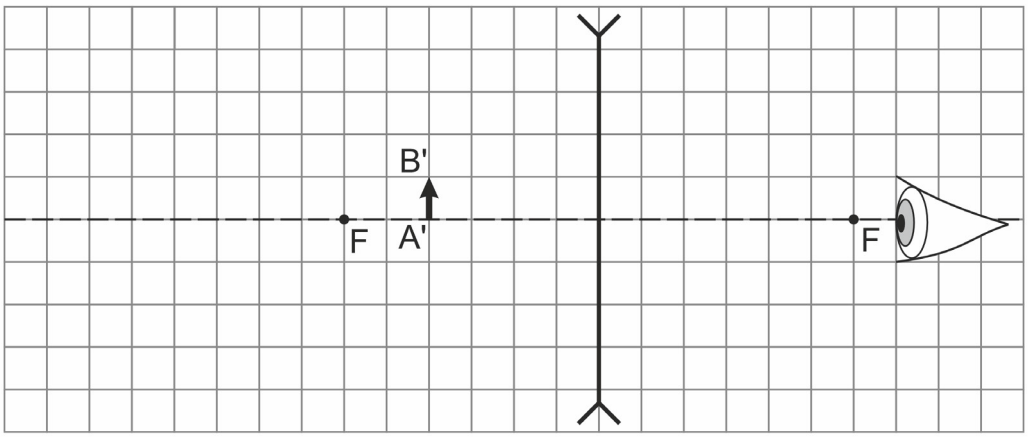
Skorzystaj z powyższego wykresu i oblicz natężenie prądu płynącego z baterii po zamknięciu obwodu włącznikiem W oraz moc elektryczną latarki.

Zadanie 7. (0–3)

Z lewej strony soczewki rozpraszającej ustawiono przedmiot AB, którego obraz A'B' obserwowano patrząc z prawej strony przez soczewkę. Na rysunku zaznaczono położenia ognisk F soczewki.

Zadanie 7.1 (0–2)

Wyznacz konstrukcyjnie położenie przedmiotu AB.



Zadanie 7.2. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Obraz rzeczywistego przedmiotu obserwowanego przez soczewkę rozpraszającą jest zawsze obrazem pozornym.	**P**	**F**
2.	Obraz rzeczywistego przedmiotu obserwowanego przez soczewkę rozpraszającą jest zawsze większy niż obserwowany przedmiot.	**P**	**F**

Zadanie 8. (0–8)

W jednej z wydziałowych pracowni naukowcy badają zjawiska optyczne zachodzące w pobudzonej do świecenia płytce szklanej (próbce) zawierającej atomy pierwiastków ziem rzadkich. Do wykonania zdjęcia tej próbki wykorzystano kamerę cyfrową (matryca elementów światłoczułych, bez obiektywu) oraz cienką soczewkę skupiającą. Gdy soczewka znajdowała się w odległości 10 cm od próbki, to na umieszczonej w odpowiednim miejscu matrycy powstał ostry obraz tej samej wielkości co próbka.

Zadanie 8.1. (0–2)

Oblicz ogniskową użytej soczewki.

Zadanie 8.2. (0–2)

Oblicz, w jakiej odległości od próbki należy umieścić tę samą soczewkę, a w jakiej odległości matrycę kamery, aby otrzymać na niej ostry obraz, 5-krotnie powiększony. Odpowiedzi zapisz w odpowiednich miejscach.

odległość soczewki od próbki: . . . . . .

odległość kamery od próbki: . . . . . .

Zadanie 8.3. (0–2)

Użytą w eksperymencie soczewkę wykonano ze szkła o współczynniku załamania światła równym 1,5. Jedna strona soczewki jest płaska.

Oblicz promień krzywizny wypukłej, sferycznej powierzchni soczewki.

Wskazówka: Skorzystaj z „Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki" (strona 17. broszury).

Zadanie 8.4. (0–2)

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Po przejściu światła z powietrza do szkła częstotliwość fali rośnie.	**P**	**F**
2.	Zasłonięcie górnej połowy soczewki spowoduje zniknięcie górnej połowy obrazu.	**P**	**F**
3.	Światło jest falą elektromagnetyczną poprzeczną.	**P**	**F**

Zadanie 9. (0–6)

Na Wydziale FAIS UJ prowadzi się badania ultrazimnych gazów, których atomy są wstępnie spowalniane i pułapkowane w tzw. pułapce magneto-optycznej. Atomy takie, po dalszym spowolnieniu, mogą tworzyć ciekawy stan materii zwany kondensatem Bosego-Einsteina. Jednym z ograniczeń na temperaturę, do jakiej można schłodzić atomy w pułapce, jest odrzut atomu podczas emisji fotonu. Często wykorzystywanym gazem jest rubid ^{87}Rb, którego atomy pochłaniają, a następnie emitują promieniowanie o długości fali 780 nm. Przyjmij, że masa atomu rubidu jest równa $m = 1{,}44 \cdot 10^{-27}$ kg.

Zadanie 9.1. (0–3)

Oblicz wartość prędkości odrzutu, którą uzyskał początkowo spoczywający atom rubidu podczas emisji fotonu.

Zadanie 9.2. (0–1)

Oblicz temperaturę gazowego rubidu, przy której średnia wartość prędkości atomów jest równa obliczonej powyżej wartości.

Zadanie 9.3. (0–2)

Wykaż, że energia kinetyczna odrzuconego atomu rubidu jest bardzo mała w porównaniu do energii emitowanego fotonu.

Zadanie 10. (0–6)

W Laboratorium Diagnostyki Plazmy wykorzystuje się laser impulsowy, którego parametry podano w tabeli.

Czas trwania impulsu	5 ns
Energia impulsu	200 mJ
Częstotliwość powtarzania impulsów	10 Hz
Długość fali emitowanego światła	532 nm

Zadanie 10.1. (0–2)

Wykaż, że średnia moc światła z lasera wynosi 2 W, natomiast moc światła w czasie trwania impulsu („błysku”) lasera wynosi aż 40 MW. Przyjmij, że w czasie trwania impulsu moc światła jest stała.

Zadanie 10.2. (0–2)

Oblicz energię fotonu emitowanego przez ten laser. Wynik zapisz w elektronowoltach.

Zadanie 10.3. (0–1)

Oblicz liczbę fotonów w pojedynczym impulsie światła.

Zadanie 10.4. (0–1)

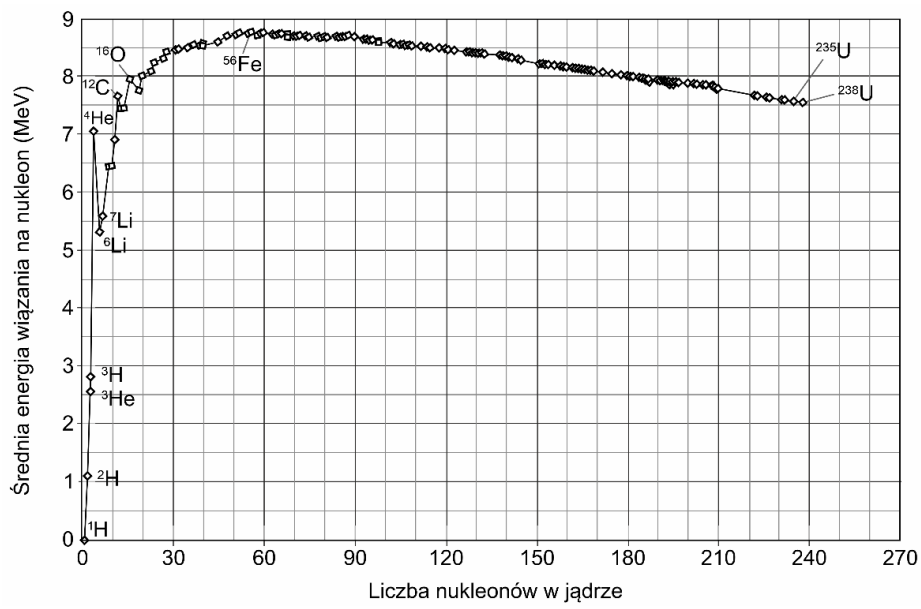
Gdy wiązka światła o dużej mocy, na przykład z lasera, pada na powierzchnię metalu, zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne może zajść w wyniku jednoczesnego pochłonięcia większej niż jeden liczby fotonów. W poniższej tabeli zamieszczono wybrane metale oraz wartości pracy wyjścia *W*.

metal	cez	wolfram	złoto	platyna
W (eV)	1,8	4,5	4,8	5,3

Zapisz nazwy tych metali, z których powierzchni może zostać wybity elektron w wyniku jednoczesnego pochłonięcia dwóch fotonów światła emitowanego przez ten laser.

Zadanie 11. (0–7)

Poniższy wykres przedstawia zależność energii wiązania przypadającej na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze.



Zadanie 11.1. (0–1)

Oszacuj energię wiązania jądra $^{238}_{92}\mathrm{U}$.

Zadanie 11.2. (0–1)

Zapisz równanie reakcji rozpadu alfa jądra uranu z uwzględnieniem liczb masowych i atomowych produktów.

Zadanie 11.3. (0–3)

Oblicz energię kinetyczną (w MeV) cząstki alfa powstałej w wyniku rozpadu spoczywającego jądra uranu 238. Przyjmij następujące energie wiązania: dla ^{238}U 7,57 MeV/nukleon, dla cząstki alfa 7,07 MeV/ nukleon, dla drugiego produktu rozpadu 7,60 MeV/nukleon. Przyjmij, że prędkość powstałego jądra oraz prędkość cząstki alfa są znacznie mniejsze od prędkości światła w próżni.

Zadanie 11.4. (0–2)

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

1.	Z jądra $^{238}_{92}\mathrm{U}$ w wyniku rozpadów promieniotwórczych może powstać jądro izotopu $^{232}_{90}\mathrm{Th}$	**P**	**F**
2.	Jądro $^{238}_{92}\mathrm{U}$ zawiera 238 neutrony.	**P**	**F**
3.	Masa jądra $^{238}_{92}\mathrm{U}$ jest mniejsza od sumy mas produktów reakcji rozpadu.	**P**	**F**

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*