

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

|  |  |
| --- | --- |
| **WYPEŁNIA ZESPÓŁ NADZORUJĄCY** | ***Miejsce na naklejkę.****Sprawdź, czy kod na naklejce to* **M-660**. |
|  |
|  **KOD PESEL** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Egzamin maturalny** | ***Formuła 2023*** |
|  |
| **FIZYKA** |
| **Poziom rozszerzony****TEST DIAGNOSTYCZNY** |
| *Symbol arkusza***M**FAP-R0-**660**-2212 |

Data: **16 grudnia 2022 r.**

Godzina rozpoczęcia: **14:00**

Czas trwania: **do 270 minut**

Liczba punktów do uzyskania: **60**

**Przed rozpoczęciem pracy z arkuszem egzaminacyjnym**

1. Sprawdź, czy nauczyciel przekazał Ci **właściwy arkusz egzaminacyjny**, tj. arkusz we **właściwej formule**, z **właściwego przedmiotu** na **właściwym poziomie**.
2. Jeżeli przekazano Ci **niewłaściwy** arkusz – natychmiast zgłoś to nauczycielowi. Nie rozrywaj banderol.
3. Jeżeli przekazano Ci **właściwy** arkusz – rozerwij banderole po otrzymaniu takiego polecenia od nauczyciela. Zapoznaj się z instrukcją na stronie 2.

**Instrukcja dla zdającego**

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 10 zadań. Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Obok każdego numeru zadania podana jest maksymalna liczba punktów, którą można uzyskać za jego poprawne rozwiązanie.
3. W rozwiązaniach zadań otwartych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Zapis [kalkulator] zamieszczony w nagłówku zadania informuje, że do rozwiązania zadania będzie niezbędne użycie kalkulatora pozwalającego obliczać wartości logarytmów, funkcji trygonometrycznych oraz funkcji wykładniczych.
5. W razie pomyłki błędny zapis zapunktuj.
6. Możesz korzystać z „Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki”, linijki oraz kalkulatora.



 Zadanie 1.

 Na poniższym wykresie przedstawiono w kartezjańskim układzie współrzędnych tor ruchu ciała w inercjalnym układzie odniesienia. Ruch ciała odbywał się następująco.

* Ciało rozpoczęło ruch w punkcie (od zerowej prędkości początkowej) i dalej poruszało

się ruchem jednostajnie przyśpieszonym prostoliniowym aż do punktu . W punkcie ciało osiągnęło prędkość o wartości .

* Od punktu do ciało poruszało się po półokręgu z prędkością o stałej wartości .
* Od punktu do ciało poruszało się ruchem jednostajnie opóźnionym prostoliniowym. W punkcie ciało zatrzymało się ().

 Zadanie 1.1. (0–4)

 Dokończ zdania 1.–4. Dla każdego zdania zapisz właściwą odpowiedź spośród podanych.

1. Wektor siły wypadkowej działającej na ciało w punkcie posiada
A. kierunek pionowy, zwrot w górę.
B. kierunek pionowy, zwrot w dół.
C. kierunek poziomy, zwrot w lewo.
D. kierunek poziomy, zwrot w prawo.

2. Wektor siły wypadkowej działającej na ciało w punkcie posiada
A. kierunek pionowy, zwrot w górę.
B. kierunek pionowy, zwrot w dół.
C. kierunek poziomy, zwrot w lewo.
D. kierunek poziomy, zwrot w prawo.

3. Iloraz – wartości przyśpieszeń ciała odpowiednio w punktach i jest równy:
A.

B.

C.

D.

4. Iloraz  – wartości sił wypadkowych działających na ciało w punktach i jest równy:
A.

B.

C.

D.

 Zadanie 1.2. (0–3)

 Wartość prędkości, z jaką ciało poruszało się od punktu do , jest równa .

Oblicz czas ruchu ciała od punktu do punktu . Zapisz obliczenia.

 Zadanie 2. (0–4)

 Dwie kule K1 i K2 o różnych masach – odpowiednio – i , poruszały się naprzeciw siebie w inercjalnym układzie odniesienia z prędkościami o wartościach odpowiednio: oraz . Środki tych kul poruszały się wzdłuż wspólnej prostej.

W pewnym momencie kule K1 i K2 się zderzyły, a wartości prędkości kul po zderzeniu wynosiły odpowiednio: oraz . Po zderzeniu, prędkości obu kul zmieniły zwroty na przeciwne.

Ustal i zapisz, czy zderzenie kul K1 i K2 było doskonale sprężyste. Powołaj się na odpowiednie prawa lub zależności fizyczne i wykonaj niezbędne obliczenia, uzasadniające twoje stwierdzenie.

 Zadanie 3.
 Dany jest cienki jednorodny pręt o masie , długości i końcach w punktach oraz . Koniec pręta jest oparty o klocek na poziomej powierzchni, a koniec pręta jest podtrzymywany. W ten sposób pręt tworzy z poziomą powierzchnią kąt (jak na rysunku).

Punkt na rysunku oznacza środek masy pręta.

W pewnej chwili zwolniono koniec pręta, wskutek czego pręt zaczął opadać tak, że jego koniec się nie przesuwał. Kąt tworzony przez pręt z poziomą powierzchnią w chwili podczas opadania oznaczymy jako.

W zadaniach 3.1.–3.3. pomijamy opory ruchu. Ruch pręta odbywa się w ziemskim polu grawitacyjnym w układzie inercjalnym. Przyspieszenie ziemskie skierowane jest pionowo w dół. Momenty bezwładności pręta względem osi obrotu przechodzącej przez punkt oraz względem osi obrotu przechodzącej przez punkt dane są – odpowiednio – wzorami:

 Zadanie 3.1. (0–1)

 Dokończ zdanie. Zapisz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Podczas ruchu pręta jego przyśpieszenie kątowe dane jest wzorem

A.

B.

C.

D.

 Zadanie 3.2. (0–2)

 Oceń prawdziwość poniższych zdań. Po każdym numerze zdania zapisz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Podczas ruchu pręta punkt porusza się po łuku okręgu.
2. Podczas ruchu pręta wartość prędkości punktu jest dwa razy większa od wartości prędkości punktu .
3. Jeśli dwukrotnie zmniejszymy początkowy kąt , to wartość prędkości końcowej punktu zmniejszy się dwukrotnie.

Informacja do zadania 3.3.

W rozwiązaniu zadania 3.3. można skorzystać z faktu, że:

* energia kinetyczna ruchu pręta jest równa sumie energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy i ruchu obrotowego wokół albo
* energia kinetyczna ruchu pręta jest wyłącznie energią kinetyczną ruchu obrotowego wokół nieruchomego punktu (z wykorzystaniem odpowiedniego momentu bezwładności).

 Zadanie 3.3. (0–4)

 Z tej samej wysokości, na której początkowo znajdował się koniec pręta, upuszczono małą, metalową kulkę. Kulka opadała swobodnie, a pręt opadał tak, jak opisano we wprowadzeniu do zadania 3.

Wartość prędkości kulki tuż przed uderzeniem w podłoże oznaczymy jako , a wartość prędkości końca pręta, tuż przed jego uderzeniem w podłoże, oznaczymy jako .

Oblicz wartość liczbową ilorazu . Zapisz obliczenia.

 Zadanie 4.

 Satelita SA krąży dookoła Ziemi po orbicie kołowej o promieniu , a satelita SB krąży dookoła Ziemi po orbicie kołowej o promieniu . Oba satelity mają wyłączone silniki i poruszają się jedynie pod wpływem siły grawitacji Ziemi. Masy obu satelitów są jednakowe.

Orbity i  leżą w jednej płaszczyźnie. Okres obiegu satelity SA po orbicie jest równy
, a okres obiegu satelity SB po orbicie jest równy .

W zadaniach 4.1.–4.4.:

* pomijamy oddziaływanie obu satelitów z innymi ciałami niebieskimi
* przyjmujemy, że energie potencjalne dążą do zera w nieskończoności.

 Zadanie 4.1. (0–1) [kalkulator]

Dokończ zdanie. Zapisz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Prawidłową relację między promieniami orbit i określa zależność

A.

B.

C.

D.

 Zadanie 4.2. (0–2)

 Energie kinetyczne satelitów SA i SB w opisanej sytuacji oznaczymy odpowiednio jako
 i . Analogicznie oznaczymy: energie potencjalne obu satelitów jako i oraz całkowite energie mechaniczne obu satelitów jako i .

Ustal relacje (większy lub mniejszy lub równy) pomiędzy energiami satelitów. Wpisz odpowiedni znak (> lub < lub =) w każdym wyznaczonym miejscu.

Informacja do zadań 4.3.–4.4.

Satelita SA wykonuje manewr przejścia z orbity na orbitę . W czasie tego manewru w punkcie włączono na krótki czas silniki i zmieniono wartość prędkości satelity SA. Dalej satelita poruszał się z wyłączonymi silnikami po fragmencie orbity eliptycznej do punktu . Gdy satelita dotarł do punktu , to ponownie włączono na krótki czas silniki i zmieniono wartość prędkości satelity. Dalej satelita SA poruszał się swobodnie po orbicie .

Na rysunku poniżej przedstawiono fragment toru ruchu satelity SA po obu orbitach kołowych i podczas przejścia pomiędzy orbitami. Orbita eliptyczna jest styczna do orbit  i w punktach i . Przyjmij, że zmiany prędkości satelity odbywały się na krótkich (w porównaniu) fragmentach toru, które można pominąć.

Opis oznaczeń na rysunku

– Ziemia

– środek masy Ziemi

– fragment toru ruchu satelity SA

– orbita kołowa i

– orbita eliptyczna

 Zadanie 4.3. (0–2)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Po każdym numerze zdania zapisz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Wartość prędkości satelity SA w punkcie została zwiększona.

2. Wartość prędkości satelity SA podczas ruchu swobodnego (tylko pod wpływem grawitacji) od punktu do punktu maleje.

3. Wartość prędkości satelity SA w punkcie została zmniejszona.

 Zadanie 4.4. (0–3)

 Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć – pracę siły ciągu silników podczas przejścia satelity z orbity na orbitę – w zależności od: promieni orbit kołowych i , masy Ziemi , masy satelity oraz stałej grawitacyjnej . Pomijamy zmianę masy satelity podczas działania silników.

 Zadanie 5.

 Ustaloną masę jednoatomowego gazu doskonałego poddano przemianie izotermicznej ze stanu do stanu , po czym gaz doprowadzono z powrotem do stanu . Następnie ten gaz poddano przemianie , podczas której ciśnienie malało liniowo wraz z objętością od stanu do stanu .

W każdej z przemian i użyto gazu doskonałego. Iloczyn ciśnienia i objętości w stanie miał wartość . Na poniższym wykresie, w układzie współrzędnych , przedstawiono przebieg zależności ciśnienia od objętości gazu w obu przemianach.

 Zadanie 5.1. (0–2)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Po każdym numerze zdania zapisz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Temperatura gazu podczas przemiany najpierw rośnie, a następnie maleje.
2. Ciepło całkowite wymienione z otoczeniem w przemianie  ma tę samą wartość co ciepło całkowite wymienione z otoczeniem w przemianie *.*
3. Energia wewnętrzna gazu podczas przemiany najpierw maleje, a następnie rośnie.

 Zadanie 5.2. (0–3)

 W końcowej części przemiany ciepło jest oddawane do otoczenia. Przyjmij, że wartość tego ciepła wynosi .

Oblicz – ciepło pobrane przez gaz z otoczenia w pozostałej części przemiany .

 Zadanie 5.3. (0–3)

 Ustal, czy w każdym stanie przemiany temperatura gazu przekracza . Zapisz obliczenia oraz niezbędne zależności fizyczne (za pomocą wzorów lub słownie) uzasadniające Twoje stwierdzenie.

 Zadanie 6.

 Pewien obwód elektryczny składa się z baterii (źródła napięcia) oraz gałęzi połączonych równolegle z tą baterią. Na każdej gałęzi obwodu znajdują się połączone szeregowo identyczne diody LED oraz opornik. Zatem cały obwód zawiera jednakowych półprzewodnikowych diod świecących LED oraz trzy oporniki, każdy o takim samym oporze .

Przyjmij, że napięcie na baterii jest stałe i wynosi , a opór wewnętrzny tej baterii można pominąć. Gdy w obwodzie płynie prąd, to napięcie na każdym z oporników wynosi , a każda z diod emituje światło.

W tabeli przedstawiono charakterystykę prądowo-napięciową pojedynczej diody półprzewodnikowej w kierunku przewodzenia.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 0 | 0 |
| 2 | 14 |
| 2,2 | 16 |
| 2,4 | 18 |
| 2,6 | 20 |
| 2,8 | 23 |
| 3,0 | 26 |
| 3,2 | 28 |
| 3,4 | 32 |
| 3,6 | 36 |

 Zadanie 6.1. (0–1)

 Dokończ zdanie. Zapisz odpowiedź A, B albo C i jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.

Wraz ze wzrostem temperatury opór diody (o charakterystyce prądowo-napięciowej przedstawionej w tabeli) w kierunku przewodzenia
A. rośnie,
B. maleje,
C. pozostaje stały,
ponieważ liczba swobodnych nośników ładunku elektrycznego

1. się nie zmienia.
2. się zwiększa.
3. się zmniejsza.

 Zadanie 6.2. (0–4)

 Oblicz moc elektryczną, jaka wydziela się łącznie na wszystkich elementach obwodu dołączonego do zacisków baterii.

 Zadanie 6.3. (0–1)

 Podczas badania charakterystyki prądowo-napięciowej (podanej w tabeli) pojedynczej diody wyznaczano opór diody przy różnych wartościach napięcia na diodzie.

Opór diody przy napięciu oznaczymy jako , a opór diody przy napięciu oznaczymy jako .

Dokończ zdanie. Zapisz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Iloraz wynosi (w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących)

A. B.

C.

D.

 Zadanie 7.

 Model statku porusza się po powierzchni płytkiej wody wzdłuż osi ze stałą prędkością o wartości . W wyniku tego ruchu powstają fale na powierzchni wody. Rozprzestrzenianie się tych fal opiszemy w modelu zjawiska, w którym zakładamy, że:

* w każdym położeniu model statku wytwarza na powierzchni wody falę kołową, a obserwowana fala jest wynikiem nałożenia się tych fal kołowych
* prędkość fali na powierzchni wody jest w tym przypadku stała.

Na poniższym rysunku przedstawiono (w pewnej skali) obraz powierzchni falowych w chwili , gdy model statku znajdował się w punkcie . Linią ciągłą oznaczono obserwowaną powierzchnię falową, a liniami przerywanymi oznaczono czoła fal wytworzonych przez model statku w chwilach, gdy znajdował się on – odpowiednio – w punktach , . Czoło fali kołowej wysłanej z punktu dotarło do punktu. Czoło fali wysłanej z punktu dotarło do punktu.

Długości odcinków na poniższym rysunku spełniają równości:

oraz .

 Zadanie 7.1. (0–3)

 Oblicz wartość prędkości fal na wodzie, po której płynie model statku. Zapisz obliczenia i przedstaw tok rozumowania (za pomocą zapisanych zależności i związków lub słownie), prowadzący do wyniku.

Do obliczeń wykorzystaj niektóre z podanych długości odcinków.

 Zadanie 7.2. (0–1)

 Płynący model statku jest wyposażony w głośnik, który emituje dźwięk z ustaloną mocą. Pomiń efekty związane z odbiciem dźwięku od przeszkód w otoczeniu oraz przyjmij, że głośnik jest źródłem fali kulistej.

Dokończ zdanie. Zapisz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz natężeń dźwięków docierających – odpowiednio – do punktów i , po wysłaniu dźwięku z głośnika w punkcie , jest równy

A.

B.

C.

D.

 Zadanie 8.

 Na ławie optycznej ustawiono świecący przedmiot o końcach w punktach i , cienką soczewkę skupiającą oraz ekran. Odcinek jest prostopadły do osi optycznej soczewki oraz znajduje się w odległości od soczewki. Ogniska soczewki oznaczono jako i .

Na ekranie zaobserwowano powiększony obraz przedmiotu . Zobacz rysunek poniżej.

 Zadanie 8.1. (0–2)

 W kolejnym etapie doświadczenia przedmiot oddalano od soczewki wzdłuż osi optycznej. Jednocześnie zmieniano położenia ekranu tak, aby na ekranie był ostry obraz przedmiotu .

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Po każdym numerze zdania zapisz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Gdy przedmiot jest oddalany od soczewki, to jego obraz zbliża się do soczewki.

2. Gdy przedmiot jest oddalany od soczewki, to jego obraz zmniejsza swój rozmiar.

3. Obraz ma zawsze większy rozmiar od przedmiotu .

 Zadanie 8.2. (0–3)
 Powiększenie obrazu (na ekranie) w stosunku do przedmiotu (czyli iloraz długości obrazu i przedmiotu) jest równe .

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć ogniskową soczewki w zależności od odległości przedmiotu od soczewki oraz powiększenia . Zapisz przekształcenia oraz otrzymaną postać wzoru.

 Zadanie 9. (0–3)

 Elektron został rozpędzony w polu elektrycznym napięciem od prędkości początkowej równej zero do prędkości o wartości .

Energia spoczynkowa elektronu jest równa w zaokrągleniu .

Oblicz ­– iloraz wartości prędkości elektronu oraz prędkości światła w próżni. Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

 Zadanie 10.

 W tabeli podano wartości energii wiązania przypadającej na jeden nukleon dla wybranych jąder atomowych o różnych liczbach masowych .

Oznaczenia w tabeli
 – jądro atomowe
 – energii wiązania przypadającej na jeden nukleon

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Uwaga: W zadaniach 10.2.–10.3. skorzystaj dodatkowo z „Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki”.

 Zadanie 10.1. (0–2)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Po każdym numerze zdania zapisz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Największe wartości energii wiązania na jeden nukleon mają jądra najcięższych pierwiastków () w układzie okresowym.
2. Jądro wolframu ma większy deficyt masy od jądra uranu .
3. Suma energii wiązań jąder ksenonu  i strontu , które powstały po rozszczepieniu jądra uranu , jest większa od energii wiązania tego jądra

 Zadanie 10.2. (0–3)

Oblicz masę jądra niklu.Wynik podaj w kilogramach, zaokrąglony do czterech cyfr znaczących.

 Zadanie 10.3. (0–1)

 Uzupełnij równanie rozszczepienia jądra uranu. Zapisz właściwe liczby atomowe, liczbę masową oraz liczbę neutronów.

Z1: ....
Z2: ....
k: ....

A1: ....
Z3: ....

 Zadanie 10.4. (0–2)

 W reakcji rozszczepienia za pomocą neutronu jądra uranu powstają jądro ksenonu , jądro strontu oraz neutrony.

Oblicz – jedynie na podstawie danych z tabeli – energię kinetyczną produktów rozszczepienia jądra uranu. Zapisz obliczenia, wynik podaj w .

Pomiń energię kinetyczną neutronu inicjującego reakcję.