

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** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**TEST DIAGNOSTYCZNY**

|  |  |
| --- | --- |
| **Egzamin maturalny** | ***Formuła 2023*** |
|  |
| **FIZYKA** |
| **Poziom rozszerzony** |
| *Symbol arkusza***M**FAP-R0-**660**-2412 |

Data: **13 grudnia 2024**

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 zadania 1–10.

Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.

1. Odpowiedzi zapisuj na kartkach dołączonych do arkusza, na których zespół nadzorujący wpisał Twój numer PESEL.
2. Obok każdego numeru zadania podana jest maksymalna liczba punktów, którą można uzyskać za jego poprawne rozwiązanie.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.Przedstaw obliczenia pośrednie wskazujące na wykorzystanie warunków zadania oraz praw i zależności fizycznych.
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*, z linijki oraz z kalkulatora prostego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę we właściwej formule.



 Zadanie 1.

 W chwili początkowo nieruchoma, sztywna platforma w kształcie koła o środku rozpoczyna obrót dookoła osi prostopadłej do platformy i przechodzącej przez .

Do chwili platforma obraca się ze stałym przyśpieszeniem kątowym i wykonuje w tym czasie dokładnie jeden obrót. W chwili platforma uzyskała prędkość kątową .

Od chwili platforma obraca się ze stałą prędkością kątową .

Promień platformy wynosi .

 Zadanie 1.1. (0–2)

 Na rysunku przedstawiono platformę w czasie, gdy jej ruch obrotowy jest jednostajnie przyśpieszony. Narysowano wektor prędkości punktu , leżącego na brzegu platformy.

Wektor przyśpieszenia punktu rozłożono na składową styczną oraz składową dośrodkową .

Dokończ zdania 1.–2. Dla każdego zdania zapisz właściwą odpowiedź spośród podanych.
1. Wektor przyśpieszenia dośrodkowego w punkcie ma
A. zwrot zgodny ze zwrotem wektora .
B. zwrot przeciwny do zwrotu wektora .
C. kierunek prostopadły do wektora i zwrot do środka okręgu.
D. kierunek prostopadły do wektora i zwrot na zewnątrz okręgu.

2. Wektor przyśpieszenia stycznego w punkcie ma
A. zwrot zgodny ze zwrotem wektora .
B. zwrot przeciwny do zwrotu wektora .
C. kierunek prostopadły do wektora i zwrot do środka okręgu.
D. kierunek prostopadły do wektora i zwrot na zewnątrz okręgu.

 Zadanie 1.2. (0–2)

 Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Po każdym numerze stwierdzenia zapisz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. W chwili czasu wszystkie punkty platformy różne od punktu mają takie samo przyśpieszenie kątowe.
2. W chwili czasu największą wartość prędkości liniowej mają punkty leżące na brzegu platformy.
3. W chwili czasu wszystkie punkty platformy mają tę samą wartość przyśpieszenia dośrodkowego.

 Zadanie 1.3. (0–3)

 Oblicz, ile obrotów wykona platforma w czasie , liczonym od chwili .

Zapisz obliczenia.

 Zadanie 2.

 Ciała  i mają różne masy i są bryłami w kształcie prostopadłościanów o takich samych wymiarach. Po włożeniu tych ciał do naczynia z wodą zaobserwowano, że:

- ciało pozostaje nieruchomo, przy czym objętości tego ciała jest zanurzone w wodzie

- ciało pozostaje nieruchomo całkowicie zanurzone w wodzie (i nie dotyka dna).

Przyjmij, że obserwację wykonano w układzie inercjalnym, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym.

 Zadanie 2.1. (0–3)

 Na ciało działa siła wyporu i siła grawitacji .

Na ciało działa siła wyporu i siła grawitacji .

Zakładamy, że siły te wyrażamy w umownych jednostkach siły (ujs).

Wartość siły wyporu jest równa .

Dokończ zdania 1.–3. Zapisz wartości sił, wyrażone w umownych jednostkach siły (ujs).
1. Wartość siły grawitacji działającej na ciało jest równa: --- ujs.
2. Wartość siły wyporu działającej na ciało jest równa: --- ujs.
3. Wartość siły grawitacji działającej na ciało jest równa: --- ujs.

 Zadanie 2.2. (0–3)

 Ciało wyjęto z wody i włożono do naczynia z pewną cieczą X. Zaobserwowano, że ciało  pływa, tak że jego objętości jest zanurzone w tej cieczy.

Przyjmij do obliczeń gęstość wody .

Gęstość cieczy X oznaczymy jako .

Oblicz . Zapisz obliczenia.

 Zadanie 3.

 Walec toczy się po poziomym płaskim podłożu wzdłuż osi . Walec jest rozpędzany przez cienką linkę nawiniętą na jego powierzchnię boczną, która to linka jest ciągnięta ze stałą poziomą siłą (jak na rysunku). Przyspieszenie ziemskie skierowane jest pionowo w dół.

Uwaga! Na rysunku oznaczono na powierzchni walca punkty , i . O tych punktach będzie mowa w kolejnych zadaniach. Punkt to środek masy walca.

Moment bezwładności walca względem jego osi symetrii przechodzącej przez środek masy walca jest równy:

gdzie jest masą walca, jest promieniem walca.

Do analizy zagadnienia przyjmij model zjawiska, w którym:

- walec toczył się bez poślizgu

- w kierunku poziomym na walec działały tylko stała siła tarcia statycznego oraz siła

- siła tarcia między walcem a podłożem nie osiągnęła wartości maksymalnej

- pomijamy inne (tzn. oprócz tarcia statycznego) opory ruchu

- ruch walca rozpatrujemy w inercjalnym układzie odniesienia związanym z podłożem, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym

- pomijamy masę linki.

 Zadanie 3.1. (0–2)

 W pewnej chwili środek masy 𝑆 walca osiągnął prędkość o wartości .

Na rysunku w zadaniu 3. oznaczono punkty i na powierzchni walca w chwili (odcinek jest pionowy, a odcinek jest poziomy).

Zapisz wartości prędkości punktu i punktu walca względem podłoża.

 ----

 ----

 Zadanie 3.2. (0–4)

 Wyznacz współrzędną siły tarcia w zależności tylko od wartości siły .
Na podstawie otrzymanego wyniku zweryfikuj, czy zwrot siły tarcia – przyjęty w rozwiązaniu – jest poprawny. Następnie zapisz poprawny kierunek i zwrot siły tarcia przyłożonej w punkcie walca – przy styku walca z podłożem.

Wskazówka: Przyjmij, że gdy wektor siły tarcia jest skierowany zgodnie ze zwrotem osi , to jego współrzędna jest dodatnia, a gdy wektor jest skierowany przeciwnie do zwrotu osi , to jego współrzędna jest ujemna.

 Zadanie 4.

 Satelity SA oraz SB poruszają się dookoła Ziemi po orbitach kołowych odpowiednio OA i OB jedynie pod wpływem siły grawitacji. Orbity tych satelitów leżą w jednej płaszczyźnie.

Masy obu satelitów są sobie równe: .

Promienie orbit kołowych OA oraz OB oznaczymy odpowiednio jako i .

Promienie orbit spełniają relację: .

 Zadanie 4.1. (0–2)Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Po każdym numerze stwierdzenia zapisz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Iloraz okresów obiegu dookoła Ziemi satelity SB i satelity SA jest równy .

2. Przyśpieszenie satelity SB na orbicie OB, określone w układzie inercjalnym, jest przyśpieszeniem dośrodkowym.

3. Prędkość orbitalna satelity SB na orbicie OB zależy od jego masy.

 Zadanie 4.2. (0–1)

 Wartość siły grawitacji działającej na satelitę SA na orbicie OA oznaczymy jako .

 Wartość siły grawitacji działającej na satelitę SB na orbicie OB oznaczymy jako .

Dokończ zdania. Zapisz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Poprawną zależność między a określa równanie

A.
B.
C.
D.

 Zadanie 4.3. (0–4)

 Pracę, jaką musi wykonać siła ciągu silników satelity SA, aby przenieść go z orbity OA na orbitę OB, na której będzie poruszał się z wyłączonymi silnikami, oznaczymy jako .

W obliczeniach pomiń zmianę masy satelity podczas działania silników odrzutowych.

Wyznacz w zależności tylko od: promienia orbity OA, masy satelity SA, masy Ziemi oraz stałej grawitacji .

Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na .

 Zadanie 5.

 Na poniższym wykresie przedstawiono zależność ciśnienia od objętości w cyklu przemian termodynamicznych ustalonej masy gazu doskonałego.

Stany gazu w początkowych i końcowych etapach poszczególnych przemian oznaczono symbolami: G1, G2, G3, G4.

Na osi poziomej oznaczono objętość V gazu, a na osi pionowej oznaczono ciśnienie p gazu.

G2

G3

G4

G1

 Zadanie 5.1. (0–1)

 Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Po każdym numerze stwierdzenia zapisz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Wartość bezwzględna pracy siły parcia gazu w przemianie G2 – G3 jest  razy większa od wartości bezwzględnej pracy przeciwko sile parcia gazu w przemianie G4 – G1.

2. Wartość bezwzględna ciepła wymienionego przez gaz z otoczeniem w przemianie G3 – G4 jest razy większa od wartości bezwzględnej ciepła wymienionego przez gaz z otoczeniem w przemianie G1 – G2.

 Zadanie 5.2. (0–1)

 Dokończ zdanie. Zapisz właściwą liczbę.

Iloraz temperatur gazu w stanach G2 i G4, jest równy ----.

 Zadanie 5.3. (0–4)

 Przemiany gazu opisane we wstępie do zadania 5. zachodzą podczas pracy pewnego silnika cieplnego S. Ciepło molowe tego gazu przy stałej objętości wynosi , gdzie jest stałą gazową.

Oblicz sprawność silnika cieplnego S. Zapisz obliczenia.

 Zadanie 6.

 Prostokątna ramka ABCD prądnicy obraca się w jednorodnym polu magnetycznym ze stałą prędkością kątową . Na zaciskach X i Y prądnicy jest wytwarzane napięcie przemienne , którego zależność od czasu jest sinusoidalna:

Napięcie skuteczne na zaciskach X, Y prądnicy jest równe .

Do zacisków X, Y prądnicy podłączono opornik o oporze elektrycznym .

Schemat tego obwodu zewnętrznego przedstawia rysunek 1.

Rysunek 1. (schemat obwodu zewnętrznego)

Opis oznaczeń na rysunku 1.

– opornik o oporze R

– zacisk X prądnicy

– zacisk Y prądnicy

X

Y

Położenie (względem linii pola magnetycznego) obracającej się ramki ABCD prądnicy oraz prędkość boku AB tej ramki, w chwili , przedstawiają rysunki 2. (widok z góry) i 3. (widok z boku).

Rysunek 2. (widok prądnicy z góry w chwili )

Na rysunku 2. linie pola magnetycznego oraz ramka są w płaszczyźnie rysunku.

Ramka obraca się w polu magnetycznym względem osi przechodzącej przez środki odcinków BC i AD.

Ramka obraca się tak, że w chwili prędkość boku AB ma zwrot przed płaszczyznę rysunku 2., a prędkość boku DC ma zwrot za płaszczyznę rysunku 2.

Zaciski kołowe X, Y prądnicy są prostopadłe do płaszczyzny rysunku 2., zatem przedstawione są na rysunku 2. jako odcinki.

Odcinek AD jest podzielony na dwie części. Część od wierzchołka A podczas obrotu stale ślizga się po zacisku Y, a część od wierzchołka D stale ślizga się po zacisku X.

Opis oznaczeń na rysunku 2.

linie pola magnetycznego

widok z góry zacisku X

widok z góry zacisku Y

Rysunek 3. (widok prądnicy od strony boku AD w chwili )

Opis oznaczeń na rysunku 3.

– zacisk Y prądnicy

– zacisk X prądnicy

– prędkość boku AB w chwili

A

D

 Zadanie 6.1. (0–2)

 Na podstawie rysunków 2. i 3. ustal, w którą stronę płynie prąd w chwili w prądnicy. Wpisz symbol określający zwrot przepływu prądu w prądnicy, wybrany spośród: YABCDX albo XDCBAY.

Zwrot przepływu prądu: ---

Następnie ustal biegunowość źródła napięcia dla obwodu zewnętrznego przedstawionego na rysunku 1., w chwili . Napisz odpowiednie znaki przy symbolach X, Y zacisków prądnicy, wybrane spośród „+” albo „–”.

X: ----
Y: ----

 Zadanie 6.2. (0–4)

 Ustal wielkości dotyczące prądu zmiennego przepływającego przez opornik :

- amplitudę natężenia prądu

- okresu zmian natężenia prądu

- natężenie prądu w chwili (równoważnie – fazę początkową )

Zapisz wartości tych trzech wielkości i obliczenia dotyczące oraz .

Następnie wybierz prawidłowy wykres (1. albo 2.) zależności natężenia prądu przepływającego przez opornik od czasu . Zapisz właściwy numer wykresu.

Na osi poziomej oznaczono czas , a na osi pionowej oznaczono natężenie prądu.

Wykres 1.

Wykres 2.

 Zadanie 6.3. (0–2)

 Prędkość kątową ramki prądnicy zwiększono do .

Oblicz napięcie skuteczne na zaciskach X,Y prądnicy po tej zmianie. Zapisz obliczenia.

Wskazówka: Skorzystaj z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.

 Zadanie 7. (0–4)

 Świecącą strzałkę AB ustawiano w różnych położeniach na osi optycznej cienkiej soczewki skupiającej S. Punkt A leży na osi optycznej soczewki, a strzałka AB jest prostopadła do tej osi. Po drugiej stronie soczewki znajduje się ekran.

Przy pewnym ustawieniu strzałki AB zaobserwowano na ekranie jej ostry obraz A’B’ wytwarzany przez tę soczewkę. Ośrodkiem otaczającym soczewkę S było powietrze.

Odległość strzałki AB od ekranu wynosi: .

Wysokość obrazu A’B’ jest 6 razy większa od wysokości strzałki AB: .

Oblicz ogniskową soczewki S.

 Zadanie 8.

 Na diagramie przedstawiono aktualne położenie względne obserwatora  i dwóch galaktyk oraz . Odległości między , oraz sąrzędu dziesiątek milionów lat świetlnych.

Na płaszczyźnie diagramu naniesiono siatkę ukazującą stosunki odległości między , oraz .

Długość boku kratki odpowiada umownej jednostce odległości (ujo).

Długości odcinków na diagramie, czyli odległości galaktyk , od obserwatora wynoszą:

α

β

Przyjmij następujące założenia:

- prędkości oddalania się galaktyk oraz od obserwatora wynikają jedynie z rozszerzania się Wszechświata (pomijamy ruchy lokalne galaktyk)

- Wszechświat rozszerza się tak samo we wszystkich kierunkach

- przestrzeń ma euklidesową geometrię.

 Zadanie 8.1. (0–2)

 Aktualne prędkości galaktyk i względem oznaczymy odpowiednio jako i .

Wartości i tych prędkości wyrazimy w umownych jednostkach prędkości (ujp).

Wiadomo, że .

Oblicz .

 Zadanie 8.2. (0–1)
 W przeszłości położenia względne galaktyk były inne.

W pewnej chwili przeszłości odległość galaktyki od obserwatora była równa:

Dokończ zdania. Zapisz właściwą odpowiedź spośród podanych.
W chwili odległość galaktyki od obserwatora była równa

A.
B.
C.
D.

 Zadanie 9.

 Gdy elektron w atomie przechodzi ze stanu energetycznego o numerze i energii do stanu energetycznego o numerze i energii , gdzie oraz , to emituje foton. Takie przejście elektronu między stanami energetycznymi w atomie oznaczymy jako .

Atom wodoru emituje światło widzialne tylko podczas przejść typu , gdzie .

Długości fal światła widzialnego w próżni mieszczą się w zakresie od około (fiolet) do około (czerwień).

W tabeli przedstawiono energię elektronu w atomie wodoru na pierwszych czterech poziomach energetycznych.

|  |  |
| --- | --- |
| Poziom | Energia |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

 Zadanie 9.1. (0–2)

 Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Po każdym stwierdzenia zdania zapisz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Długości fal odpowiadające przejściom są mniejsze od .

2. Częstotliwość fotonu emitowanego podczas przejścia jest większa od częstotliwości fotonu emitowanego podczas przejścia .

3. Atom wodoru w stanie podstawowym może zostać zjonizowany w wyniku absorpcji fotonu odpowiadającego światłu fioletowemu.

 Zadanie 9.2. (0–1)

 Poniżej zapisano cztery kolejne długości fal elektromagnetycznych odpowiadających liniom widmowym atomu wodoru w zakresie światła widzialnego:

, ,,.

Linie widmowe odpowiadające przejściom i oznaczymy – odpowiednio – jako L32 i L42.

Które z wypisanych długości fal odpowiadają liniom widmowym L32 oraz L42?
Zapisz długości fal elektromagnetycznych odpowiadających liniom widmowym L32 oraz L42.

Wskazówka: W celu rozwiązania zadania nie ma potrzeby obliczania długości fal. Wystarczy analiza tabeli oraz relacji i związków między odpowiednimi wielkościami.

L32: ---- nm
L42: ---- nm

 Zadanie 9.3. (0–3)

 Oblicz – długość fali fotonu emitowanego podczas przejścia elektronu między stanami energetycznymi w atomie wodoru. Zapisz obliczenia.

Pomiń energię kinetyczną odrzutu atomu.

Wskazówka: Skorzystaj z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.

 Zadanie 10.

 Cykl protonowy to łańcuch reakcji termojądrowych zachodzących w gwiazdach. W wyniku tych reakcji z czterech protonów powstaje stabilne jądro helu. Energia uwalniana podczas tego cyklu jest głównym źródłem energii Słońca.

Pierwszym etapem cyklu protonowego jest fuzja (połączenie) dwóch protonów. W jej wyniku powstają: cząstka (pozyton, nazywany też antyelektronem), jądro izotopu pewnego pierwiastka, który oznaczymy jako , oraz tzw. neutrino elektronowe .

Masy jąder i cząstek uczestniczących w opisanej fuzji protonów, wyrażone w jednostkach atomowych, mają następujące wartości:

 – masa protonu

 – masa powstałego jądra

 – masa cząstki

Neutrino ma zerowy ładunek elektryczny, a jego masę możemy pominąć.

 Zadanie 10.1. (0–2)

 Poniżej przedstawiono schemat fuzji dwóch protonów:

gdzie oznacza jądro izotopu pierwiastka

Uzupełnij powyższy schemat tak, aby powstało równanie fuzji dwóch protonów.
Zapisz właściwe liczby: atomową i masową oraz zapisz nazwę izotopu pierwiastka, którego jądro powstaje w tej fuzji.

A = ----
Z = ----
X – ----

 Zadanie 10.2. (0–1)

 Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Po każdym numerze stwierdzenia zapisz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Suma energii kinetycznych dwóch protonów jest większa od sumy energii kinetycznych jądra , cząstki oraz neutrina – powstałych w opisanej fuzji.

2. Cząstka powstaje podczas opisanej fuzji w wyniku przemiany protonu w neutron.

 Zadanie 10.3. (0–1)

 Fuzja dwóch protonów jest możliwa, gdy suma energii kinetycznych tych dwóch protonów jest bardzo duża.

Sformułuj uzasadnienie powyższego faktu. Odwołaj się do konkretnych własności odpowiednich oddziaływań fizycznych.

 Zadanie 10.4. (0–3)

 Energia uwalniana podczas fuzji dwóch protonów jest równa różnicy energii kinetycznych, jakie mają w sumie produkty tuż po fuzji (jądro , cząstka i neutrino ) oraz energii kinetycznych, jakie mają w sumie dwa protony przed fuzją.

Masy jąder i cząstek uczestniczących w opisanej fuzji protonów podano we wstępie do zadania 10. W obliczeniach energii wykorzystaj związek:

 *–* to wartość prędkości światła w próżni.

Oblicz – energię uwalnianą podczas fuzji dwóch protonów. Wynik podaj w , zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Uwaga! W bilansie energii pomijamy energię uzyskaną z anihilacji cząstki z elektronem napotkanym w otoczeniu (to jest odrębny proces).

KONIEC

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

*Formuła 2023*

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

*Formuła 2023*

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

*Formuła 2023*