



Imię i nazwisko:

PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI

POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **kwiecień 2025 r.**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 16 stron (zadania 1–13). Ewentualny brak zgłoś organizatorom.
2. 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.
3. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
4. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie niezbędne użycie kalkulatora pozwalającego obliczać wartości logarytmów, funkcji trygonometrycznych oraz funkcji wykładniczych.
5. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki.
6. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
7. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
8. Nie wpisuj żadnych znaków w tabelkach przeznaczonych dla egzaminatora. Tabelki umieszczone są na marginesie przy każdym zadaniu.
9. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
10. Możesz korzystać z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki, z linijki oraz z kalkulatora naukowego.
11. Wszelkie pytania dotyczące arkusza możesz kierować na adres e-mail: promocja.fais@uj.edu.pl.

Zadanie 1. (0–3)

Łódź motorowa porusza się względem wody ze stałą prędkością o wartości 5 m/s, a nurt wody ma wszędzie jednakową prędkość o wartości 2 m/s.



Zadanie 1.1. (0–1)

Oblicz, pod jakim kątem do kierunku prostopadłego do nurtu rzeki należy skierować motorówkę, aby przepłynąć rzekę w kierunku prostopadłym do brzegu.

$\vec{v}_m$ – prędkość motorówki wzgl. wody
 $\vec{v}_w$ – prędkość wody wzgl. brzegów
 $\vec{v}$ – prędkość motorówki wzgl. brzegów

$$\sin \alpha = \frac{v_w}{v_m} = \frac{2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{2}{5} = 0,4 \Rightarrow \alpha \approx 23,6^\circ$$

1 pkt.

Zadanie 1.2. (0–2)

Oblicz, ile trwa przepłynięcie motorówki na drugi brzeg rzeki o szerokości 60 m. Przyjmij, że rozpędzanie się i hamowanie motorówki trwa pomijanie krótko, a względem brzegów rzeki łódka porusza się w kierunku prostopadłym do brzegu.

$$v^2 + v_w^2 = v_m^2 \Rightarrow v = \sqrt{v_m^2 - v_w^2} = \sqrt{21} \approx 4,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{60 \text{ m}}{4,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 13,1 \text{ s}$$

1 pkt.
1. pkt.

Zadanie 2. (0–9)

Planetoida krąży wokół Słońca S po orbicie eliptycznej przedstawionej na rysunku poniżej. Punkt P na rysunku to peryhelium orbity, a punkt A to aphelium orbity. Odległość peryhelium od Słońca jest równa $r_p = 4$ j.a. Odległość aphelium od Słońca jest 3 razy większa niż odległość r_p peryhelium od Słońca. Na rysunku zaznaczono prędkość $\vec{v}_p$ planetoidy w peryhelium. Zaznaczono również położenie planetoidy, gdy przechodzi przez punkt B będący końcem półosi małej orbity. Odległość punktu B od Słońca jest równa $r_B = 2r_p$. Długość boku kratki odpowiada umownej jednostce prędkości. Do analizy zagadnienia przyjmij model zjawiska, w którym:

- Słońce i planetoidę traktujemy jako punkty materialne,
- oddziaływania planetoidy z innymi niż Słońce ciałami pomijamy,
- środek masy układu znajduje się w środku Słońca.

1 pkt.

Zadanie 2.1. (0–3)

Na rysunku powyżej skonstruuj i narysuj wektor prędkości planetoidy w punkcie B. Narysuj poprawny kierunek i zwrot tej prędkości oraz proporcje między wartościami wektorów $\vec{v}_B$ i $\vec{v}_P$. Poniżej opisz i uzasadnij krótko etapy konstrukcji powołując się na odpowiednie prawa i zależności fizyczne uzasadniające konstrukcję.

2 zasady zachowania momentu pędu planetoidy.

1) Konstruujmy wektor prostopadły do $\vec{r}_B$ o wartości $\frac{1}{2}v_p$
(bo $r_B = 2r_p$).

2) Konstruuję wektor $\vec{v}_B$, którego rzutem na prostą prostopadłą do $\vec{r}_B$ jest $\frac{1}{2} v_r$.

1 pkt.

1 pld.

Zadanie 2.2. (0-2)

Oblicz wartość prędkości oddalania się (zwiększania się odległości) planetoidy od Słońca.

Prędkość oddalania się planetoidy od Słońca to składowa prędkości $\vec{v}_B$ równoległa do $\vec{r}_B$ (na rysunku oznaczona $\vec{v}_{\text{odd}}$).

$$\frac{V_{\text{odd}}}{\frac{1}{2}V_P} = \lg 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$V_{\text{odd}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{2} V_P = \frac{\sqrt{3}}{6} V_P$$

(bo z treści zadania wynika, że ognisko elipsy i punkt B to wierzchołki trójkąta równobocznego)

1 plot

1 pkt.

Zadanie 2.3. (0–2)

Oblicz okres obiegu planetoidy wokół Słońca. Wynik podaj w latach ziemskich.

Z III prawa Keplera

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$$

z-parametry dla Ziemi

$$a = 8 \text{ j.a.}, \quad a_2 = 1 \text{ j.a.}$$

$$T^2 = T_2^2 \cdot \frac{a^3}{a_2^3} = 8^3 T_2^2 \Rightarrow T = T_2 \cdot \sqrt{8^3} \approx 22,6 \text{ lat}$$

1 pkt.

1 pkt.

Zadanie 2.4. (0–2)

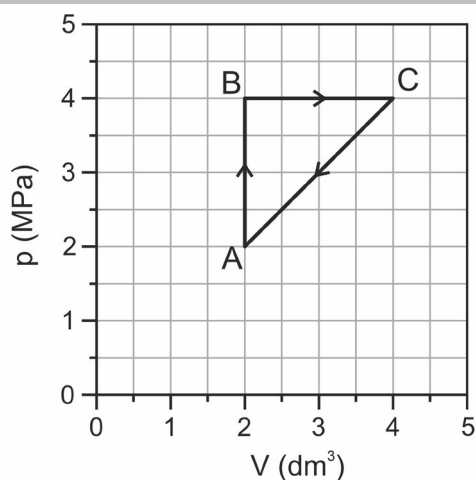
Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Wartość bezwzględna energii potencjalnej oddziaływania grawitacyjnego Słońca z planetoidą w punkcie B jest cztery razy mniejsza niż w peryhelium.	P	(F)
2.	Najmniejszą wartość przyspieszenia podczas ruchu wokół Słońca planetoida osiąga w aphelium.	(P)	F
3.	Czas, w którym planetoida przemieszcza się z punktu B do punktu A jest równy ¼ okresu obiegu planetoidy wokół Słońca.	P	(F)

3 popr. – 2 pkt.
2 popr. – 1 pkt.
0 lub 1 popr. – 0 pkt.

Zadanie 3. (0–9)

W zbiorniku zamkniętym szczelnie tłokiem mogącym przesuwac się bez tarcia znajdują się 2 mole argonu o masie molowej $\mu = 40 \text{ g/mol}$ i cieple molowym przy stałej objętości równym $C_V = 1,5 R$. Na wykresie $p(V)$ przedstawiono cykl przemian, jakim uległ ten gaz. Przyjmij, że w rozważanych warunkach gaz można traktować jak gaz doskonały.



Zadanie 3.1. (0–1)

Oblicz temperaturę gazu w stanie A.

$$pV = nRT$$

$$T = \frac{pV}{nR}$$

$$T = \frac{2 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{2 \text{ mola} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} \approx 240,7 \text{ K}$$

1 pkt.

Zadanie 4. (0–2)

W Laboratorium Diagnostyki Plazmy na Wydziale FAIS UJ bada się plazmę wytworzoną krótkimi impulsami lasera. Plazma taka osiąga temperaturę 40 000 K. Elektrony znajdujące się w plazmie można traktować jak gaz doskonały.

Oblicz średnią wartość prędkości elektronów swobodnych w takiej plazmie.

Średnia energia kinetyczna mchu postępowego cząsteczek gazu $E_{k, \text{post}, \text{sr}} = \frac{3}{2} k_B T$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2} k_B T$$

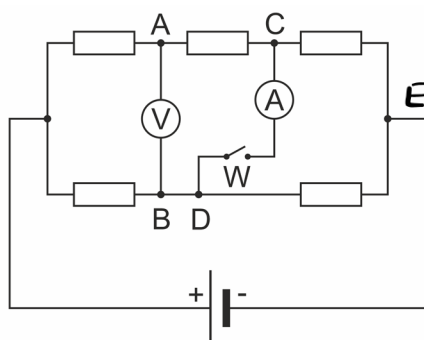
$$v = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 40000}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \approx 1,35 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 pkt.

1 pkt.

Zadanie 5. (0–11)

Obwód elektryczny, którego schemat przedstawiono poniżej, składa się ze źródła napięcia (akumulatora) o napięciu $U = 16,8 \text{ V}$, jednakowych oporników – każdy o oporze $R = 120 \Omega$, włącznika W oraz woltomierza i amperomierza. Przyjmij, że mierniki są idealne, a opór wewnętrzny akumulatora oraz opór przewodów połączeniowych można pominąć. Początkowo włącznik W jest otwarty (prąd przez niego nie płynie).



Zadanie 5.1. (0–2)

Oblicz natężenie prądu płynącego z akumulatora.

$$\frac{1}{R_{\text{zasr}}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{R_{\text{zasr}}} = \frac{2+3}{6R} \Rightarrow R_{\text{zasr}} = \frac{6}{5} R = 144 \Omega$$

ALT: $R_{\text{zasr}} = \frac{3R \cdot 2R}{3R + 2R} = \frac{6R^2}{5R} = \frac{6}{5} R$

$$I = \frac{U}{R_{\text{zasr}}} = \frac{16,8 \text{ V}}{144 \Omega} \approx 0,117 \text{ A}$$

1 pkt.

1 pkt.

Zadanie 5.2. (0–2)

Oblicz moc ciepła wydzielanego na układzie oporników.

$$P = U \cdot I = 16,8 \text{ V} \cdot 0,117 \text{ A} \approx 1,97 \text{ W}$$

ALT:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(16,8 \text{ V})^2}{144 \Omega} = \underline{1,96 \text{ W}}$$

2 pkt.

Zadanie 5.3. (0–3)

Oblicz napięcie, jakie wskazuje woltomierz. Jeśli potencjał elektryczny w punkcie A jest wyższy, niż w punkcie B, zapisz wynik końcowy jako dodatni, w przeciwnym przypadku jako ujemny.

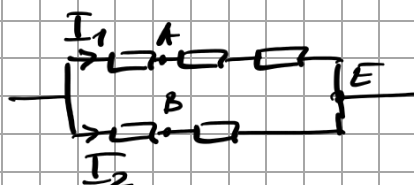
3 jednakowe oporniki połączone szeregowo → jednakowe napięcia $\Rightarrow U_{EA} = \frac{2}{3} \cdot 16,8 \text{ V} = 11,2 \text{ V}$

2 jednakowe oporniki połączone szeregowo → jednakowe napięcia $\Rightarrow U_{EB} = \frac{1}{2} \cdot 16,8 \text{ V} = 8,4 \text{ V} \Rightarrow U_{BE} = -8,4 \text{ V}$

$$U_{BA} = U_{BE} + U_{EA} = -8,4 \text{ V} + 11,2 \text{ V} = \underline{+2,8 \text{ V}}$$

ALT

$$I_1 = \frac{16,8 \text{ V}}{3 \cdot 120 \Omega} \approx 0,0467 \text{ A}$$



ALT

$$U_{EA} = 2 \cdot 120 \Omega \cdot 0,0467 \text{ A} \approx 11,2 \text{ V}$$

$$I_2 = \frac{16,8 \text{ V}}{2 \cdot 120 \Omega} \approx 0,07 \text{ A}$$

$$U_{EB} = 120 \Omega \cdot 0,07 \text{ A} = 8,4 \text{ V}$$

$$U_{BA} = -8,4 \text{ V} + 11,2 \text{ V} = +2,8 \text{ V}$$

1 pkt.

1 pkt

1 pkt

1 pkt

1 pkt

itd

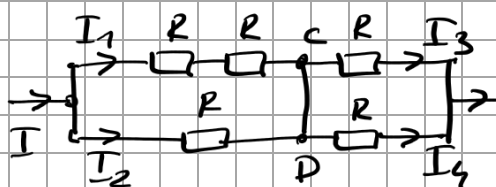
1 pkt.

Zadanie 5.4. (0–4)

Oblicz natężenie prądu, jakie wskazuje amperomierz, po włączeniu włącznika. Jeśli w gałęzi obwodu zawierającej amperomierz prąd płynie w od punktu C do punktu D, zapisz wynik końcowy jako dodatni, w przeciwnym przypadku jako ujemny.

$$R_{\text{ZAST 2}} = \frac{2R \cdot R}{2R + R} + \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{2}{3}R + \frac{1}{2}R = \frac{7}{6}R = 140 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{ZAST 2}}} = \frac{16,8 \text{ V}}{140 \Omega} = 0,12 \text{ A}$$



1 pkt

Z I prawa Kirchhoffa $I_1 + I_2 = I$

oraz $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2} \Rightarrow I_1 = \frac{1}{3}I = 0,04 \text{ A}$
 $I_2 = \frac{2}{3}I = 0,08 \text{ A}$

1 pkt

Analogicznie

$$I_3 + I_4 = I \quad \text{oraz} \quad \frac{I_3}{I_4} = \frac{R_4}{R_3} = \frac{R}{R} = 1 \Rightarrow I_3 = I_4 = \frac{1}{2}I = 0,06 \text{ A}$$

1 pkt

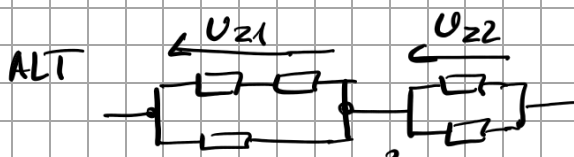
I prawo Kirchhoffa dla węzła C:

$$\begin{array}{c} I_1 \\ \rightarrow \end{array} \quad \begin{array}{c} I_3 \\ \rightarrow \end{array}$$

I_5 (bo ten „zwrot” przyjęto jako dodatni)

$$I_1 = I_5 + I_3 \Rightarrow I_5 = I_1 - I_3 = 0,04 \text{ A} - 0,06 \text{ A} = -0,02 \text{ A}$$

1 pkt.



$$R_{21} = \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2R^2}{3R} = \frac{2}{3}R = \frac{2}{3} \cdot 120 \Omega = 80 \Omega$$

$$U_{21} = I \cdot R_{21} = 0,12 \text{ A} \cdot 80 \Omega = 9,6 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{U_{21}}{2R} = \frac{9,6 \text{ V}}{240 \Omega} = 0,04 \text{ A}$$

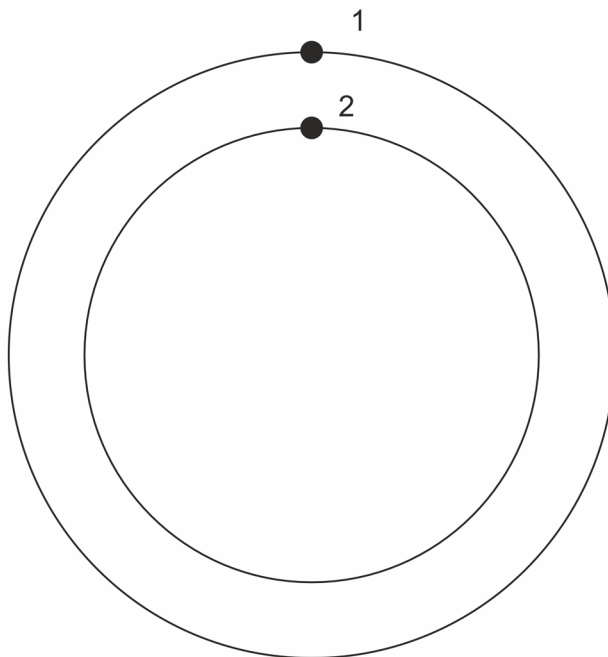
$$U_{22} = U - U_{21} = 16,8 \text{ V} - 9,6 \text{ V} = 7,2 \text{ V}$$

$$I_3 = \frac{U_{22}}{R} = \frac{7,2 \text{ V}}{120 \Omega} = 0,06 \text{ A} \quad \text{itd.}$$



Zadanie 6. (0–2)

Na rysunku przedstawiono tory ruchu dwóch jonów jednokrotnie zjonizowanych w polu magnetycznym spektrometru mas. Linie pola magnetycznego są prostopadłe do płaszczyzny rysunku.



Na podstawie rysunku oblicz stosunek wartości pędu jonu 1 do wartości pędu jonu 2.

W ruchu jonu po okręgu siła magnetyczna pełni rolę siły dośrodkowej. $F_L = F_{dośr}$

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow mv = qBr \Rightarrow |p|vr = \frac{1}{2}d$$

Hięną średnice okręgów: $d_1 = 8\text{ cm}$ $d_2 = 6\text{ cm}$

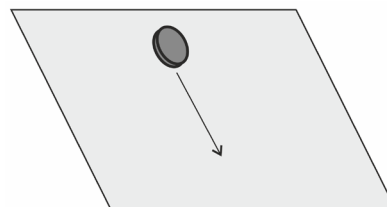
$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{8\text{ cm}}{6\text{ cm}} \approx 1,3$$

Uwaga! Przy wyodręku z opręą „dopasuj” wyniki mogą być inne, ale zbliżone.

Zadanie 7. (0–1)

Zaznacz właściwe uzupełnienie poniższego tekstu wybrane spośród A–C oraz uzasadnienie wybrane spośród 1–3.

Gdy na płaskiej, miedzianej płytce ustawionej pochyło, położono magnes neodymowy (jak na rysunku), niezależnie od kąta nachylenia płytki magnes zsuwał się z płytki praktycznie na całej jej długości ruchem jednostajnym. Przyczyną takiego zachowania magnesu było

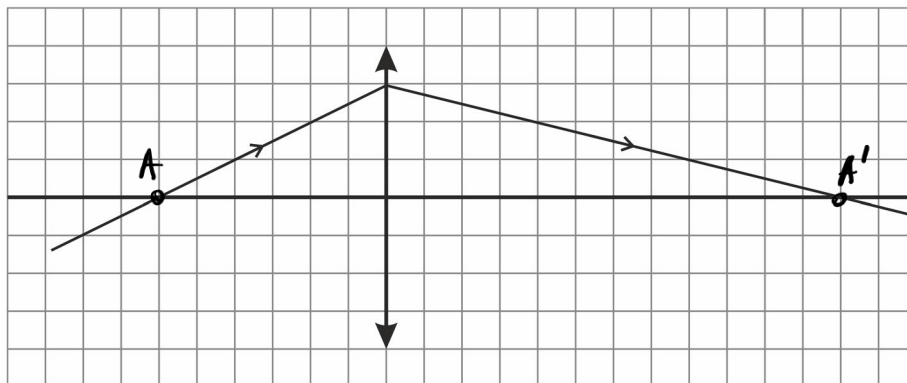


A.	występowanie tarcia pomiędzy płytką a magnesem,	a efekt ten wystąpił, ponieważ miedź	1.	ma duży współczynnik tarcia.
☒ B.	indukowanie się prądów wirowych w płytce,		2.	jest przewodnikiem i ferromagnetykiem.
C.	przyciąganie się magnesu i płytki,		☒ 3.	jest przewodnikiem i diamagnetykiem.



Zadanie 8. (0–3)

Na poniższym rysunku schematycznie przedstawiono cienką soczewkę dwuwypukłą oraz bieg jednego z promieni światła przechodzącego przez tę soczewkę.



Oblicz ogniskową soczewki. Uzasadnij poprawność obranej metody.

Punkt A' jest obrazem punktu A .

Mierzę odległości na rysunku, otrzymuję:

$$x = 3 \text{ cm} \quad y = 6 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3 \text{ cm}} + \frac{1}{6 \text{ cm}} = \frac{3}{6 \text{ cm}} = \frac{1}{2 \text{ cm}} \Rightarrow \underline{f = 2 \text{ cm}}$$

1 pkt

1 pkt.

1 pkt

Zadanie 9. (0–2)

Na siatkę dyfrakcyjną posiadającą 500 rys na mm skierowano prostopadle do siatki wiązkę światła laserowego o długości fali 532 nm.

Zadanie 9.1. (0–1)

Ile co najwyżej jasnych plamek – można zaobserwować za siatką? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

A. 3

B. 6

C. 7

D. 9

1 pkt.

Budnopis

$$d \cdot \sin \alpha = m \cdot \lambda, \quad \sin \alpha \leq 1 \Rightarrow m_{\max} \leq \frac{d}{\lambda}$$

$$\frac{d}{\lambda} = \frac{\frac{1 \text{ mm}}{500}}{532 \text{ nm}} = \frac{2000 \text{ nm}}{532 \text{ nm}} \approx 3,76 \quad m_{\max} = 3$$

$$2 \cdot 3 + 1 = 7$$

Zadanie 9.2. (0–1)

Dokończ zdanie uzupełniając brakujące wyrazy.

Siatka dyfrakcyjna wykorzystuje zjawiska dyfrakcji i interferencji światła.

1 pkt.

Zadanie 10. (0–4)

Na zwierciadło płaskie odbijające 100% padającego światła skierowano prostopadle wiązkę monochromatycznego światła laserowego o mocy 10 W.

Oblicz wartość siły, jaką światło działa na zwierciadło.

Wskazówka: Uwzględnij fakt, że fotony posiadają pęd.

$$p_{\text{fotonu}} = \frac{h}{\lambda}$$

$$|\Delta \vec{p}_{\text{fotonu}}| = 2 \cdot \frac{h}{\lambda} \quad (2 \text{ bo odbicie})$$
 Liczba fotonów padających na zwierciadło w Δt .

$$N = \frac{P \cdot \Delta t}{E_{\text{fotonu}}} = \frac{P \cdot \Delta t}{\frac{hc}{\lambda}} = \frac{\lambda \cdot P \cdot \Delta t}{hc}$$
 Z II i III zasady dynamiki:

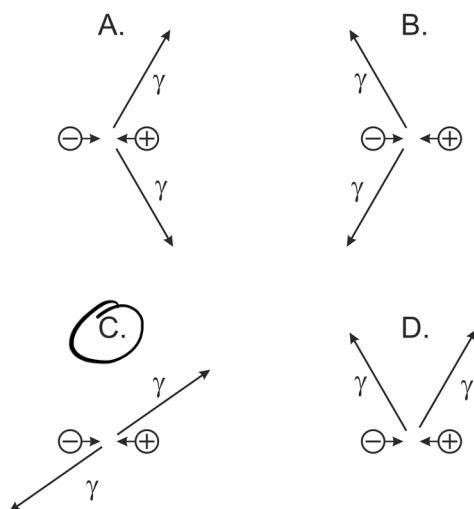
$$F = N \cdot \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\lambda P \Delta t}{hc} \cdot \frac{2h}{\lambda} = \frac{2P}{c} = \frac{2 \cdot 10 \text{ W}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx \underline{6,7 \cdot 10^{-8} \text{ N}}$$

1 pkt
2 pkt
1 pkt

Zadanie 11. (0–1)

Na Wydziale FAIS UJ prowadzi się również badania naukowe, które mogą przysłużyć się medycynie. W Szpitalu Uniwersyteckim trwają testy nowatorskiego tomografu. Jagielloński-PET (J-PET) to pierwszy na świecie pozytonowy tomograf emisyjny działający w oparciu o scyntylatory plastikowe. Urządzenie zostało zaprojektowane i wykonane przez zespół naukowców z Zakładu Doświadczalnej Fizyki Cząstek i jej Zastosowań. Urządzenie wykorzystuje zjawisko anihilacji elektronów i pozytonów, w wyniku czego powstaje para kwantów promieniowania gamma.

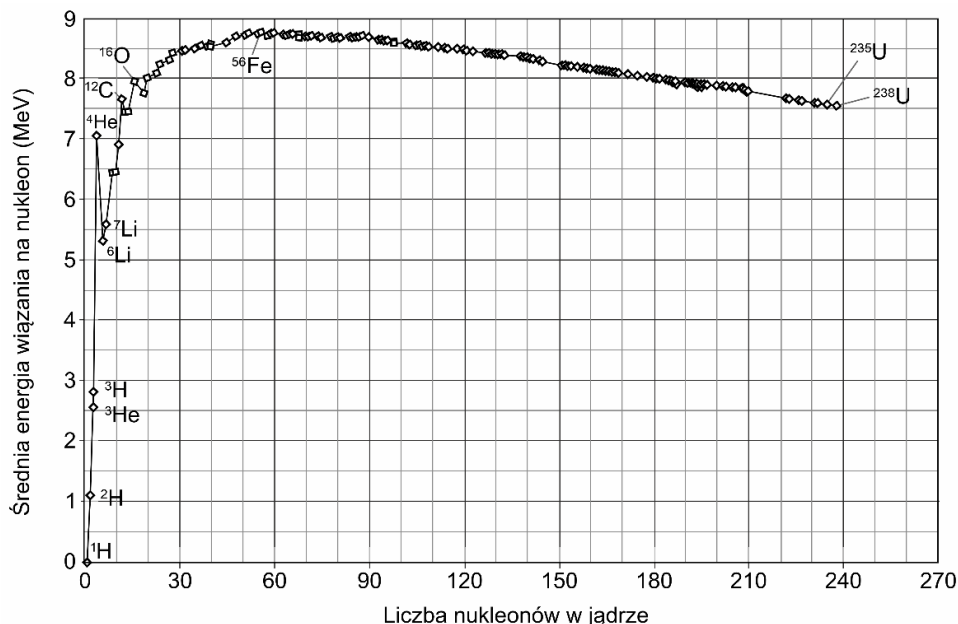
Na którym rysunku (spośród A–D) prawidłowo przedstawiono możliwe kierunki rozchodzenia się kwantów gamma w układzie odniesienia związanym ze środkiem masy pary elektron-pozyton? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.



1 pkt.

Zadanie 12. (0–10)

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



Zadanie 12.1. (0–2)

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

1.	Energia wiązania jądra żelaza jest większa od energii wiązania jądra uranu.	P	☒ F
2.	Rozszczepienie ciężkiego jądra jest reakcją egzoenergetyczną.	☒ P	F
3.	Masa jądra atomowego o $A > 1$ jest mniejsza od sumy mas wszystkich nukleonów tworzących to jądro.	☒ P	F

3 popr. - 2 pkt
2 popr. - 1 pkt
0 lub 1 popr. - 0 pkt

Zadanie 12.2. (0–1)

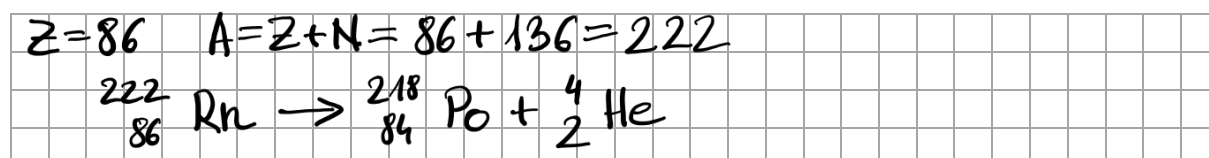
Korzystając z powyższego wykresu oszacuj energię wiązania jądra cyny $^{120}_{50}\text{Sn}$. Wynik zapisz w gigaelektronowoltach oraz w dżulach.

$$\begin{aligned} \text{Z wykresu dla } A=120 \quad E_w/A &= 8,5 \text{ MeV/nukleon} \\ 120 \text{ nukleonów} \cdot 8,5 \text{ MeV/nukleon} &= 1020 \text{ MeV} = 1,02 \text{ GeV} \\ &\approx 1,02 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \approx 1,63 \cdot 10^{-10} \text{ J} \end{aligned}$$

1 pkt

Zadanie 12.3. (0–1)

Zapisz równanie rozpadu alfa jądra radonu (Rn) zawierającego 136 neutronów z uwzględnieniem liczb masowych i atomowych produktów.



1 pkt.

Zadanie 12.4. (0–4)

Masy jąder i cząstek uczestniczących w opisanym rozpadzie alfa, wyrażone w atomowych jednostkach masy, mają następujące wartości:

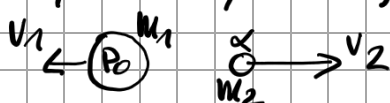
- masa jądra radonu 221,970 u
- masa powstałego jądra 217,963 u
- masa cząstki alfa 4,00125 u

Wykorzystaj związek: $1 \text{ u} \cdot c^2 \approx 931,5 \text{ MeV}$ – c to wartość prędkości światła w próżni.

Oblicz energię kinetyczną (w MeV) cząstki alfa powstałej w wyniku rozpadu spoczywającego jądra radonu zawierającego 136 neutronów.

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = (m_{Rn} - m_{Po} - m_{He}) \cdot c^2 =$$

$$= (221,970 - 217,963 - 4,00125) \cdot 931,5 \text{ MeV} \approx 5,36 \text{ MeV}$$



Z zasady zachowania pędu układu

$$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2 \rightarrow v_1 = \frac{m_2 v_2}{m_1}$$

Z zasady zachowania energii

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \Delta E$$

$$\frac{m_1}{2} \left(\frac{m_2 v_2}{m_1} \right)^2 + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \Delta E$$

$$\frac{m_2^2 v_2^2}{2 m_1} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \Delta E \quad | \cdot m_1$$

$$\frac{v_2^2 m_2 (m_1 + m_2)}{2} = m_1 \Delta E \quad | : (m_1 + m_2)$$

$$\frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \Delta E$$

$$E_{K\alpha} = \frac{m_{Po}}{m_{Po} + m_{\alpha}} \cdot \Delta E$$

$$E_{K\alpha} \approx \frac{218}{218 + 4} \cdot 5,36 \text{ MeV} \approx \underline{\underline{5,26 \text{ MeV}}}$$

1 pkt

1 pkt

1 pkt

1 pkt



Zadanie 12.5. (0–2)

Czas połowicznego rozpadu rozważanego izotopu radonu wynosi 3,8 dni.

Oblicz, jaki ułamek z początkowej liczby N_0 jąder izotopu radonu pozostanie w próbce po 24 godzinach, licząc od chwili $t = 0$. Wynik zapisz zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

$$\frac{N(t)}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{3,8}} \approx 0,83$$

2 pkt

Zadanie 13. (0–3)

W latach 2023–24 Międzynarodowy zespół astronomów wykorzystał Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba do obserwacji ultradalekich galaktyk, dzięki czemu umożliwił odkrycie najdalszej znanej nam galaktyki oznaczonej JADES-GS-z14-0. W związku z rozszerzaniem się Wszechświata, promieniowanie elektromagnetyczne wyemitowane przez odległe gwiazdy docierając do Ziemi ulega tzw. przesunięciu ku czerwieni, to znaczy długość fali zarejestrowanego promieniowania jest większa niż długość fali promieniowania wyemitowanego przez źródło. W przypadku wspomnianej galaktyki efekt przesunięcia jest ekstremalny – wyemitowane przez atomy wodoru promieniowanie ultrafioletowe o długości fali 121,6 nm (linia alfa Lymana) dociera do detektora jako promieniowanie podczerwone o długości fali około 1,8 μm , a więc długość fali promieniowania jest zwiększona ponad 14 razy.

Na podstawie informacji zawartych w tekście oblicz wartość prędkości, z jaką galaktyka JADES-GS-z14-0 oddala się od Ziemi.

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad f = \frac{c}{\lambda} \quad f_{\text{obs}} = f_{\text{zr}} \cdot \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}}$$

$$\frac{c}{\lambda_{\text{obs}}} = \frac{c}{\lambda_{\text{zr}}} \cdot \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}}$$

$$\lambda_{\text{obs}} = \lambda_{\text{zr}} \cdot \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}}$$

$$\lambda_{\text{obs}}^2 = \lambda_{\text{zr}}^2 \cdot \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}$$

$$\lambda_{\text{obs}}^2 \left(1 - \frac{v}{c}\right) = \lambda_{\text{zr}}^2 \left(1 + \frac{v}{c}\right)$$

$$\lambda_{\text{obs}}^2 - \lambda_{\text{obs}}^2 \cdot \frac{v}{c} = \lambda_{\text{zr}}^2 + \lambda_{\text{zr}}^2 \cdot \frac{v}{c}$$

$$\frac{v}{c} (\lambda_{\text{zr}}^2 + \lambda_{\text{obs}}^2) = \lambda_{\text{obs}}^2 - \lambda_{\text{zr}}^2$$

$$v = c \cdot \frac{\lambda_{\text{obs}}^2 - \lambda_{\text{zr}}^2}{\lambda_{\text{obs}}^2 + \lambda_{\text{zr}}^2} \approx 0,99 c \approx 2,97 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 pkt

1 pkt

1 pkt

BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)

A large rectangular area filled with a fine grid of squares, intended for rough work or calculations. The grid consists of 30 columns and 40 rows of small squares.

BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)

