

Warszawa, dnia 5 stycznia 2004 r.

Komunikat Zarządu Głównego PTF

Z satysfakcją informujemy, że w wyniku pracy

- zespołu krakowskich dydaktyków fizyki, którzy przygotowali pierwszą wersję poprawek do *Informatora*, zainicjowali ogólnopolską dyskusję nimi i na jej podstawie sporządzili drugą wersję poprawek, uwzględniającą wyniki dyskusji,
- przedstawicieli wielu środowisk fizyków i nauczycieli fizyki, którzy odpowiedzieli na apel PTF i nadesłali swoje uwagi do *Informatora*,
- zespołu niezależnych ekspertów, którzy zdecydowali o ostatecznym kształcie poprawek przygotowanych w postaci erraty,

wywiązaliśmy się z umowy zawartej 16 października 2003 r. z dyrektorem CKE panem Mirosławem Sawickim. Zgodnie z tą umową dnia 5 stycznia 2004 r. CKE otrzymała obszerną erratę do opublikowanego wcześniej *Informatora maturalnego z fizyki i astronomii od 2005 r.* W erracie wniesiono jedynie niezbędne poprawki natury merytorycznej i językowej.

Zarząd Główny PTF wyraża podziękowania wszystkim, którzy przyczynili się do poprawy tego niezwykle ważnego dokumentu.

Mamy nadzieję, że CKE doceni zaangażowanie oraz wykonaną pracę i działając w interesie młodzieży, nauczycieli, ale także własnym, wykorzysta przygotowaną erratę.

Prezes Zarządu Głównego PTF
Prof. dr hab. Maciej Kolwas

Wymagania egzaminacyjne dla poziomu podstawowego

I. WIADOMOŚCI I ROZUMIENIE

Zdający zna, rozumie i stosuje terminy, pojęcia i prawa oraz wyjaśnia procesy i zjawiska

Standard:	Opis wymagań
<p>Posługuje się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z:</p> <p>1) ruchem, jego powszechnością i względnością:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) względnością ruchu, b) maksymalną szybkością przekazu informacji, c) efektami relatywistycznymi; 	<p>Zdający:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) rozróżnia pojęcia: przemieszczenia, toru i drogi, 2) wie, że prędkość i przyspieszenie są wektorami oraz że w ruchu prostoliniowym przyspieszonym zwroty tych wektorów są zgodne, a w opóźnionym przeciwne, 3) wie, że w danym ruchu, opisywanym w różnych, inercjalnych układach odniesienia przebyte drogi i prędkości ciała są różne, a jego przyspieszenia, w ramach mechaniki Newtona, są jednakowe, 4) potrafi obliczać drogę i szybkość średnią oraz wartości prędkości chwilowej i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnym i jednostajnie zmiennym, 5) potrafi obliczać wartość prędkości względnej w przypadku prostoliniowych ruchów ciał z prędkościami o zwrotach zgodnych i przeciwnych, 6) znając wysokość, z której spada ciało, potrafi obliczyć czas spadania i wartość prędkości końcowej, 7) stosuje związki między wielkościami opisującymi ruch jednostajny po okręgu (okres, częstotliwość, prędkość liniowa, przyspieszenie dośrodkowe) do obliczeń; wie, że prędkość chwilowa jest w każdym punkcie styczna do toru, a przyspieszenie dośrodkowe jest związane ze zmianą kierunku prędkości, 8) wie, że z faktu niezależności szybkości światła od układu odniesienia wynika, iż <ul style="list-style-type: none"> – zdarzenia równoczesne w jednym inercjalnym układzie odniesienia nie są równoczesne w innym, – informacja nie może być przekazywana z szybkością większą niż c, 9) uzasadnia, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może mieć wpływ na zjawisko późniejsze, 10) potrafi wykazać się wiedzą, że w przypadkach, gdy $\frac{v}{c} \rightarrow 0$ wzory relatywistyczne np. na pęd i energię kinetyczną przechodzą w klasyczne,

<p>2) oddziaływaniami w przyrodzie:</p> <p>a) podstawowymi rodzajami oddziaływań,</p> <p>b) polami sił i ich wpływem na charakter ruchu;</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) potrafi wymienić podstawowe rodzaje oddziaływań w przyrodzie (grawitacyjne, elektromagnetyczne, jądrowe), opisuje ich własności, podaje przykłady, 2) potrafi korzystać z prawa Newtona powszechnej grawitacji i prawa Coulomba do obliczania wartości siły oddziaływań grawitacyjnych i elektrostatycznych; wie, jak pole magnetyczne działa na poruszającą się cząstkę naładowaną, 3) potrafi wskazać podobieństwa i różnice poznanych oddziaływań, wykorzystując cechy charakterystyczne odpowiednich sił (wartość, kierunek, zwrot), 4) stosuje zasady dynamiki do określania rodzaju ruchu ciała i obliczania przyspieszeń (ruch prostoliniowy pod działaniem stałej siły wypadkowej), 5) potrafi uwzględnić jakościowo wpływ tarcia i innych sił oporu na ruch, 6) potrafi przedstawiać graficznie pola: grawitacyjne, elektrostatyczne, magnetyczne za pomocą linii pola, 7) wyjaśnia, dlaczego w przypadkach, gdy siła ma inny kierunek niż prędkość, ruch jest krzywoliniowy (podać przykłady takich ruchów w polach sił), 8) potrafi w ruchach jednostajnych po okręgu wskazać wszystkie siły działające na ciało i znaleźć ich wypadkową (siłę dośrodkową), 9) korzystając z faktu, że w ruchu satelitów i planet rolę siły dośrodkowej pełni siła grawitacji, dla orbit kołowych oblicza wartość prędkości satelity, promień orbity, okres obiegu lub masę obiektu centralnego, 10) stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do wyprowadzenia wzoru na wartość II prędkości kosmicznej;
--	---

<p>3) makroskopowymi własnościami materii a jej budową mikroskopową:</p> <p>a) oscylatorem harmonicznym i przykładami występowania ruchu drgającego w przyrodzie,</p> <p>b) związkami między mikroskopową budową ciał a ich właściwościami makroskopowymi (mechanicznymi, elektrycznymi, magnetycznymi, optycznymi);</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) analizuje ruch ciała pod wpływem siły sprężystości (posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu, częstotliwości) i przemiany energii w tym ruchu, 2) opisuje (jakościowo) ruch drgający wahadła matematycznego, 3) opisuje (jakościowo) zjawisko rezonansu mechanicznego, podaje przykłady tego zjawiska, 4) porównuje właściwości mechaniczne ciał stałych, cieczy i gazów oraz wyjaśnia je na podstawie teorii kinetyczno-molekularnej, 5) wie, że siły sprężystości, siły tarcia i siły oporu, jakich doznaje poruszające się ciało, wynikają z oddziaływań elektromagnetycznych, 6) potrafi porównywać jakościowo właściwości elektryczne przewodników, półprzewodników i izolatorów, wynikające z mikroskopowej budowy tych substancji, 7) potrafi wyjaśnić jakościowo różnice makroskopowych magnetycznych właściwości ciał różnicami w ich budowie mikroskopowej;
--	--

<p>4) porządkiem i chaosem w przyrodzie:</p> <p>a) procesami termodynamicznymi, ich przyczynami i skutkami oraz zastosowaniami,</p> <p>b) procesami odwracalnymi i nieodwracalnymi,</p> <p>c) drugą zasadą termodynamiki,</p> <p>d) konwekcją, przewodnictwem cieplnym</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) podaje przyczyny (np. różnica między temperaturą ciała makroskopowego i jego otoczenia, różnica ciśnień itp.) wywołujące określone procesy termodynamiczne, 2) potrafi stosować pojęcia: temperatury, energii wewnętrznej, ciepła i pracy w opisie procesów termodynamicznych oraz wskazywać makroskopowe i mikroskopowe skutki tych procesów, 3) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do opisu zmian energii wewnętrznej podczas wybranych procesów termodynamicznych (zmian stanów skupienia, adiabatycznego sprężania gazu, wyrównywania temperatur dwóch zetkniętych z sobą ciał), 4) interpretuje drugą zasadę termodynamiki jako odzwierciedlenie prawidłowości przyrodniczej, wskazujące kierunek samorzutnego przebiegu procesów termodynamicznych (od stanów bardziej do mniej uporządkowanych, a zatem bardziej prawdopodobnych), 5) na podstawie drugiej zasady termodynamiki uzasadnia i wyjaśnia, dlaczego wszystkie procesy termodynamiczne zachodzące w przyrodzie są w praktyce nieodwracalne, 6) wiąże (jakościowo) pojęcie entropii z nieuporządkowaniem, 7) potrafi opisać ogólną zasadę działania silnika cieplnego, zna pojęcie sprawności oraz umie wyjaśnić, jakie ograniczenia, związane z działaniem silnika wynikają z pierwszej i drugiej zasady termodynamiki;
--	--

<p>5) światłem i jego rolą w przyrodzie:</p> <p>a) światłem jako falą; widmem fal elektromagnetycznych,</p> <p>b) dyfrakcją i interferencją światła,</p> <p>c) polaryzacją światła,</p> <p>d) odbiciem i załamaniem światła, rozszczepieniem światła białego, barwą światła,</p> <p>e) kwantowym modelem światła, zjawiskiem fotoelektrycznym i jego zastosowaniami,</p> <p>f) budową atomu, widmami atomowymi i zastosowaniem (analiza widmowa),</p> <p>g) zasadą działania i zastosowaniami lasera;</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Zna pojęcia: długości, częstotliwości, prędkości i okresu fali oraz związku między tymi wielkościami, 2) wie, że barwa światła zależy od częstotliwości fali elektromagnetycznej; potrafi uszeregować pozostałe zakresy widma fal elektromagnetycznych, 3) korzysta z prawa odbicia i załamania, 4) opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, 5) wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła w pryzmacie i opisuje widmo światła białego, 6) opisuje zjawisko dyfrakcji światła i przejścia przez siatkę dyfrakcyjną, 7) potrafi wyznaczyć długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej lub w inny sposób, 8) potrafi opisywać sposoby otrzymywania światła spolaryzowanego i podać przykłady jego występowania w przyrodzie, 9) potrafi opisywać zjawisko fotoelektryczne i wyjaśniać je zgodnie z założeniami kwantowego modelu promieniowania elektromagnetycznego; potrafi wskazać przykład zastosowania zjawiska fotoelektrycznego, 10) zna elementy modelu Bohra budowy atomu wodoru, potrafi wyjaśnić jego historyczne znaczenie dla rozwoju współczesnej fizyki, 11) potrafi wyjaśnić sposób powstawania widma emisyjnego i absorpcyjnego oraz przedstawić zastosowanie analizy widmowej, 12) zna własności światła laserowego i potrafi wskazać sposoby jego wykorzystania;
---	--

<p>6) energią, jej przemianami i transportem:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) formami energii, b) równoważnością masy i energii, c) rozszczepieniem jądra atomowego i jego zastosowaniami, d) rodzajami promieniowania jądrowego i jego zastosowaniami, e) transportem energii w ruchu falowym, f) konwekcją i promieniowaniem, g) przewodnictwem cieplnym i elektrycznym; 	<ul style="list-style-type: none"> 1) potrafi posługiwać się wzorami na pracę i moc przy rozwiązywaniu prostych zadań, 2) rozróżnia rodzaje energii: kinetyczną, potencjalną ciężkości i potencjalną sprężystości, wewnętrzną; wyjaśnia przykłady przemian energii i korzysta z zasady zachowania energii, 3) potrafi zinterpretować i wykorzystać wzór na energię spoczynkową: $E_s = mc^2$ zarówno do przemian jąder atomowych, jak i innych układów, 4) umie rozpoznawać skład jąder atomowych i izotopów pierwiastków na podstawie znajomości liczby porządkowej i masowej, 5) potrafi wyjaśnić istotę reakcji rozszczepienia jądra uranu i reakcji łańcuchowej, 6) zna podstawowe własności promieniowania jądrowego (α, β, γ), jego powstawanie, zastosowania i związane z nim zagrożenia, 7) rozumie przypadkowy charakter rozpadów jądrowych; zna pojęcie czasu połowicznego rozpadu i umie je stosować, 8) stosuje zasadę zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji i przemian jądrowych (rozszczenia i syntezy), 9) wie, że z rozchodzeniem się fal związany jest przekaz energii (potrafi podać przykłady), 10) potrafi opisywać zjawiska konwekcji, promieniowania i przewodnictwa cieplnego;
---	---

<p>7) budową i ewolucją Wszechświata:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) modelami kosmologicznymi i ich obserwacyjnymi podstawami, b) galaktykami i ich układami, c) ewolucją gwiazd; 	<ul style="list-style-type: none"> 1) wie, że źródłem energii w Słońcu i w gwiazdach są reakcje syntezy termojądrowej, 2) wie, że Wszechświat ma strukturę hierarchiczną i potrafi wymienić elementy tej struktury, 3) opisuje główne etapy ewolucji gwiazd, 4) na podstawie prawa Hubble'a potrafi wyjaśnić hipotezę rozszerzania się Wszechświata od Wielkiego Wybuchu i zasadę szacowania jego wieku,
---	--

<p>8) jednością mikro- i makroświata:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) falami materii, b) dualizmem korpuskularno-falowym materii, c) zasadą nieoznaczoności, d) pomiarami w fizyce, e) jednością praw przyrody (zakresem ich stosowalności), f) determinizmem i indeterminizmem w opisie przyrody, g) elementami metodologii nauk przyrodniczych; 	<ul style="list-style-type: none"> 1) formułuje hipotezę de Broglie'a i interpretuje związek między długością fali materii a wartością pędu cząstki, 2) potrafi przedstawić eksperymentalne dowody falowych cech cząstek, 3) potrafi podać przykłady zjawisk, w których pomiar wpływa znacząco na stan obiektu, 4) potrafi sformułować zasadę nieoznaczoności Heisenberga dla położenia i pędu, 5) potrafi podać przykłady wskazujące, że dla świata dostępnego naszym zmysłom (makroświata) opis klasyczny stanowi dobre i wystarczające przybliżenie opisu kwantowego, 6) interpretuje znaczenie słowa „determinizm” i podaje przykłady deterministycznych praw fizyki, 7) interpretuje znaczenie słowa „indeterminizm” (podaje przykłady odpowiednich zjawisk niepoddających się ścisłemu przewidywaniu), 8) wyjaśnia, na czym polega indukcyjna i hipotetyczno-dedukcyjna metoda badań fizycznych (podaje przykłady);
--	---

<p>9) narzędziami współczesnej fizyki i metodami badawczymi fizyków.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1) potrafi podać przykłady kilku kierunków badań oraz możliwości zastosowań ich wyników, 2) potrafi objaśnić, do czego służą następujące urządzenia: akcelerator, teleskop, spektrometr, 3) potrafi wyjaśnić i poprzeć przykładem rolę eksperymentu w tworzeniu i weryfikacji teorii fizycznych.
--	--

Arkusz I

Zadanie 1. (1 pkt)

Po prostoliniowym odcinku szosy, poruszają się naprzeciw siebie, dwa samochody: fiat o masie 600 kg z prędkością o wartości $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ i polonez o masie 1200 kg z prędkością o wartości $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Wskaż, które z poniższych zdań jest **falszywe**. W układzie związanym z szosą:

- A) całkowity pęd układu fiat – polonez równa się $24000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.
- B) całkowity pęd układu fiat – polonez jest równy zeru.
- C) pęd fiata ma taką samą wartość, jak pęd poloneza.
- D) pęd fiata ma przeciwny zwrot niż pęd poloneza.

Zadanie 2. (1 pkt)

Uczeń rzucił mały kamyk pionowo do góry. Kamyk wznosił się na maksymalną wysokość 5 m i po upływie 2 s został przez ucznia złapany w miejscu, z którego został wyrzucony. Szybkość średnia, z jaką poruszał się kamyk w czasie trwania całego ruchu wynosi:

- A) $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- B) $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- C) $2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- D) $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Zadanie 3. (1 pkt)

W pokoju rozbiła się szklana fiolka z perfumami. Człowiek, znajdujący się w odległości kilku metrów od tego miejsca, poczuł zapach perfum

- A) w tej samej chwili, w której usłyszał brzęk szkła, bo średnie szybkości cząsteczek powietrza i pary perfum w temperaturze pokojowej są w przybliżeniu takie same, jak szybkość dźwięku w powietrzu.
- B) zanim usłyszał brzęk szkła, bo średnie szybkości cząsteczek powietrza i pary perfum są w temperaturze pokojowej większe od szybkości dźwięku w powietrzu.
- C) później niż usłyszał brzęk szkła, bo cząsteczka powietrza i pary perfum w temperaturze pokojowej mają mniejsze szybkości średnie od szybkości dźwięku w powietrzu.
- D) później niż usłyszał brzęk szkła, bo na skutek ich wielokrotnych wzajemnych zderzeń muszą przebyć wiele większą drogę i zużyją na to więcej czasu.

Zadanie 4. (1 pkt)

Wartość siły przyciągania grawitacyjnego między dwoma ciałami wzrosła dziewięciokrotnie. Odległość między nimi:

- A) zmalała dziewięciokrotnie.
- B) zmalała trzykrotnie.
- C) wzrosła trzykrotnie.
- D) wzrosła dziewięciokrotnie.

Zadanie 5. (1 pkt)

Zależność wydłużenia x od wartości działającej siły F przedstawia równanie:

$$F = k \cdot x,$$

w którym k jest współczynnikiem proporcjonalności, charakteryzującym daną sprężynę (stałą sprężyny). Siła o wartości 5 N powoduje wydłużenie sprężyny o 2 cm. Wydłużenie sprężyny o 3 cm spowoduje działająca siła o wartości:

- A) $\frac{5}{6}$ N. B) $\frac{6}{5}$ N. C) 7,5 N. D) $\frac{10}{3}$ N.

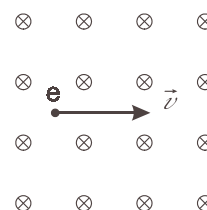
Zadanie 6. (1 pkt)

Strzykawkę ze szczelnie zatkanym wylotem, zawierającą powietrze o temperaturze pokojowej, wkładamy do naczynia z gorącą wodą. Tłok, który może się swobodnie poruszać znajduje się początkowo mniej więcej w połowie strzykawki. Stosując pierwszą zasadę termodynamiki do powietrza zamkniętego w strzykawce stwierdzamy, że

- A) powietrze wykonuje pracę kosztem pobranego ciepła, a jego energia wewnętrzna nie ulega zmianie.
B) całe ciepło pobrane od wody zostaje zużyte na wzrost energii wewnętrznej powietrza w strzykawce.
C) tylko część pobranego ciepła zostaje zużyta na wzrost energii wewnętrznej powietrza.
D) przyrost energii wewnętrznej powietrza jest większy od pobranego ciepła, bo równocześnie zostaje wykonana praca.

Zadanie 7. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiono elektron wyrzucony w próżni w obszarze pola magnetycznego. Znak \otimes na rysunku oznacza, że linie pola magnetycznego są prostopadłe do płaszczyzny kartki i zwrócone pod tę płaszczyznę.



Elektron, przechodząc przez pole magnetyczne:

- A) odchyli się tak, że jego tor pozostanie w płaszczyźnie kartki.
B) odchyli się tak, że jego tor pozostanie w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny kartki.
C) nie odchyli się, tylko ulegnie przyspieszeniu lub zahamowaniu.
D) nie zmieni swojego ruchu.

Zadanie 8. (1 pkt)

Promień światła słonecznego pada na powierzchnię jeziora. Która z poniższych wielkości, charakteryzujących światło słoneczne, nie ulega zmianie podczas przejścia światła z powietrza do wody?

- A) Prędkość światła. B) Częstotliwość fali świetlnej.
C) Długość fali świetlnej. D) Kierunek rozchodzenia się światła.

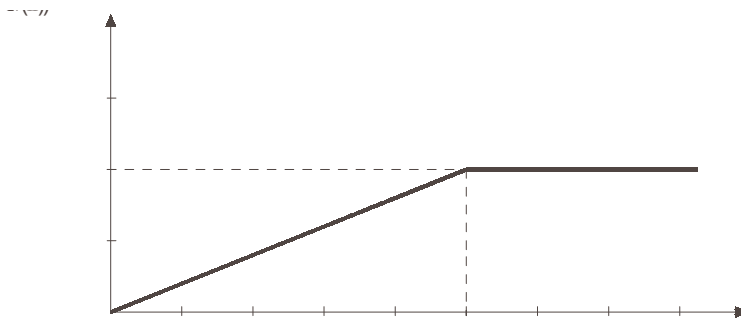
Zadanie 9. (1 pkt)

Częstotliwości fal dźwiękowych słyszanych przez ludzkie ucho zawierają się w przedziale od około $\nu_1 = 20$ Hz do $\nu_2 = 20000$ Hz. Stosunek długości fal λ_1 do λ_2 , odpowiadających granicznym częstotliwościom tego zakresu ma wartość:

- A) około 0,001. B) około 0,1. C) około 1000. D) około 10000.

Zadanie 10. Samochód (3 pkt)

Na wykresie przedstawiono zależność wartości prędkości od czasu dla ruchu samochodu osobowego.



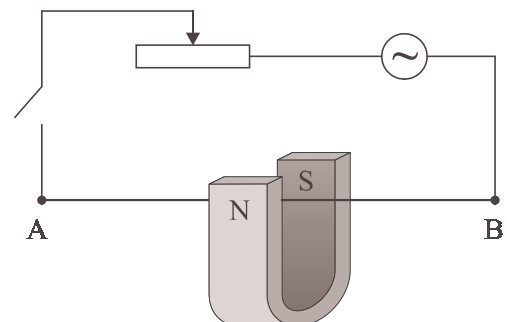
- Zapisz, jakim rodzajem ruchu poruszał się samochód w przedziale czasu (0 s – 5 s).
- Podaj wartość przyspieszenia samochodu między końcem piątej i końcem ósmej sekundy ruchu.
- Oblicz drogę przebytą przez samochód w czasie pierwszych ośmiu sekund ruchu.

Zadanie 11. Piłeczki (4 pkt)

Dwie piłeczki pingpongowe o jednakowych masach m każda, zawieszono na nitkach o długości l zamocowanych w jednym punkcie. Następnie piłeczki naelektryzowano jednakowymi ładunkami. Piłeczki oddaliły się na odległość d . Narysuj siły działające na jedną z piłeczek po ustaleniu się równowagi. Oznacz te siły odpowiednimi symbolami i nazwij je. Wyprowadź wzór pozwalający obliczyć ładunek q zgromadzony na każdej z piłeczek.

Zadanie 12. Struna (3 pkt)

Metalową strunę napięto między punktami A i B. Środkowa część struny jest umieszczona między biegunami podkowiastego magnesu. Po zamknięciu obwodu, zasilanego napięciem z sieci miejskiej usłyszano dźwięk. Wyjaśnij to zjawisko.



Zadanie 13. Grzejnik (2 pkt)

W Polsce zmieniono wartość napięcia elektrycznego w sieci z 220 V na 230 V. Oblicz moc, jaką ma obecnie grzejnik, na którym jest napisane: 220 V, 1000 W. Przyjmij, że opór elektryczny grzejnika przy podanych napięciach jest taki sam.

Zadanie 14. Oscylator (3 pkt)

Wiszący na sprężynie ciężarek wykonuje drgania o okresie 2 s i amplitudzie 2 cm. Narysuj wykres zależności wychylenia drgającego ciężarka od czasu. Zaznacz na wykresie punkty, w których ciężarek osiąga największą szybkość.

Zadanie 15. Porównywanie oddziaływań (5 pkt)

Dwie naładowane cząstki o masach $m_A = 5 \cdot 10^{-10}$ kg i $m_B = 3 \cdot 10^{-10}$ kg znajdują się w punktach A i B.



Stwierdzono, że wypadkowa siła oddziaływań: grawitacyjnego i elektrostatycznego, działająca na każdą cząstkę jest przyciągająca (patrz rysunek). Wykaż, że cząstki te nie mogą być naładowane jednoimiennie.

Zadanie 16. Rozpad promieniotwórczy (3 pkt)

Rozpad jądra izotopu pewnego pierwiastka jest badany za pomocą licznika promieniowania. Tłó, czyli liczba impulsów dochodzących do licznika z otoczenia wynosi średnio 50 impulsów na minutę. Tabela przedstawia uzyskane wyniki pomiarów.

t - czas w godzinach	0	6	8	10,5	20
A - liczba impulsów na minutę	1060	555	450	340	160

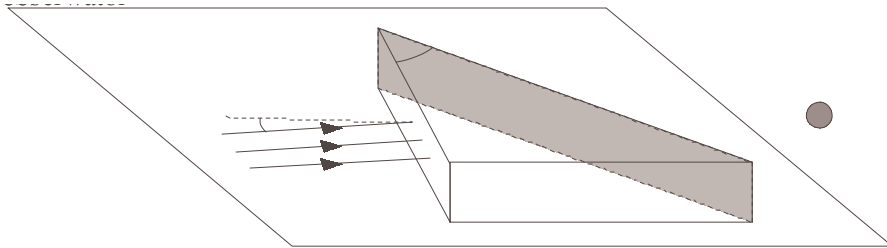
Narysuj wykres zależności $A(t)$ i wyznacz czas połowicznego rozpadu badanego izotopu.

Zadanie 17. Kulka (4 pkt)

Kulkę, zawieszoną na nici o długości $l = 1$ m, odchyłono o kąt $\alpha = 30^\circ$ od pionu i puszczono swobodnie. Oblicz wartość prędkości kulki w chwili, gdy znajduje się w najniższym położeniu. Pomiń opory ruchu.

Zadanie 18. Pryzmat (4 pkt)

Szklany pryzmat o kącie łamiącym 60° kładziemy na stole tak, aby jego krawędź łamiąca była prostopadła do powierzchni stołu. Na lewą ścianę pryzmatu kierujemy wiązkę światła monochromatycznego pod niewielkim kątem padania α . Światło nie dociera do obserwatora stojącego za prawą ścianą pryzmatu.



- Wyjaśnij to zjawisko.
- Czy fakt, że wiązka światła pada na pryzmat pod niewielkim kątem ma tutaj istotne znaczenie? Uzasadnij odpowiedź, wykonując odpowiedni rysunek (najlepiej widok z góry).

Zadanie 19. Fale materii (6 pkt)

Elektrony ze źródła są przyspieszane w polu elektrostatycznym. Wiązka pada następnie na kryształ, który pełni rolę przegrody ze szczelinami. Za kryształem ustawiono ekran, świecący w miejscach, na które padają elektrony. Na ekranie pojawiają się prążki interferencyjne. Jeśli zastosujemy silniejsze pole elektrostatyczne, to elektrony padające na kryształ będą miały większą energię kinetyczną. Wtedy prążki na ekranie

- zblizą się do siebie.
- rozsuną się.

Wybierz właściwe dokończenie zdania i uzasadnij swój wybór.

Zadanie 20. Przyczyna i skutek (3 pkt)

W punkcie K nastąpiło w pewnej chwili zdarzenie Z_1 , a w punkcie L nastąpiło zdarzenie Z_2 w chwili późniejszej. Napisz, jakie wielkości musimy znać, aby móc rozstrzygnąć, czy zdarzenie Z_1 mogło być przyczyną zdarzenia Z_2 . Uzasadnij swoją wypowiedź.

Zadanie 21. Procesy nieodwracalne (1 pkt)

Wybierając sformułowanie a), b) lub c), uzupełnij poniższe zdanie tak, aby było prawdziwe.

„Każdy proces obserwowany w życiu codziennym jest nieodwracalny, ponieważ powrót układu termodynamicznego i jego otoczenia do stanu pierwotnego jest

- niezgodny z prawem zachowania energii.
- bardzo mało prawdopodobny.
- niezgodny z pierwszą zasadą termodynamiki.

Karta wybranych wzorów i stałych fizycznych

Mechanika

$v(t) = v_0 + at$ $s(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ $\vec{p} = m\vec{v}$ $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ $F_r = \mu F_N$ $E_{kin} = \frac{mv^2}{2}$	$P = \frac{W}{\Delta t}$ $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$ $v = \frac{l}{T}$ $a_d = \frac{v^2}{r}$ $F_d = \frac{mv^2}{r}$ $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$	$\vec{\gamma} = \frac{\vec{F}_g}{m}$ $E_{pot} = -G \frac{Mm}{r}$ $\Delta E_{pot} = mgh \quad h \ll R_z$ $V = \frac{E_{pot}}{m}$ $v_I = \sqrt{\frac{GM}{R_z}}$ $v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R_z}}$	$\frac{T^2}{R^3} = \text{const}$ $F = -kx$ $x(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$ $v_x(t) = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$ $a_x(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$ $E_{pot} = \frac{1}{2} kx^2$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ $\varepsilon = \frac{M}{I} \quad K = I\omega$
---	--	---	--

Termodynamika i własności materii

$p = \frac{F}{S}$ $d = \frac{m}{V}$ $Q = mc_w \Delta T$ $Q = mL$	$pV = nRT$ $\kappa = \frac{C_p}{C_v}$ $C_p = C_v + R$ $\Delta U = Q + W$	$W = -p\Delta V$ $\eta = \frac{W_u}{W_c} \quad \eta = \frac{ W }{Q_1}$ $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$
--	--	---

Elektryczność, magnetyzm, fale, optyka i fizyka współczesna

$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{Qq}{r^2}$ $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ $E_{pot} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{Qq}{r}$ $V = \frac{E_{pot}}{q}$ $ \vec{E} = \frac{U}{d}$ $C = \frac{Q}{U} \quad C = \epsilon_0\epsilon_r \frac{S}{d}$ $\frac{1}{C_{calc}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$ $C_{calc} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$ $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ $U = IR$	$R = \rho \frac{l}{S}$ $R_{calc} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ $\frac{1}{R_{calc}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ $I_{calc} = \sum_{k=1}^n I_k$ $\sum_{k=1}^n U_k + \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_j = 0$ $I = \frac{\mathcal{E}}{R_z + r_w}$ $P = IU$ $F = qvB \sin \chi(\vec{v}, \vec{B})$ $F = BIl \sin \chi(\vec{l}, \vec{B})$ $\Phi = BS \cos \chi(\vec{B}, \vec{S})$ $B = \frac{\mu_0\mu_r I}{2\pi r} \quad B = \frac{\mu_0\mu_r I}{2r}$ $B = \mu_0\mu_r n \frac{I}{l} \quad F = \frac{\mu_0\mu_r I_1 I_2 l}{2\pi r}$	$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $L = \mu_0\mu_r n^2 \frac{S}{l}$ $\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{I_1}{I_2}$ $\lambda = \frac{v}{\nu} \quad n\lambda = d \sin \alpha$ $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad n = \frac{c}{v}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \quad D = \frac{1}{f}$ $\frac{1}{f} = \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ $E_s = mc^2 \quad E = h\nu$ $E = E_s + E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad p = \frac{h}{\lambda}$ $\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma m\vec{v}$
---	--	---

MODEL ODPOWIEDZI I SCHEMAT OCENIANIA ARKUSZA I

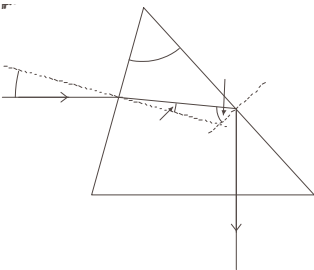
Zadania zamknięte

Nr zadania	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prawidłowa odpowiedź	A	B	D	B	C	C	A	B	C
Liczba punktów	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zadania otwarte

Numer zadania	Proponowane rozwiązania	Punktacja	Uwagi
10 Samochód	a) ruch jednostajnie przyspieszony	3	Drogę można obliczyć dowolną metodą
	b) $a = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$		
	c) $s = 55 \text{ m}$		
11 Piłeczki	rysunek bez zmian	4	
	$\text{tg} \alpha = \frac{F_e}{Q} = \frac{d}{2x}$		
	$x = \sqrt{l^2 - \frac{d^2}{4}}$		
	$\frac{kq^2}{d^2 mg} = \frac{d}{2x}$		
	$q = \sqrt{\frac{mgd^3}{2k\sqrt{l^2 - \frac{d^2}{4}}}}$		
12 Struna		3	Zdający może tylko stwierdzić, że zwrot siły elektrodynamicznej zmienia się wraz ze zmianą kierunku prądu.

<p align="center">13 Grzejnik</p>	$P_2 = \frac{P_1 \cdot U_2^2}{U_1^2}$ $P_2 \approx 1093 \text{ W} \approx 1,1 \text{ kW}$	<p align="center">2</p>	<p>1 p – wyprowadzenie wzoru na moc grzejnika</p> <p>1 p – obliczenie wartości liczbowej mocy</p>	<p>Poprawne jest inne rozwiązanie dające taki sam wynik.</p>
<p align="center">14 Oscylator</p>		<p align="center">3</p>	<p>1 p – wyskalowanie osi: czasu i wychylenia,</p> <p>1 p – poprawne narysowanie wykresu,</p> <p>1 p – poprawne zaznaczenie punktów na wykresie, w których szybkość ciężarka jest największa.</p>	
<p align="center">15 Porównywanie oddziaływań</p>		<p align="center">5</p>	<p>2 p – gdyby cząstki były naładowane jednoimiennie, to siły: grawitacyjna i elektryczna (działające na każdą cząstkę) miałyby przeciwne zwroty; ponieważ wypadkowa ma taki zwrot, jak na rysunku, to wartość siły elektrycznej musiałaby być mniejsza od siły grawitacji:</p> $F_{el} < F_g$ <p>1 p – podstawienie wzorów na wartości sił F_{el} i F_g oraz obliczenie wartości iloczynu ładunków:</p> $q_A \cdot q_B < \frac{G}{k} m_A m_B \approx 11 \cdot 10^{-40} \text{ C}^2,$ <p>2 p – ładunek elementarny wynosi $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, więc najmniejsza możliwa wartość ilorazu $q_A \cdot q_B = e^2 = 256 \cdot 10^{-40} \text{ C}^2$. Powyższa nierówność nie jest spełniona nawet dla tak małych ładunków, jak ładunek elektronu, dlatego cząstki nie mogą być naelektryzowane jednoimiennie.</p>	<p>Zdający może opisać rozumowanie, używając innych (równoważnych) sformułowań.</p>
<p align="center">16 Rozpad promieniotwórczy</p>	<p>$T = 6 \text{ godz.}$</p>	<p align="center">3</p>	<p>1 p – odjęcie od liczby impulsów tła,</p> <p>1 p – wyskalowanie osi, zaznaczenie punktów i narysowanie krzywej,</p> <p>1 p – odczytanie czasu połowicznego rozpadu.</p>	
<p align="center">17 Kulka</p>	$mgh = \frac{mv^2}{2}$ $h = l - l \cos 30^\circ$	<p align="center">4</p>	<p>1 p – zapisanie zasady zachowania energii,</p> <p>1 p – wyprowadzenie wzoru na wysokość,</p>	

	$v = \sqrt{2gl(1 - \cos 30^\circ)}$ $v = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	<p>1 p – wyprowadzenie wzoru na wartość prędkości,</p> <p>1 p – obliczenie wartości liczbowej prędkości.</p>	
<p>18 Pryzmat</p>		<p>4</p> <p>1 p – gdy kąt padania wiązki światła od wnętrza pryzmatu na jego prawą ściankę będzie większy od kąta granicznego, to na tej ściance nastąpi całkowite wewnętrzne odbicie. Dlatego światło padające na pryzmat nie dociera do obserwatora,</p> <p>1 p – fakt ten ma istotne znaczenie: gdy kąt padania α jest mały, to mały jest także kąt załamania β. Wtedy kąt padania γ na drugą ściankę pryzmatu jest duży, bo suma $\beta + \gamma = 60^\circ$,</p> <p>1 p – przy dostatecznie małym kącie α kąt γ może mieć wartość większą od kąta granicznego; wtedy na prawej ścianie nastąpi całkowite wewnętrzne odbicie,</p> <p>1 p – wykonanie rysunku.</p>	<p>Na rysunku promień odbity od drugiej ścianki nie musi być prostopadły do trzeciej ścianki pryzmatu.</p>
<p>19 Fale materii</p>		<p>6</p> <p>1 p – prążki zblizają się do siebie,</p> <p>1 p – wartość pędu elektronu o większej energii kinetycznej jest większa,</p> <p>2 p – długość fali de Broglie'a odpowiadają elektronowi o większym pędzie jest mniejsza,</p> <p>2 p – gdy zmaleje długość fali, zmaleją także kąty, pod którymi występują kolejne maksima interferencyjne.</p>	<p>Zdający może napisać wzór $\lambda = \frac{h}{mv}$ i wyciągnąć z niego wniosek.</p> <p>Zdający może napisać wzór $n\lambda = a \sin \alpha$ i wyciągnąć z niego wniosek.</p>
<p>20 Przyczyna i skutek</p>		<p>3</p> <p>1 p – musimy znać wzajemną odległość d punktów K i L i czas upływający między zdarzeniami Z_1 i Z_2,</p>	<p>Zdający może napisać uzasadnienie, używając innych</p>

			2 p – uzasadnienie: informacja nie może się rozchodzić z szybkością większą niż c , zatem zdarzenie Z_1 mogło być przyczyną zdarzenia Z_2 tylko wtedy, gdy $\frac{d}{t} \leq c$.	(równoważnych) sformułowań.
21 Procesy nieodwracalne		1	1 p – wybranie prawidłowego zakończenia: b)	

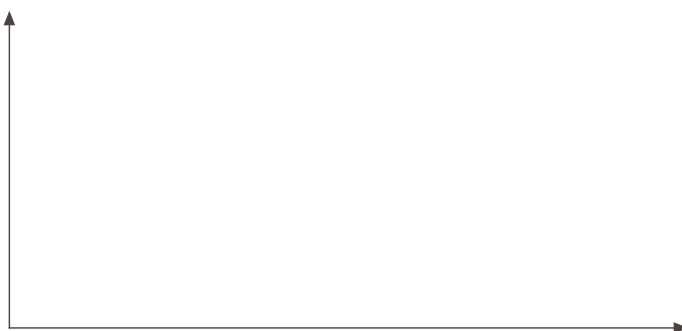
Arkusz II

Zadanie 22. Opór zewnętrzny (8 pkt)

- a) Narysuj schemat obwodu, za pomocą którego można wyznaczyć zależność mocy wydzielanej w obwodzie zewnętrznym od oporu zewnętrznego. Obwód powinien zawierać: amperomierz (o bardzo małym oporze własnym), woltomierz (o bardzo dużym oporze własnym), opornicę suwakową i ogniwo. (1 pkt)
- b) W poniższej tabeli podano wartości oporu zewnętrznego R , wyniki pomiarów natężenia prądu I , napięcia U oraz obliczone wartości mocy P wydzielanej na oporze zewnętrznym. Tabela zawiera jednak luki. Korzystając z danych w tabeli, oblicz i wstaw w puste miejsca brakujące wartości. (2 pkt)

R (Ω)	0		0,5	1	2	4	6	
I (A)	6	5	4	3		1,2		0,5
U (V)	0	1			4	4,8	5,16	5,5
P (W)		5	8	9	8		4,44	2,75

- c) Wykorzystując dane z tabeli z drugiej części zadania, sporządź wykres zależności mocy wydzielanej w obwodzie zewnętrznym od wartości oporu zewnętrznego. Odczytaj z wykresu, dla jakiej wartości oporu zewnętrznego moc wydzielona w oporze zewnętrznym jest największa oraz podaj przybliżoną wartość oporu wewnętrznego tego ogniwa. (5 pkt)



Zadanie 23. Układ Słoneczny (8 pkt)

W tabeli przedstawiono względne wielkości charakteryzujące niektóre planety Układu Słonecznego

Nazwa planety	Masa (w jednostkach masy Ziemi)	Promień planety (w jednostkach promienia Ziemi)	Odległość od Słońca (w jednostkach promienia orbity Ziemi)	„Rok” (w latach ziemskich)	„Doba” (w dobach ziemskich)
Merkury	0,05	0,38	0,39	0,24	59,00
Wenus	0,81	0,95	0,72	0,61	243,00
Ziemia	1	1	1	1	1
Mars	0,11	0,53	1,52	1,88	1,03
Jowisz	318	11,19	5,20	11,90	0,41
Saturn	95	9,43	9,54	29,90	0,43
Uran	14,6	3,85	19,18	84,00	0,72

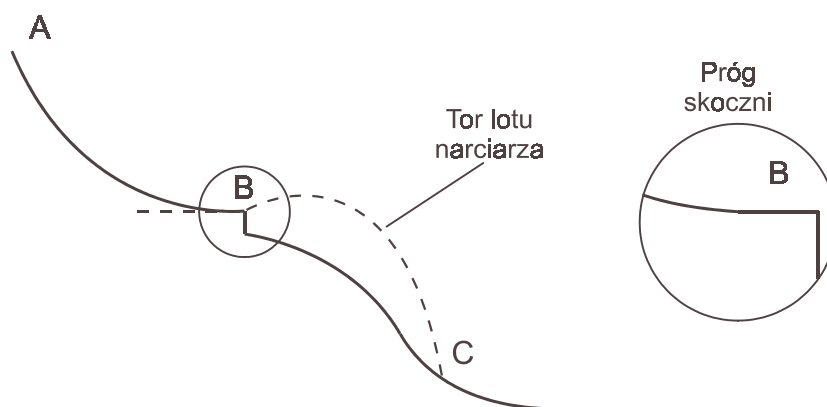
Sprawdź słuszność trzeciego prawa Keplera. W tym celu:

- a) Wyprowadź trzecie prawo Keplera przy założeniu, że orbity są kołowe. (3 pkt)
- b) Wykorzystując wzór wyrażający III prawo Keplera zapisz zmienne, jakie powinny znajdować się na osiach układu współrzędnych, aby wykres ilustrujący to prawo był linią prostą
Oś x -, oś y - (1 pkt)
- c) Wybierz z tabeli trzy planety, oblicz odpowiednie wartości i wyskaluj osie układu (na rysunku poniżej) oraz zaznacz w narysowanym układzie współrzędnych punkty odpowiadające tym planetom. (3 pkt)
 - 1. planeta
 - 2. planeta
 - 3. planeta

- d) Narysuj wykres, o którym mowa w punkcie b). (1 pkt)

Zadanie 24. Skocznia narciarska (7 pkt)

Poniższy rysunek przedstawia przekrój pewnej skoczni narciarskiej.



Literami A, B, C, na rysunku oznaczono: A – belkę startową, B – próg, C – miejsce lądowania.

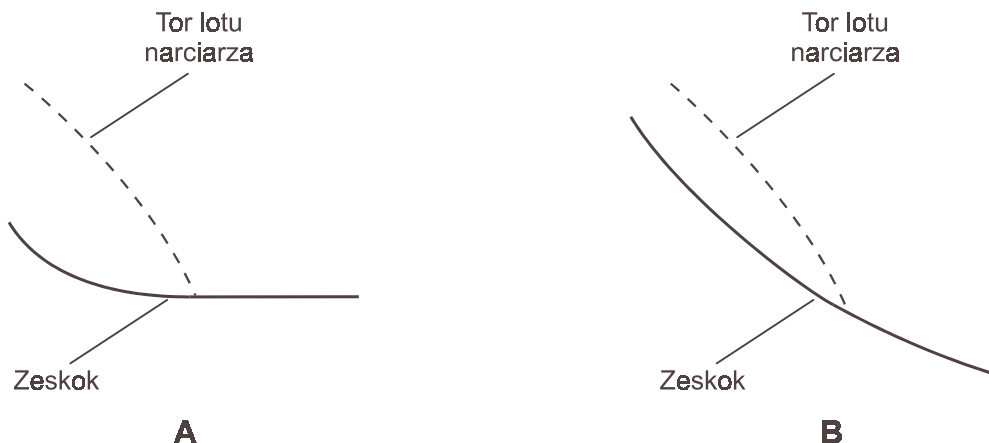
Oto wielkości charakteryzujące skocznię oraz skok, który wykonał narciarz o masie 60 kg:

– próg skoczni jest usytuowany **poziomo**

– wartość prędkości narciarza na progu (**tuż przed odbiciem**) wynosi $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

– czas trwania odbicia narciarza od progu wynosi 0,3 s.

- Tuż po odbiciu od progu zawodnik porusza się z prędkością, która tworzy z poziomem kąt $\alpha = 10^\circ$ w górę. Oblicz wartość średniej siły nacisku skoczka na podłoże w czasie odbicia od progu. (5 pkt)
- Poniższe rysunki przedstawiają różne możliwe usytuowanie podłoża na zeskoku skoczni narciarskiej. Który zeskok (**A** czy **B**) powinien być stosowany na wszystkich skoczniach? (1 pkt) Uzasadnij odpowiedź. (1 pkt)



Zadanie 25. Gumka (7 pkt)

Gumkę do ścierania kładziemy na środku poziomo ułożonej, drewnianej linijki. Powoli unosimy jeden z końców linijki. Początkowo gumka nie zsuwa się; przy pewnym kącie α nachylenia linijki do poziomu – zaczyna zsuwać się w dół.

- Wyjaśnij to zjawisko. Narysuj siły działające na gumkę w obu przypadkach. (4 pkt)
- Napisz, jak wartość siły tarcia w pierwszej fazie obserwacji (gdy gumka się nie zsuwa) zależy od kąta nachylenia α linijki do poziomu. (1 pkt)
- Napisz, jak wartość siły tarcia w drugiej fazie obserwacji (gumka się zsuwa) zależy od kąta nachylenia α linijki do poziomu. (2 pkt)

Zadanie 26. Fotokomórka (9 pkt)

Natężenie prądu elektrycznego płynącego w obwodzie fotokomórki wynosi 0,1 mA, gdy na pokrytą litem fotokatodę pada fala elektromagnetyczna o długości $\lambda = 337,1$ nm, emitowana przez laser azotowy. Praca wyjścia elektronów z litu wynosi 2,4 eV.

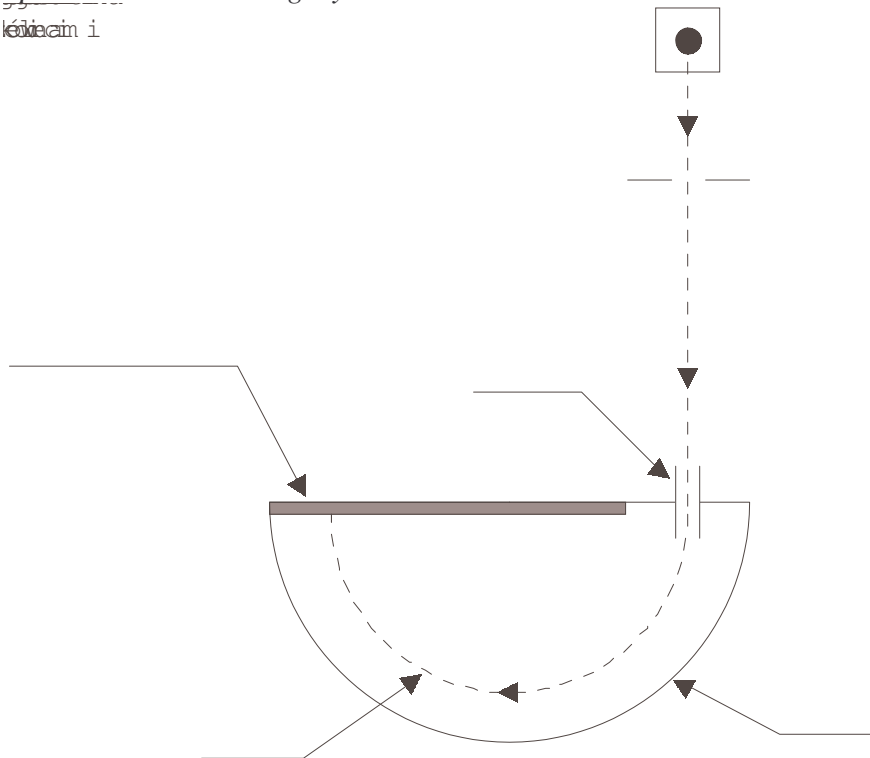
- Oblicz maksymalną wartość prędkości elektronów po wyjściu z fotokatody. Wynik podaj w m/s. (3 pkt)
- Oblicz napięcie hamowania, przy którym w obwodzie fotokomórki ustaje przepływ elektronów wybijanych z fotokatody. (2 pkt)
- Oblicz moc wiązki laserowej opisanej w zadaniu. Przyjmij, że wszystkie wyemitowane z katody elektrony docierają do anody, oraz że każdy foton wybija jeden elektron. Wynik podaj w watach. (4 pkt)

Zadanie 27. Spektrograf masowy (11 pkt)

Hel jest jednoatomowym, chemicznie nieaktywnym gazem. Znane są cztery izotopy helu. Dwa z nich: ^3He i ^4He występują w przyrodzie i są trwałe, dwa pozostałe są nietrwale. Rozdzielanie izotopów helu i wyznaczanie ich mas odbywa się w spektrografie masowym, którego schemat przedstawiony jest na rysunku. Wewnątrz cylindra panuje stałe, jednorodne pole magnetyczne, w którym jony izotopów helu poruszają się po łukach okręgów i uderzają w kliszę fotograficzną, na której pozostawiają ślad.

Rysunek przedstawia widok z góry

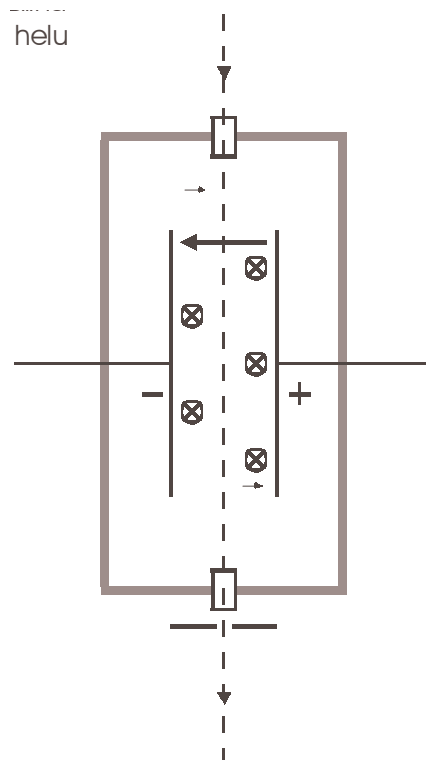
kliszę i



Wiązka jonów, zanim trafi do wnętrza cylindra przechodzi przez urządzenie zwane selektorem prędkości (rys. poniżej), w którym istnieją pola: elektryczne i magnetyczne o liniach wzajemnie prostopadłych. Wartość natężenia pola elektrycznego dobiera się tak do wartości indukcji magnetycznej, aby tylko te jony helu, które poruszają się z określoną szybkością nie ulegały odchyleniu i mogły przejść przez szczelinę do cylindra.

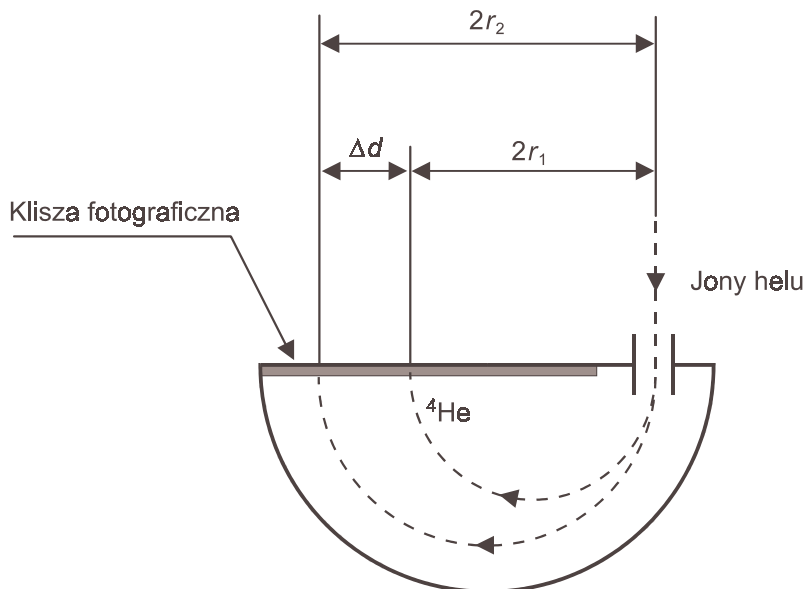
- a) Wewnątrz selektora prędkości indukcja magnetyczna ma wartość 0,03 T. Prędkość jonów helu opuszczających selektor ma wartość $1,2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego wytworzonego w selektorze. (4 pkt)

Wpadająca do cylindra wiązka jonów izotopów helu ulega w nim rozdzieleniu na poszczególne grupy jonów o jednakowej masie. Wszystkie jony helu wpadające do cylindra spektrografu mają taki sam ładunek, zatem promienie ich torów zależą tylko od mas.



- b) Napisz, czy energia kinetyczna jonów helu zmienia się podczas ich ruchu w cylindrze spektrografu. Krótko uzasadnij swoją odpowiedź. (2 pkt)

Aby wyznaczyć masę jonów, bada się położenie śladów, jakie powstają w miejscu ich padania na kliszę fotograficzną. Poniżej na rysunku zaznaczone są tory jonów dwóch izotopów helu; jeden z nich to ${}^4\text{He}$ o masie $6,65 \cdot 10^{-27}$ kg.



- c) Oblicz masę drugiego izotopu helu i podaj jego liczbę masową A , wiedząc, że odległość między śladami na kliszy fotograficznej wynosiła $\Delta d = 0,79$ m. Wartość indukcji magnetycznej wewnątrz cylindra wynosiła 63 mT, a prędkość

jonów miała wartość $1,2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ładunek jonów helu jest równy ładunkowi protonu. (5 pkt)

MODEL ODPOWIEDZI I SCHEMAT OCENIANIA ARKUSZA II

Numer zadania		Czynności	Punktacja		Uwagi
22	a)	Poprawne narysowanie schematu połączeń.	1	1	Na schemacie musi zostać umieszczony symbol opornicy suwakowej a nie opornika.
	b)	Poprawne wyliczenie brakujących wartości R , I , U , i P przy wykorzystaniu danych zawartych w tabeli. R : 0,2 Ω oraz 11 Ω I : 2 A oraz $\sim 0,86$ A U : 2 V oraz 3 V P : 0 W oraz $\sim 5,76$ W.	2	2	1 pkt za każde cztery poprawnie obliczone wartości.
	c)	Wyskalowanie i opisanie osi wykresu $P = f(R)$.	1	5	Wykres powinien być wygładzoną linią ciągłą. Wystarczy podanie informacji, że moc wydzielona w oporze zewnętrznym jest największa, gdy $R = R_w$.
		Naniesienie punktów pomiarowych.	1		
		Sporządzenie wykresu.	1		
		Odczytanie z wykresu, że dla $R = 1 \Omega$ wartość wydzielanej mocy jest największa.	1		
Podanie wartości oporu wewnętrznego ogniwa jako równej wartości oporu zewnętrznego, przy którym moc zewnętrzna jest maksymalna: $R_w = 1 \Omega$.	1				
RAZEM za zadanie			8		

Numer zadania		Czynności	Punktacja		Uwagi
23	a)	Wyprowadzenie III prawa Keplera w postaci: $\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ lub $\frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$ lub $\frac{R_1^3}{R_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$ lub $\frac{R^3}{T^2} = \text{const}$.	3	3	
	b)	Wybór współrzędnych 0x: R^3 , 0y: T^2 (lub odwrotnie).	1	1	
	c)	Wybór trzech planet i obliczenie dla nich wartości R^3 i T^2 .	2	3	Planety powinny zostać wybrane tak, aby promienie ich orbit możliwie dużo różniły się od siebie.
		Wyskalowanie osi współrzędnych i naniesienie punktów w układzie współrzędnych.	1		
	d)	Narysowanie wykresu.	1	1	
RAZEM za zadanie			8		

Numer zadania		Czynności	Punktacja		Uwagi
24	a)	Zapisanie związku siły wypadkowej ze zmianą pędu: $\vec{R} + \vec{Q} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$, gdzie \vec{R} jest siłą reakcji podłoża na nacisk skoczni. Wartość tej siły jest równa wartości siły nacisku \vec{F} , jaką skoczek działa na próg skoczni podczas odbicia (III zasada dynamiki).	1	5	Zdający może napisać ten związek, posługując się wartościami wektorów: $R - Q = \frac{ \Delta \vec{p} }{\Delta t}$ lub $R - Q = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ lub $R - Q = ma$

		Zapisanie wzoru na zmianę pędu: $\Delta \vec{p} = m\Delta \vec{v} = m\vec{v}_y$, ponieważ $v_{y0} = 0$.	1		
		Obliczenie wartości składowej pionowej prędkości tuż po odbiciu: $v_y = v_0 \operatorname{tg} \alpha$, gdzie v_0 jest wartością prędkości skoczka na progu tuż przed odbiciem.	1		Zdający może od razu obliczyć wartość liczbową v_y .
		Przekształcenie wzoru i obliczenie średniej wartości siły nacisku narciarza na próg skoczni: $F = mg + \frac{mv_0 \operatorname{tg} \alpha}{\Delta t}$, $F \approx 1470 \text{ N}$.	2		Dopuszczalne zaokrąglenia obliczonych wartości.
	b)	Wybór zeskoku B.	1	2	
		Uzasadnienie: na skoczka w przypadku A działałaby od podłoża zbyt wielka siła reakcji, jej skutki mogłyby być niebezpieczne.	1		
RAZEM za zadanie			7		

Numer zadania	Czynności	Punktacja		Uwagi	
25	a)	Gdy linijka się nie zsuwa, to siła tarcia statycznego i siła zsuwająca równoważą się.	1	4	Zdający może napisać: „siły ciężkości i tarcia statycznego równoważą się” oraz „gdy wartość wypadkowej sił: ciężkości i sprężystości jest większa od maksymalnej wartości tarcia statycznego ...”.
		Gdy wartość siły zsuwającej stanie się większa od maksymalnej wartości siły tarcia statycznego, to gumka zostanie wprawiona w ruch – zsuwa się po linijce.	1		
		Poprawny rysunek (spoczynek).	1		
		Poprawny rysunek (ruch).	1		
	b)	$F_{zsuw} = T_s = mg \sin \alpha$ (siła tarcia rośnie jak sinus kąta α).	1	1	Zdający nie musi napisać zdania zapisanego w nawiasie. Zdający nie musi wyprowadzać wzorów na wartość sił: zsuwającej i tarcia kinetycznego.
c)	$T_k = f N = f mg \cos \alpha$ Siła tarcia maleje ze wzrostem kąta α tak, jak cosinus tego kąta.	2	2		
RAZEM za zadanie			7		

Numer zadania	Czynności	Punktacja		Uwagi
26	a)	Zastosowanie wzoru Einsteina-Millikana $h\nu = W + E_k$.	1	Dopuszczalne są zaokrąglenia obliczanych wartości.
		Wyrażenie energii fotonu przez długość fali promieniowania laserowego $h\nu = \frac{hc}{\lambda}$.	1	
		Wyprowadzenie wzoru na wartość prędkości fotoelektronu $v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - W \right)}$, obliczenie jej wartości liczbowej $v \approx 6,7 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.	1	
	b)	Zmiana energii kinetycznej elektronu jest równa pracy siły pola elektrycznego: $0 - \frac{mv^2}{2} = -eU$, $\frac{mv^2}{2} = eU$.	1	2

	Obliczenie napięcia hamowania i jego wartości liczbowej. $U = \frac{mv^2}{2e}, \quad U \approx 1,3 \text{ V}.$	1		
c)	Zastosowanie definicji mocy $P = \frac{W}{\Delta t}$.	1	4	
	Wyrażenie mocy wiązki przez energię jednego fotonu: $P = \frac{N h \nu}{\Delta t}$.	1		
	Znalezienie związku między liczbą fotonów (także elektronów) a natężeniem prądu: $N = \frac{I \cdot \Delta t}{e}$.	1		
	Obliczenie mocy wiązki laserowej: $P = \frac{I h c}{e \lambda}$ i jej wartości liczbowej $P \approx 0,37 \cdot 10^{-3} \text{ W} \approx 0,37 \text{ mW}.$	1		
RAZEM za zadanie		9		

Numer zadania	Czynności	Punktacja	Uwagi
27	Zrozumienie na podstawie tekstu, że w selektorze prędkości ładunki nie ulegają odchyleniu, czyli siły: elektryczna i magnetyczna równoważą się.	2	4
	a) Porównanie wartości sił i obliczenie wartości natężenia pola elektrycznego: $qE = qvB, \quad E = vB.$	1	
	Obliczenie wartości liczbowej natężenia pola elektrycznego: $E = 3,6 \cdot 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}}.$	1	
	b) Stwierdzenie, że siła Lorentza ma charakter siły dośrodkowej, czyli zmianie ulega tylko kierunek prędkości, a nie jej wartość.	1	2
	Podanie odpowiedzi, że wobec powyższego energia kinetyczna jonów poruszających się w cylindrze nie ulega zmianie.	1	
	c) Wyprowadzenie wzoru na promień toru cząstki naładowanej w polu magnetycznym: $qvB = \frac{mv^2}{r}, \quad \text{skąd} \quad r = \frac{mv}{qB}.$	2	5
	Wykorzystanie rysunku z treści zadania do napisania równości: $\Delta d = 2(r_2 - r_1).$	1	
	Podstawienie wzorów i obliczenie masy jonu: $m_2 = m_1 + \frac{qB\Delta d}{2v}.$	1	
	Obliczenie wartości liczbowej masy nieznanego izotopu helu: $m_2 \approx 9,97 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; podanie liczby masowej (zidentyfikowanie izotopu) $A = 6.$	1	
	RAZEM za zadanie		11