

Przykładowe zadania egzaminacyjne

0.1 Oszacuj:

- z ilu atomów składa się przeciętny pojedynczy wirus ?
- łączną długość wszystkich nici DNA w ciele człowieka przyjmując, że ciało to składa się z 10 bln komórek, a DNA z komórki człowieka jest zbudowany w przybliżeniu z 7 mld par zasad o długości 0,34 nm; oszacuj również długość rozpakowanych par zasad ułożonych gęsto na prostej.
- Wyobraź sobie, że miliarder ofiaruje ci 1 mld dolarów w banknotach 1. dolarowych pod warunkiem, że przeliczysz je osobiście pod jego nadzorem (w praktyce kontrolę może przeprowadzić odpowiednie urządzenie automatyczne). Czy warto przyjąć taką propozycję? Uzasadnij swoją odpowiedź.

0.2. Aby wyznaczyć wysokość budynku zmierzono pięciokrotnie czas spadku kamienia z jego dachu. Uzyskano wyniki: 2,58 s; 2,43 s; 2,69 s; 2,46 s; 2,52 s. Czas zmierzono stoperem o dokładności 0,01 s . Wyznacz, najpierw średnią wartość pomiarów czasu i niepewność tej wartości średniej, a następnie, korzystając ze wzoru $h = gt^2/2$, wysokość budynku, niepewność i niepewność względną otrzymanej wysokości, przyjmując, że wartość przyspieszenia ziemskiego to $g = 9,80 \text{ m/s}^2$.

0.3. Na podstawie analizy wymiarowej:

- Wykaż poprawność wzoru $s = \frac{1}{2} at^2$, określającego zależność drogi od czasu w prostoliniowym ruchu jednostajnie przyspieszonym;
- Wyprowadź wzór na okres małych drgań wahadła T matematycznego przyjmując, że T , zależy od jego długości - l , masy - m , przyspieszenia grawitacyjnego - g i jest proporcjonalny do iloczynu $l^a m^b g^c$, gdzie m - masa wahadła, g - przyspieszenie ziemskie. Wyznacz wartości wykładników a , b , c oraz podaj jawną postać na T .
- Na podstawie stałych fizycznych c , G i h (patrz tablica wzorów) wyprowadź wzory i wyznacz jednostki naturalne (jednostki Plancka) długości, czasu i masy.

1.1. W przeprowadzonym, przez siebie doświadczeniu Fizeau zastosował koło o 720 zębach (oczywiście wycięć między zębami było tyle samo). Zaciemnienie pola widzenia wystąpiło przy 12 obrotach na sekundę. Stacje pomiarowe były oddalone od siebie o 8633 metry. W czasie jednej siedemnastotysięcznej części sekundy światło przebywało tę drogę dwukrotnie - tam i z powrotem. Jaką prędkość światła wyznaczył Armand Fizeau?

1.2. W cienkiej folii aluminiowej ustawionej równolegle do gładkiej ściany zrobiono dwa nacięcia w odległości 0,1 mm i oświetlono prostopadłą wiązką czerwonego światła laserowego o długości fali 650 nm. Jeżeli ściana jest w odległości 50 cm od układu szczelin to ile wynosi odległość w między najbliższymi prążkami na ekranie (ścianie)?

1.3. Siatka dyfrakcyjna posiada 500 rys na 1 mm długości.

- Oblicz stałą siatki.
- Na siatkę dyfrakcyjną pada prostopadle czerwone światło laserowe o długości fali 650 nm. Pod jakim kątem, na ekranie umieszczonym w pobliżu siatki, widać prążek drugiego rzędu?

- c) Oblicz najwyższy rząd widma, jaki można zaobserwować po skierowaniu wiązki światła laserowego o długości fali 650 nm prostopadle na siatkę dyfrakcyjną.
- d) Siatka dyfrakcyjna jest oświetlona prostopadłą do siatki wiązką promieni światła białego (zakres długości fal od $\lambda_1 = 0,38 \mu\text{m}$ do $\lambda_2 = 0,78 \mu\text{m}$). Siatka jest w odległości 1 m od ekranu. Znajdź szerokość widma I rzędu na ekranie.

1.4. Na powierzchnię NaCl pada wiązka promieniowania rentgenowskiego o długości fali 0,27 nm. Odległość między płaszczyznami atomowymi NaCl wynosi 0,541 nm. Znajdź najmniejszy kąt, pod którym możemy zaobserwować wzmocnienie wiązki po odbiciu.

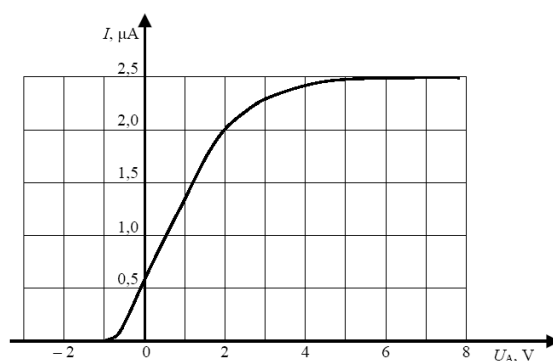
1.5. Okulary służące do oglądania filmów trójwymiarowych (a właściwie stereoskopowych) w kinach mogą być m.in. następujących rodzajów:

- a) polaryzacyjne, w których jeden okular polaryzuje światło liniowo w pewnej płaszczyźnie, a drugi w płaszczyźnie prostopadłej;
 - b) w których każdy okular przepuszcza światło o trzech długościach fali, z których oko (i mózg) może złożyć dowolny kolor, ale dla każdego z okularów są to inne długości.
- Masz do dyspozycji dwie pary okularów jednego z wymienionych typów oraz źródło niespolaryzowanego, białego światła. W jaki sposób możesz rozstrzygnąć, z którym typem okularów masz do czynienia?

1.6. Katoda fotokomórki oświetlana jest wiązką światła laserowego o długości fali 330 nm. Na wykresie przedstawiono charakterystykę prądowo-napięciową tej fotokomórki.

Korzystając z wykresu oblicz:

- a) maksymalną prędkość elektronów, które są emitowane z katody,
- b) pracę wyjścia elektronów z katody fotokomórki,
- c) graniczną długość fali,
- d) ilość fotonów padających na fotokomórkę w jednostce czasu przy założeniu, że jeden foton wybija jeden elektron.



1.7. Lampa rentgenowska, z przyłożonym napięciem 100 kV, przyspiesza elektrony w stronę tarczy wolframowej (anody).

- a) Jaka jest najkrótsza długość fali promieniowania rentgenowskiego wysyłana przez tę tarczę i energia emitowanych fotonów?
- b) Oblicz energię kinetyczną elektronów tuż przed uderzeniem w anodę oraz ich prędkość. Prędkość oblicz najpierw korzystając z klasycznego wzoru na energię kinetyczną a następnie ze wzoru relatywistycznego. Porównaj otrzymane wyniki i wyciągnij odpowiedni wniosek.

2.1. Mion (nietrwała cząstka podobna do elektronu, ok. 200 razy od niego cięższa) utworzony w górnych warstwach atmosfery przebywa do chwili rozpadu odległość 4,7 km z prędkością o wartości $v = 0,99c$. Mion utworzony w laboratorium, gdzie jego prędkość $\ll c$ „żyje” średnio $2,2 \cdot 10^{-6}$ s.

- a) Jak długi jest czas życia mionu, mierzony w jego własnym układzie odniesienia, a jaki czas życia mierzony przez nas?
- b) Jaka jest grubość atmosfery przebyta przez mion, zmierzona w jego własnym układzie odniesienia?

2.2. Załóżmy, że załogowy statek kosmiczny leci z Ziemi do galaktyki Andromedy, która znajduje się w odległości 2. mln lat świetlnych (w domyśle w układzie odniesienia związanym z Ziemią).

- a) Z jaką prędkością (w domyśle względem Ziemi) powinien się poruszać statek kosmiczny aby jego załoga w ciągu 40. lat dotarła na miejsce (zaniedbajmy czasy hamowania i rozpędzania statku).
- b) Ile czasu upłynie na Ziemi, gdy dla pasażerów statku kosmicznego podróżującego do galaktyki Andromedy upłynie 40 lat?

2.3. Dwa pojazdy kosmiczne oddalają się do siebie z prędkościami względem Ziemi równymi

$$v_1 = v_2 = 0.9c.$$

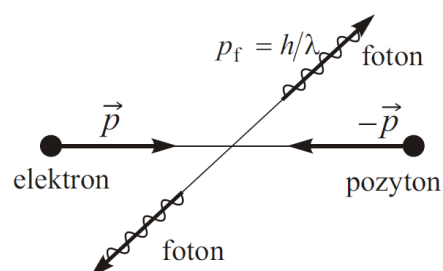
Ile wynosi prędkość jednego pojazdu kosmicznego względem drugiego?

2.4. Czy można znaleźć taki inercjalny układ odniesienia, w którym dwa zdarzenia, Chrzest Polski i bitwa pod Grunwaldem zaszyłyby:

- a) w tym samym miejscu?
- b) w tym samym czasie?

Wskazówka. Posłuż się pojęciem interwału czasoprzestrzennego.

3.1. Elektron i pozyton zbliżają się do siebie z prędkościami o jednakowych wartościach lecz przeciwnych zwrotach. Po zderzeniu następuje ich anihilacja, z dwóch cząstek powstają w wyniku zderzenia dwa fotony γ .



- a) Po zderzeniu i anihilacji elektronu i pozytonu powstają dwa fotony poruszające się wzdłuż tej samej prostej i mające przeciwne zwroty prędkości. Wyjaśnij dlaczego.
- b) Zakładając, że energia kinetyczna zderzających się cząstek jest dużo mniejsza od ich energii spoczynkowej (przyjmij $p = 0$), oblicz długości fal powstających fotonów.

3.2 Jeśli masa zapadającej się części gwiazdy jest dostatecznie duża to powstaje „czarna dziura”.

Założmy, że masywna gwiazda w wyniku ewolucji utworzyła obiekt o masie $20 \cdot 10^{30}$ kg i promieniu równym 10 km. Oszacuj wartość prędkości ucieczki (drugiej prędkości kosmicznej) dla tego obiektu. Oceń, czy ten obiekt może być „czarną dziurą”.

3.3. Oblicz zmianę czasu mierzonego przez zegary na powierzchni Ziemi w stosunku do tych znajdujących się na pokładzie satelity GPS poruszającego się nad nią na wysokości $h = 20000$ km.

a) Najpierw oblicz względne opóźnienie czasu dla satelity GPS znajdującego się na wysokości 20 000 km, a następnie oblicz to opóźnienie w ciągu 24 h przy założeniu, że satelita nie porusza się względem powierzchni Ziemi. Jakiej drodze przebytej przez falę EM odpowiada to opóźnienie?

b) Fakt, że satelita GPS porusza się względem powierzchni Ziemi powoduje, że zegary na powierzchni Ziemi w stosunku do tych znajdujących się na w satelicie GPS przyspieszają. Na ile ten efekt modyfikuje poprzednie obliczenia?

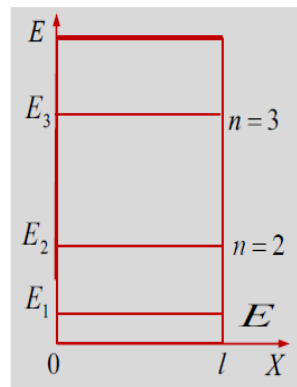
4.1. Między anodą i katodą lampy rentgenowskiej przyłożono napięcie równe $U_1 = 100 \text{ kV}$.

- Ile wynosi energia kinetyczna i prędkość elektronów tuż przed uderzeniem w anodę.
- Oblicz ile wynosi graniczna (minimalna) długość fali λ_{gr} , odpowiadająca krótkofalowej granicy ciągłego widma rentgenowskiego.

4.2. Korzystając z odpowiednich wzorów z Termodynamiki wykaż, że prędkość elektronu swobodnego w temperaturze 300K wynosi około 10^5 m/s . Znajdź długość fali de Broglie'a takiego elektronu.

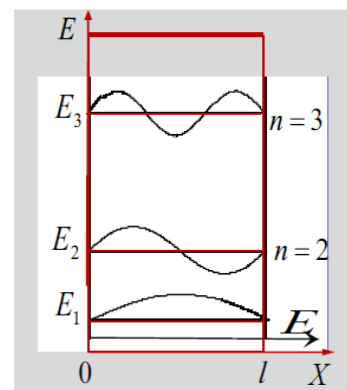
4.3. Na rysunku obok przedstawiono poziomy energetyczne n , oraz odpowiadające im energie E_n , cząstki znajdującej się w jednowymiarowej nieskończenie głębokiej studni potencjału o szerokości l . Energia potrzebna do przeniesienia cząstki z poziomu 1 na 2 wynosi 3eV. Aby cząstkę przenieść z poziomu 2 na 3 potrzebna jest energia

- A. 5eV. B. 4eV. C. 6eV. D. 5eV.



4.4. Na rysunku obok przedstawiono poziomy energetyczne n , energie E_n , oraz odpowiadające im funkcje falowe y_n cząstki znajdującej się w jednowymiarowej nieskończenie głębokiej studni potencjału o szerokości l . Prawdą jest, że

- prawdopodobieństwo znalezienia cząstki na poziomie podstawowym największe jest w środku studni.
- prawdopodobieństwo znalezienia cząstki, na wszystkich poziomach, jest jednakowe w obrębie całej studni.
- dla poziomu $n=3$ prawdopodobieństwo znalezienia cząstki w środku studni jest równe zero.



4.5. Załóżmy, że w pewnym miejscu w próżni pojawiła się znikąd cząstka o masie równej 10^{-28} kg i zniknęła po czasie $\Delta t = 10^{-23} \text{ s}$. Jej. Czy jest to możliwe?

5.1. W tabeli obok podano cztery hipotetyczne zestawy liczb kwantowych opisujących stan elektronu w atomie, przy czym możliwe są jedynie zestawy:

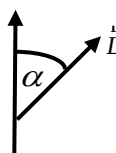
- A. b) i d). B. b) c) i d).
C. a) b) i d). D. b) i c).

	n	l	m_l
a	1	1	0
b	2	1	-1
c	2	0	-1
d	3	2	-2

5.2. Napisz wyrażenie na maksymalną liczbę elektronów mogących się znaleźć w stanach z główną liczbą kwantową n , czyli na powłoce n .

5.3. Ile podpowłok jest w powłoce $n = 3$? Opisz wszystkie podpowłoki i oblicz maksymalną liczbę elektronów, które wypełniają każdą z nich. Pokaż, że maksymalna liczba elektronów, które wypełniają atom na powłoce wynosi $2n^2$.

5.4. Elektron w stanie opisanym liczbami kwantowymi $l=1$ i $m_l=1$ znajduje się w polu $\vec{B}$ magnetycznym o indukcji $\vec{B}$. Na rysunku obok przedstawiono schematycznie ustawienie jego orbitalnego momentu pędu $\vec{L}$ względem $\vec{B}$. Ile wynosi zaznaczony kąt α pomiędzy wektorem $\vec{B}$ a wektorem $\vec{L}$?



5.5. Na rysunku obok przedstawiono cztery hipotetyczne konfiguracje elektronowe elektronów na podpowłoce d atomu żelaza. Nie wszystkie są możliwe, gdyż są sprzeczne albo z zakazem Pauliego albo z regułą Hunda. Poprawne są konfiguracje:

a)	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	
b)	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
c)	$\uparrow\uparrow$	$\downarrow\downarrow$	$\uparrow$	$\downarrow$	
d)	$\uparrow\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$

A. tylko b). B. a) i b). C. tylko c). D. tylko d).

5.6. Maksymalna liczba elektronów na podpowłoce o liczbach kwantowych $n=4$, $l=2$ wynosi

A. 10. B. 8. C. 16. D. 6.

5.7. Chlorek potasu KCl jest cząsteczką utworzoną przez wiązanie jonowe. Odległość równowagi wynosi $r_0 = 0,279 \text{ nm}$ □

a) Wyznacz elektrostatyczną energię potencjalną E_C jonów.

b) Powinowactwo elektronowe Cl wynosi 3,89 eV, a energia jonizacji K - 4,34 eV. Korzystając z poprzedniego rozwiązania, wyznacz energię wiązania jonowego.

5.8. Elektron z pasma walencyjnego w pewnym kryształcie absorbuje foton o długości fali równej $\lambda = 90 \text{ nm}$ □ Energia tego fotonu zaledwie wystarcza, aby elektron przeskoczył z pasma walencyjnego do przewodnictwa. Jaka jest wartość przerwy energetycznej? Wartość tę wyraż w eV.

6.1. Wykaż, że średnia gęstość materii jądrowej jest niezależna od liczby masowej. Ile ona wynosi? Wykorzystaj założenia podane poniżej.

1. Jądro atomowe można traktować jako kulę (objętość kuli $V = \frac{4}{3}\pi R^3$).

2. Empiryczny wzór określający promień jądra atomowego ma postać $R = r\sqrt[3]{A}$,

gdzie $r = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$, zaś A jest liczbą masową.

3. Masę jądra atomu M można szacować jako iloczyn liczby masowej i masy neutronu

$$m_n = 1,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

6.2. Znajdź energię wiązania i defekt masy dla jądra helu ${}^4_2\text{He}$ wiedząc, że jego masa wynosi $6,6447 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, a masa jego składników $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_n = 1,6801 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Znajdź energię wiązania na jeden nukleon (wyraż ją w MeV) a także znajdź jaki procent masy został zmieniony na energię przy powstawaniu jądra.

6.3. Neutrony termiczne, które najbardziej efektywnie prowadzą do reakcji rozszczepienia jąder ${}^{235}_{92}\text{U}$, mają energię kinetyczną równą 0.04 eV. Neutrony powstałe w wyniku rozczepienia tych jąder mają energię kinetyczną równą 1 MeV.

a) Jaką część energii tracą neutrony podczas zderzeń z deuteronami - jądrami ${}^2_1\text{D}$, zawartymi w ciężkiej wodzie, a jaką podczas zderzeń z jądrami węgla ${}^{12}_6\text{C}$ w graficie?

- b) Ile zderzeń musi zajść między neutronem a jądrami moderatora, aby energia neutronu spadła z 1 MeV do energii termicznej, jeżeli podczas jednego zderzenia neutron traci połowę swej energii kinetycznej.

6.4. Reaktor jądrowy produkuje $P = 1000$ MW energii elektrycznej. Sprawność konwersji ciepła na energię elektryczną wynosi $\eta = 40\%$. Oszacuj ile uranu ^{235}U spala ten reaktor w czasie jednego roku. Energia uzyskana z rozszczepienia jednego jądra uranu wynosi $q = 200$ MeV. Dana jest stała Avogadro $N_A = 6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, oraz masa molowa uranu $\mu = 235$ g/mol.

6.5. W cyklu $p-p$ aby dwa protony mogły ulec syntezie, cząstki muszą znaleźć się w odległości około 10^{-15} m od siebie. Zbliżenie jąder na taką odległość jest utrudnione, gdyż pomiędzy nimi występują siły elektrostatycznego odpychania. Czynnikiem sprzyjającym zachodzeniu reakcji między protonami jest wysoka temperatura panująca w jądrze Słońca. Zgodnie z kinetyczno- molekularną teorią gazów, zakładamy, że średnia energia kinetyczna każdego protonu, biorącego udział w reakcji syntezy, może być zapisana wzorem: $E_k = C \cdot T$, gdzie $C = 2,0 \cdot 10^{-23}$ J, T - temperatura w K. Oszacuj wielkość temperatury, w której dwa protony mogą zbliżyć się do siebie, pokonując elektrostatyczną barierę potencjału.

6.6. Uzasadnij stwierdzenie, że zgodnie z zasadą nieoznaczoności, elektrony i pozytrony nie mogą istnieć w jądrze atomowym. Przyjmij, że rozmiar jądra jest rzędu $\Delta x = 10^{-14}$ m. Wskazówka! Posłuż się Zasadą Nieoznaczoności Heisenberga oraz potraktuj elektrony (pozytrony) wewnątrz jądra atomowego jako cząstki swobodne – podobnie jak elektrony w metalu.

6.7. Oblicz, ile lat musi minąć od śmierci organizmu, aby w próbce pozostało osiem razy mniej jąder promieniotwórczego izotopu ^{14}C niż było na początku.

Wyjaśnij, dlaczego datowanie obiektów metodą izotopową węgla ^{14}C jest ograniczone do obiektów powstałych nie dawniej niż 200 tys. lat temu.

6.8. Izotop toru ^{238}U rozpada się w szeregu pojedynczych przemian jądrowych do trwałego izotopu ołowiu ^{206}Pb . Ile elektronów i ile cząstek alfa jest emitowanych w tym ciągu rozpadów.

7.1 Oblicz ile wynosi stosunek wartości siły oddziaływania elektrostatycznego do grawitacyjnego pomiędzy elektronem i protonem w atomie wodoru. Dane są: masa elektronu $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg masa protonu $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, ładunek elementarny $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$ i stała elektrostatyczna $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$ grawitacji.

7.2. Wiemy, że oddziaływanie silne między nukleonami ma skończony zasięg około 10^{-15} m. Jaka powinna być energia spoczynkowa hipotetycznych wirtualnych cząstek, które są nośnikami tych oddziaływań? Przyjmij, że cząstki takie poruszają się z prędkością bliską prędkości światła.

8.1. Przesunięcie ku czerwieni dla widma pewnej galaktyki wynosi $z = 0,11$.

- Oblicz, z jaką szybkością galaktyka ta oddala się od nas.
- Znajdź długość niebieskiej linii wodorowej $\lambda = 434,1$ nm obserwowanej w widmie tej galaktyki.

8.2. Przyjmując, że średnia temperatura powierzchni Słońca wynosi 5500 K, znajdź długość fal $\lambda_{\max}$, dla których Słońce promieniuje najsilniej.

8.3. Skąd wynika oszacowanie temperatury Wszechświata, gdy stał się on przezroczysty dla promieniowania EM na około 10^5 K?

Przykładowe tematy egzaminacyjne

Wiadomości wstępne

Jak rozumiesz stwierdzenie „Ta teoria jest naukowa/nienaukowa”; jakie są powszechnie uznane kryteria naukowości? Podaj odpowiednie przykłady teorii naukowych/nienaukowych.

Wielkości podstawowe i pochodne w fizyce; jednostki wielkości fizycznych; jednostki naturalne (jednostki Plancka).

Wielkości skalarne i wektorowe; działania na wektorach: dodawanie i odejmowanie, mnożenie przez liczbę, iloczyn skalarny i wektorowy.

Fale elektromagnetyczne (EM)

Opisz jak powstają fale EM o różnych długościach (przykłady np.: fale radiowe, świetlne, γ itp.); podaj charakterystyczne własności różnych zakresów fal EM.

Na czym polega zjawisko interferencji i dyfrakcji fali?

Omów doświadczenie Younga i zasadę działania siatki dyfrakcyjnej.

Omów dyfrakcję promieni rentgenowskich w kryształach.

Omów zjawisko polaryzacji fali EM.

Szczególna teoria względności (STW).

Omów postulaty Einsteina szczególnej teorii względności.

Omów konsekwencje szczególnej teorii względności; wyprowadź – jeśli potrafisz, wzory na dylatację czasu i relatywistyczne skrócenie długości.

Objasnij transformacje Lorentza (na tablicy) i ich konsekwencje.

Wyprowadź z transformacji Lorentza wzór na relatywistyczne dodawanie prędkości.

Omów i wyjaśnij paradoks bliźniąt oraz paradoks (pozorny) tyczki i stodoły.

Pęd i energia w STW, kiedy i dlaczego możemy stosować klasyczne wyrażenia na te wielkości?

Zasady zachowania pędu i energii w szczególnej teorii względności.

Co to są cząstki bezmasowe (podaj przykład), wyjaśnij czym różnią się od zwykłych cząstek takich jak proton, elektron czy neutron.

Co to są antycząstki; podaj wyjaśnienie podane przez P. Diraca.

Relatywistyczny opis zderzeń; czym się różnią od opisu klasycznego.

Elementy ogólnej teorii względności (OTW):

Klasyczna teoria grawitacji Newtona:

- a) masa bezwładna i grawitacyjna,
- b) prędkość ucieczki i czarne dziury.

Sformułuj zasadę równoważności Einsteina.

Dowody na słuszność OTW.

Co ma OTW do zasad działania GPS'u ?

Jak wykryto fale grawitacyjne przy pomocy detektora fal grawitacyjnych LIGO?

Efekt fotoelektryczny. Fotony.

Narysuj zależność fotoprądu od napięcia; jak zmienia się ta zależność przy zmianie długości fali EM?

Wyjaśnij mechanizm powstawania fotoprądu w fotokomórce po oświetleniu katody.

Podaj wyjaśnienie Einsteina zjawiska fotoefektu.

Napisz co rozumiesz przez dualizm falowo-cząstkowy promieniowania i omów własności fotonów.

Promieniowanie rentgenowskie; wyjaśnij mechanizm powstawania widma hamowania.

Efekt Comptona: opisz na czym polega i wyjaśnij dlaczego długość fali elektromagnetycznej rozproszonej na swobodnych elektronach ulega zwiększeniu.

Fale materii.

Co to są fale materii, od czego zależy ich długość?

Jakie są dowody na to, że fale materii rzeczywiście istnieją - np. doświadczenie C.J.Davissona i L.G.Germara.

Wyjaśnij mechanizm kwantowania energii cząstek przyjmując hipotezę istnienia fal materii, na przykładzie cząstki w jamie (studni) potencjału.

Interferometr Macha-Zehndera – omów interferencje fal EM i fotonów

Omów doświadczenie Younga dla cząstek – fotonów i fal materii.

Zasady nieoznaczoności Heisenberga.

Przedstaw zasadę nieoznaczoności Heisenberga dla położenia i pędu oraz dla energii i czasu.

Wyjaśnij, na podstawie zasady nieoznaczoności dla energii i czasu:

- a) mechanizm przejścia cząstki przez barierę potencjału,
- b) mechanizm czterech podstawowych oddziaływań,
- c) mechanizm przejścia cząstki przez barierę potencjału oraz opisz zasadę działania mikroskopu tunelowego i mechanizm promieniowania α .

Fizyka atomowa, cząsteczkowa i ciała stałego

Model Bohra atomu wodoru. Co jest odpowiednikiem orbit elektronu we współczesnym opisie (według Mechaniki kwantowej)?

Liczby kwantowe elektronu w atomie; kolejność zapełniania powłok i podpowłok.

Zakaz Pauliego dla fermionów; omów zakaz Pauliego dla elektronów w atomie.

Omów budowę i zasadę działania lasera, scharakteryzuj (jakie ma cechy?) światło laserowe.

Promieniowanie rentgenowskie (X) – ciągłe i charakterystyczne.

Omów typy wiązań między atomami w cząsteczkach.

Co to jest struktura krystaliczna ciała stałego, czym różni się od struktury amorficznej; podaj przykłady struktur metali izolatorów i półprzewodników.

Jak powstaje struktura pasmowa ciał stałych z poziomów energetycznych atomów?. Omów jakościowo struktury pasmowe metali izolatorów i półprzewodników.

Jądro atomowe:

Opisz budowę jądra atomowego i wyjaśnij dlaczego jądro atomowe nie rozpada się pomimo, że składnikami są dodatnio naładowane protony.

Wyjaśnij co to jest energia wiązania jądra atomowego i jaki jest jej związek z defektem masy?

Wyjaśnij mechanizm reakcji jądrowych i termojądrowych.

Dlaczego Słońce świeci; opisz cykl p-p.

Co to jest Prawo Rozpadu Promieniotwórczego; korzystając z tego prawa opisz metodę datowania radioaktywnego.

Fizyka cząstek elementarnych

Scharakteryzuj Model standardowy budowy i oddziaływań cząstek, które oddziaływania model ten obejmuje, a które nie.

Jakie, według obecnej wiedzy, są podstawowe składniki budowy materii? Przedstaw wewnętrzną strukturę barionów, mezonów i leptonów.

Wymień oddziaływania elementarne i podaj ich podstawowe własności; jakie są nośniki tych oddziaływań? Wyjaśnij, na podstawie zasady nieoznaczoności Heisenberga dla energii i czasu mechanizm tych oddziaływań.

Jaka jest rola słabego oddziaływania w syntezie termojądrowej na Słońcu - cyklu p - p ?

Elementy Kosmologii

Teoria Wielkiego Wybuchu „Big Band Theory”. Omów dowody ją potwierdzające.

a) Efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych i wynikające stąd potwierdzenie prawa Hubble’a, 2

b) Promieniowanie cieplne.

- Omów podstawowe cechy promieniowania cieplnego; co to jest ciało doskonale czarne (CDC) i jakie założenie było konieczne aby wyjaśnić widmo promieniowania CDC,

- Omów związek promieniowania CDC z kosmicznym mikrofalowym promieniowaniem tła a stąd potwierdzenie Teorii Wielkiego Wybuchu.