

## Informacje dla Studium Talent

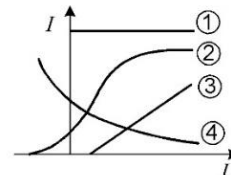
Wyniki egzaminu z mojej grupy powinny się pokazać na stronie Rekrutacji w poniedziałek 11 marca.

Proszę Państwa, poniżej zamieszczam listę zadań testowych – zamkniętych i otwartych oraz tematy egzaminacyjne z egzaminu ze Studium Talent mojej grupy, który odbył się 2. marca.

**Test.** Zaznacz poprawną odpowiedź krzyżykiem x. W przypadku pomyłki błędne zaznaczenie otocz kółkiem x i jeszcze raz zaznacz poprawną odpowiedź krzyżykiem. Za każdą poprawną odpowiedź - 1 pkt.

1. W fotokomórce zależność natężenia prądu fotoelektrycznego  $I$  od napięcia  $U$ , przy stałym natężeniu promieniowania elektromagnetycznego padającego na fotokatodę przedstawia na wykresie krzywa

- A. 1.                      B. 2.                      C. 3.                      D. 4



2. Poniżej przedstawiono informacje dotyczące masy  $M$  jądra berylu  ${}^9_4\text{Be}$ . Wskaż, która z informacji jest prawdziwa. (przez  $m_p$  i  $m_n$  oznaczono odpowiednio masę swobodnego protonu i masę swobodnego neutronu)

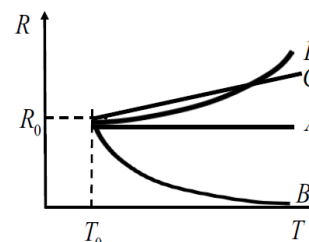
- A.  $M > 4 m_p + 5 m_n$     B.  $M < 4 m_p + 5 m_n$     C.  $M = 4 m_p + 9 m_n$     D.  $M = 4 m_p + 5 m_n$

3. Energia elektromagnetyczna emitowana z powierzchni Słońca powstaje w jego wnętrzu w procesie

- A. syntezy lekkich jąder atomowych.    B. rozszczepienia ciężkich jąder atomowych.  
C. łączenia się atomów wodoru.        D. anihilacji par cząstka – antycząstka.

4. W pogodny dzień trudno zaobserwować osoby siedzące w samochodzie z zamkniętymi oknami, ponieważ przeszkadza w tym światło odbite od powierzchni szyby. Używając specjalnego filtru można jednak zaobserwować wnętrze samochodu. Wykorzystuje się w tym przypadku

- A. interferencji światła.                      B. dyfrakcji światła.  
C. polaryzacji światła.                        D. załamania światła.



5. Opór półprzewodnika w temperaturze pokojowej  $T_0$  jest równy  $R_0$ .

Typową zależność oporu półprzewodnika od temperatury przedstawia wykres:

- A.                      B.                      C.                      D.

**Zadania** – rozwiąż na załączonym arkuszu papieru egzaminacyjnego. Za każde poprawne rozwiązanie-1 pkt.

1. Długość niebieskiej linii wodorowej, w serii Balmera, równej  $\lambda = 434,1$  nm obserwowanej w widmie pewnej galaktyki wynosi 458,0 nm. Czy galaktyka się od nas oddala czy zbliża? Oblicz ile wynosi wartość jej prędkości.

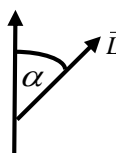
2. Na powierzchnię NaCl pada wiązka promieniowania rentgenowskiego o długości fali 0,27 nm. Odległości między płaszczyznami atomowymi NaCl wynoszą 0,54 nm. Wyznacz najmniejszą wartość kąta  $\theta$ , pod którym możemy zaobserwować wzmocnienie wiązki po odbiciu (może to być funkcja kąta  $\theta$ ).

3. Dwa pojazdy kosmiczne oddalają się od Ziemi w przeciwnie strony z prędkościami o wartości  $v = 0,82 c$  każdy. Ile wynosi wartość prędkości oddalania się jednego pojazdu kosmicznego względem drugiego?

4. Lampa rentgenowska, przyspiesza elektrony w stronę tarczy molibdenowej (anody) napięciem 31 kV. Wyznacz stosunek energii kinetycznych elektronów, tuż przed uderzeniem w anodę do ich energii spoczynkowych.

5. Katoda fotokomórki oświetlana jest wiązką światła laserowego o długości fali 330 nm. Natężenie prądu w obwodzie fotokomórki maleje do zera przy napięciu hamowania 1V. Oblicz pracę wyjścia elektronów z katody.

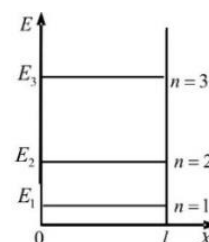
6. Elektron w stanie opisanym liczbami kwantowymi  $l=1$  i  $m_l=1$  znajduje się w polu magnetycznym o indukcji  $\vec{B}$ . Na rysunku obok przedstawiono schematycznie ustawienie jego orbitalnego momentu pędu  $\vec{L}$  względem  $\vec{B}$ . Ile wynosi zaznaczony kąt  $\alpha$  pomiędzy wektorem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



7. Dla Słońca o temperaturze powierzchni 5780K długości fal, dla których Słońce promieniuje najsilniej wynoszą około 0,50  $\mu\text{m}$ . Temperatura powierzchni gwiazdy Syriusz B to około 25000 K. Znajdź długości fal, dla których gwiazda ta promieniuje najsilniej. Jaki to zakres długości fal?

8. Odległości między najbliższymi atomami węgla w kryształach diamentu wynoszą 0,154 nm. Aby przenieść elektron z pasma walencyjnego do pasma przewodnictwa potrzeba fotonu o długości nie większej niż  $\lambda = 225$  nm. Jaka jest wartość przerwy energetycznej (szerokość pasma wzbronionego) w diamencie? Energię tę wyraż w eV.

9. Znalezione szczątki prehistorycznego człowieka. W pobranej od niego próbce pozostało 64 razy mniej jąder izotopu węgla  $^{14}\text{C}$  niż było na początku. Oblicz, ile lat minęło od jego śmierci. Przyjmij czas połowicznego rozpadu dla  $^{14}\text{C}$  jako 5700 lat.



10. Cząstka znajduje się w jednowymiarowej nieskończenie głębokiej studni potencjału o szerokości  $l = 6,5$  nm. Wiedząc, że energia potrzebna do przeniesienia cząstki z poziomu 1 na 2 wynosi 15 meV, znajdź energię potrzebną aby cząstkę przenieść z poziomu 2 na 3.

### Tematy egzaminacyjne

Poniższe 4 tematy opracuj na otrzymanym arkuszu papieru egzaminacyjnego. Proszę pisać czytelnie, krótko i na temat. Za pełne opracowanie pierwszego tematu - **3 pkt**, a za opracowanie pozostałych - **4 pkt**.

1. **Efekt Comptona.** Wyjaśnij na czym polega efekt Comptona i dlaczego długość fali elektromagnetycznej rozproszonej na swobodnych elektronach ulega zwiększeniu. Dlaczego efekt Comptona zdecydowanie łatwiej jest zaobserwować dla promieniowania X i  $\gamma$  niż dla widzialnego?

2. **Szczególna teoria względności.** Przedstaw postulaty szczególnej teorii względności i korzystając z nich, omów szczegółowo przynajmniej dwa efekty będące ich konsekwencją.

3. **Jądro atomowe.** Wyjaśnij dlaczego jądro się nie rozpada pomimo, że składa się min. z dodatnich protonów. Jaki jest związek energii wiązania jądra atomowego z defektem masy? Wyjaśnij mechanizm reakcji jądrowych i termojądrowych.

4. **Fizyka cząstek elementarnych.** Wymień jakie są, według obecnej wiedzy, podstawowe składniki budowy materii i jakie są nośniki oddziaływań między nimi? Opisz szczegółowo mechanizmy tych oddziaływań.

Proszę Państwa, jeżeli chodzi o zadania testowe to wszystko było jasne, jedynie, na wszelki wypadek, napisz jakiego było moje oczekiwane rozwiązanie zadania nr 6.

Podobnie jak to pokazywałem na wykładzie, dla własnego momentu pędu elektronu (spinu), wektor  $\vec{B}$  określa rzut orbitalnego momentu pędu  $\vec{L}$  na wyróżniony kierunek – oś z.

$$L = \sqrt{l(l+1)} \frac{h}{2\pi} = \sqrt{1(1+1)} \frac{h}{2\pi} = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{h}{2\pi} \quad \text{oraz} \quad L_z = m_l \frac{h}{2\pi} = 1 \frac{h}{2\pi}$$

Stąd:

$$\cos \alpha = \frac{L_z}{L} = 1 \frac{h}{2\pi} : \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{h}{2\pi} = 1 / \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 45^\circ$$

**Dla większości osób problem stanowiły otwarte tematy egzaminacyjne, których opracowanie dawało możliwość uzyskania oceny od 3,5 wzwyż. Poniżej napiszę jakie były moje oczekiwania w każdym z tematów. Dlatego zanim niektórzy z Państwa wystąpią z reklamacją proszę o przeczytanie tych uwag.**

### **1. Efekt Comptona.**

Wyjaśnienie na czym polega efekt Comptona wymaga potraktowania fali EM jako strumienia fotonów mających energię i pęd.

Otrzymanie, podanego w tablicy, wzoru  $\lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$ , jak mówiłem na wykładzie, wymaga wyjścia z zasady zachowania energii i pędu dla układu foton i spoczywający początkowo elektron

Oczywiście samego wyprowadzenia wzoru nie wymagałem ale należało zauważyć, że zmiana długości fali, dla danego kąta rozproszenia, nie zależy od długości początkowej fali.

Ponieważ  $\frac{h}{m_e c} \approx 7 \cdot 10^{-11} \text{ m}$  to widać, że względna zmiana długości fali faktycznie jest istotna dla promieniowania X i  $\gamma$  a dla światła widzialnego jest rzędu  $10^{-4} = 0,01\%$ .

Mile widziany był, podany przez niektórych z Państwa, również przeze mnie praktyczny opis doświadczenia.

### **2. Szczególna teoria względności.**

Postulaty szczególnej teorii względności w większości przypadków były podane przez Państwa poprawnie (choć tu też były kwiatki jak  $E = mc^2$ ), natomiast gorzej było z omawianiem ich konsekwencji. Formalnie można wyjść z transformacji Lorentza (TL) ale ponieważ nie podałem ich w tablicy wzorów tego absolutnie nie oczekiwałem.

Niestety większość z Państwa zamiast omówieniem konsekwencji postulatów – zwłaszcza drugiego zadowolili się ich wymienieniem i ewentualnie podaniem wzoru z tablicy, a to stanowczo za mało.

- Brak jednoczesności w różnych układach można było omówić słownie postępując się odpowiednim rysunkiem.
- Wzór na dylatację czasu należało nie tylko podać ale również wyprowadzić (np. tak jak na wykładzie, na przykładzie astronauty w rakiecie). Tutaj uwaga; paradoks bliźniąt to nie kolejny efekt STW ale zastosowanie wzoru na dylatację czasu dla dwóch układów Ziemia i rakietę i dojście do sprzeczności dającej się wyjaśnić dopiero na gruncie OTW.
- Wzór na skrócenie długości można było otrzymać ze wzoru na dylatację czasu (oczywiście gdyby ktoś chciał to również z TL). Przy interpretacji wzoru na skrócenie długości ważne było podanie co to znaczy długość ciała w ruchu (początek i koniec ciała mierzony w tej samej chwili czasu) a tego w większości interpretacji zabrakło. Przy okazji efektu skrócenia długości ciała omawiałem tzw. paradoks (tutaj to jest paradoks pozorny) tyczki i stodoły, którzy niektórzy z Państwa przywołali.
- Z postulatów STW rzeczywiście wynika, że kombinacja skrócenia długości i dylatacji czasu daje wzór na interwał czasoprzestrzenny – odpowiednik odległości w 4. wymiarowej czasoprzestrzeni.
- Niektórzy podawali jako konsekwencję postulatów STW relatywistyczny wzór na dodawanie prędkości ale to uznawałem częściowo, gdyż on wynika przez TL (przynajmniej tak pokazałem na wykładzie).
- Wreszcie niektórzy podawali wzór na relatywistyczny pęd (czy masę relatywistyczną) ale to jest daleka konsekwencja wymagająca zastosowania TL i analizy zderzeń cząstek na co było za mało czasu na egzaminie.

### **3. Jądro atomowe.**

- Na pierwszą część pytania większość z Państwa odpowiedziała – przynajmniej hasłowo. Pamiętajmy, że siła elektromagnetyczna w jądrze działa między protonami w jądrze a silna siła jądrowa między wszystkimi nukleonami. W tym punkcie nie oczekiwałem opisu natury tej siły (oddziaływanie między kwarkami sąsiednich nukleonów –niektóre osoby o tym pisały) ale jej ogólnej charakterystyki (zasięg działania, porównanie siły oddziaływania w jądrze z siłą EM).
- Związek energii wiązania jądra atomowego z defektem masy – to oczywiste.

- Większość z Państwa zamiast wyjaśnić mechanizm reakcji jądrowych i termojądrowych dawało przykłady ich realizacji (elektrownia jądrowa/ bomba atomowa/ rozpady radioaktywne oraz cykl p-p/ bomba termojądrowa). Za to dawałem dodatkowy punkt ale w pytaniu chodziło o wyjaśnienie dlaczego zarówno fuzja lekkich jąder jak i rozpad ciężkich są reakcjami egzotermicznymi oraz dlaczego te pierwsze są o wiele bardziej energetyczne. W tym celu należało przywołać (przynajmniej schematycznie) i zanalizować zależność  $E_w/A$  w funkcji  $A$ .

#### **4. Fizyka cząstek elementarnych.**

- „Składniki budowy materii i nośniki oddziaływań między nimi”. Większość z Państwa coś na ten temat pisała, ale z kolei u większości z tych co pisali było to bardzo chaotyczne: wymienianie cząstek złożonych (hadrony) jako podstawowych mieszanie kwarków z leptonami, fermionów z bozonami itd.

- „Opisz szczegółowo mechanizmy tych oddziaływań”. Część osób rzeczywiście opisała cztery podstawowe oddziaływania a nawet zilustrowała je przy pomocy diagramów Feynmana i uzasadniła dlaczego niektóre z nich mają zasięg skończony a niektóre nieskończony; pojedyncze osoby pisały nawet o próbach ujednoczenia tych oddziaływań oraz o hipotetycznych cząstkach wynikających z tych prób (np. w „teorii/hipotezie supersymetrii”). Większość z osób po prostu wymieniła cztery oddziaływania (część osób oddziaływanie elektrostatyczne i grawitacyjne opisała w sposób klasyczny; były też takie, które do oddziaływań podstawowych zaliczyły sprężystość (sic!)).

**Gala Talentu, odbędzie się 14 marca (czwartek) o godz. 16.00 w Auli PWr.**