

Wprowadzenie do cząstek elementarnych

Paweł Przybyła

30 kwietnia 2023

Streszczenie

Warsztaty w ramach XIX Wakacyjnych Warsztatów Wielodyscyplinarnych.

Zadania kwalifikacyjne

Wstęp

Jeżeli ktoś się będzie czuł przytłoczony, ilością przerabianego materiału, to nie poddawać się a pytać, pytać i jeszcze raz pytać! W przerwach, w mailach i po zajęciach. Samodzielne przemyślenie przedstawianych idei to integralna część nauki, a to od was zależy, jak dobrze wykorzystacie nasz ograniczony czas trwania zajęć.

Co czytać, kogo słuchać

W internecie jest pełno bardzo dobrych materiałów do nauki. Podobnie istnieje bardzo wiele książek, opisujących omawiane tematy bądź matematykę z zadań kwalifikacyjnych. W razie pytań, wątpliwości, chęci zasięgnięcia porady oraz wszelkiej maści pomocy, uniżenie służę pod mailem: pawprzybyla9@gmail.com . Poniżej skonstruowałem listę materiałów do nauki poszczególnych tematów. Kolejność pozycji na liście zależy od tego, jak dobrze sam je wspominam i jak wiele z nich wyciągnąłem, lecz jest to moja obiektywna ocena. Proszę **BRONŃ BOŻE** nie myśleć, że trzeba wszystkie przeczytać, albo nawet w ogóle do czegośkolwiek zaglądać, po prostu chcę chętnym zostawić materiały, aby ci, którzy chcieliby się uczyć mieli ku temu sposobność. Oto lista :

Ogólnie matematyka

1. "Essence of calculus", "Essence of linear algebra", Grant Sanderson (3Blue1Brown).
2. Cały kanał de facto poświęcony rachunkowi różniczkowemu z masą przerobionych przykładów, : <https://www.youtube.com/c/blackpenredpen>.
3. Mathematical Methods For Physics And Engineering, K. F Riley.

Analiza

1. Zbiór dobrze i dokładnie przerobionych przykładów oraz zadań z odpowiedziami: „Rozwiązujemy zadania z analizy matematycznej”. Część 1, Tomasz Radożycki.
2. Do „poćwiczenia ręki”: „Analiza matematyczna w zadaniach”, W. Krysiński i L. Włodarski.

Algebra

1. Do zrozumienia i przećwiczenia macierzy: [Elementarz liniowy](#), Grzegorz Cieciera
2. „ Algebra. Podstawy”, R.R. Suszek
Uwaga! Czytasz na własne ryzyko, a poza tym kompletnie nie związane z treścią Warsztatów (dla kompletnych zapaleńców, może za kilka lat się przyda).

Mechanika kwantowa

1. "Introduction to Quantum mechanics", D. J. Griffiths
2. "Drgania. Kwanty. Fale. Pola.", Smartgasm (YT)
3. "Mechanika kwantowa", Shankar
4. pewnie "Feynamana wykłady z fizyki cz. 3" też spoko

Cząstki

1. "Introduction to Elementary Particles", D. J. Griffiths, książka, na której będę się głównie opierał.
2. oczywiście Wikipedia
3. [Alex Flournoy](#)
4. Mark Thomson - "Modern Particle Physics"

Wymagania

Na pytanie ile matematyki powinien znać fizyk, istnieje tylko jedna słuszna odpowiedź: Więcej! Przerobienie wszystkich zadań definiuje poziom wejściowy. W przypadku nie zrobienia jakiś zadań w terminie, proponuję i tak zrobienie ich samemu oraz odesłanie rozwiązań. Oczywiście, można przyjść na Warsztaty uprzednio nie przerobiwszy wszystkich z nich, lub nawet nie zadając sobie trudu konfrontacji z nimi, jednakowoż uważam, iż dojrzałym podejściem będzie rzetelne przygotowanie.

Zadania

Uwaga 1.! Można czerpać z dowolnej literatury, internetu oraz różnego rodzaju wskazówek. Możecie też współpracować nad rozwiązaniami zadań. Proszę natomiast zaznaczyć źródła oraz wkład innych osób, jest to dobry naukowy nawyk.

Uwaga 2.! Próg kwalifikacji nie jest sztywny, zasadniczo im więcej zadań zrobionych tym lepiej, a lepiej przesłać cokolwiek, niż nic i wykazać się zaangażowaniem. Obszerne rozwiązania zadań opisowych są preferowane i wyżej punktowane (lecz proszę unikać wodolejstwa!).

Uwaga 3.! Jeżeli ktoś nie zrobi zadań, lecz przekona mnie w indywidualnym kontakcie, że jest przygotowany i potrafi wymagane zagadnienia z tej oto listy, będzie zakwalifikowany.

Uwaga 4.! Niektóre pytania są zapisane nieprecyzyjnie, aby pobudzić kreatywność Czytelnika, a nie po to aby zniechęcić go do dłuższej i ogólniejszej odpowiedzi.

Zadanie 0. (Prezentacja, 20 pkt.)

Przedstaw się, napisz coś o sobie. Jak się nazywasz? Do jakiej klasy, szkoły chodzisz? Co cię interesuje z rzeczy „naukowych”, a co z pozanaukowych? Dlaczego zdecydowałeś się na udział w tych Warsztatach? Jakie jest twoje zaplecze matematyczno-fizyczne? Czego oczekujesz od tych Warsztatów?

Zadanie 1. (Pochodne, 5 pkt.)

Oblicz funkcje pochodne funkcji o wartościach zadanych wzorami:

1. $f(x) = \frac{x^2+3}{x-1} \cos x$
2. $g(x) = \operatorname{tg}(\cos x)$
3. $h(x) = x \log(\sin(x + e^x))$

Zadanie 2. (Całki, 10 pkt.)

1. Czymże jest całka? Wyjaśnij pokrótce to pojęcie, podaj związek definicji ścisłej z jej interpretacją geometryczną i pojęciem antypochodnej (funkcji pierwotnej) a najlepiej to podaj jeszcze, dlaczego pojęcie całki jest wielce użyteczne w zastosowaniach wszelakich.
2. Dlaczego powinno zachodzić Podstawowe Twierdzenie Rachunku Różniczkowego i Całkowego? Podaj heurystyczne wyjaśnienie. Opisz związek pomiędzy funkcją pochodną, a całką danej funkcji. Spróbuj wytłumaczyć twierdzenie w jak najmniejszej ilości słów.
3. Obliczyć: $\int (7x^2 + x^3)e^x dx$
4. Obliczyć: $\int \frac{x^3+x}{x^2-1} dx$
5. Obliczyć: $\int \arctg x dx$

Zadanie 3. (Macierze, 5 pkt.)

Obliczyć iloczyny macierzowe:

- $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$
- $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$

Zadanie 4. (Wstęp do mechaniki kwantowej, 10 pkt.)

Wybrać i wykonać jedno z poniższych:

- Dla niewiedzących o mechanice kwantowej nic; Co to jest kwantowa superpozycja stanów? Co oznacza słowo "skwantowanie"? Czym jest zasada nieoznaczoności Heisenberga? Dlaczego elektron nie spada na jądro w atomie? Czym jest eksperyment z podwójną szczeliną? Liczę bardziej na samodzielność odpowiedzi, niż na przepisywanie książek i Wikipedii...
- Dla chcących się czegoś nowego dowiedzieć: Coś poczytać, obejrzeć o mechanice kwantowej z kilku źródeł (mogą być te wymienione powyżej) oraz wypisać po kilka wad i zalet każdego z nich oraz sposobu przedstawiania treści w nich (ocenić walory dydaktyczne). Pozwoli to na sprawdzenie, jakie metody dydaktyczne odpowiadają Drogiemu Czytelnikowi.
- Dla raczej znających coś z mechaniki kwantowej: Czym są fermiony i bozony? Podać widmo energii w studni nieskończonego potencjału, opisać swoją ulubioną interpretację mechaniki kwantowej.

Zadanie 5. (Model Standardowy, 10 pkt.)

Opisać wszystkie rodzaje cząstek występujących w Modelu Standardowym.

Zadanie 6. (Intuicja fizyczna, 20 pkt.)

Bardzo ważne zadanie: przeczytać czym są jednostki naturalne i dla czego są użyteczne. Następnie rozważyć układ jednostek, w którym $c = 1$, $\hbar = 1$ i pokazać, że wielkości o wymiarze długości, czasu masy, energii i pędu mogą być w nim wyrażone przez eV (elektronowolty). Następnie oszacować podane wielkości w elektronowoltach:

1. długość fali światła widzialnego
2. masa elektronu, protonu oraz Ziemi
3. rozmiar molekuly glukozy
4. stałą sieci krystalicznej NaCl

5. czas życia stanu wzbudzonego w atomie wodoru (przy spontanicznej emisji)
6. energia wiązania kwarku w protonie
7. długość życia neutronu, positronium, atomu uranu, bozonu W^+
8. długość fali fotonów powstałych przy reakcjach jądrowych (rzędu wielkości) jądra atomowego

Oszacować także "wielkości bezwymiarowe":

1. prędkość rowerzysty
2. pierwsza prędkość kosmiczna
3. prędkość elektronu w atomie Bohra
4. spin protonu

Kontakt i przesyłanie zadań

Zadania proszę przysyłać do mnie przez stronę. W razie pytań, wątpliwości bądź chęci dowiedzenia się czegoś więcej o Warsztatach i nie tylko, pisać na maila: pawprzybyla9@gmail.com .