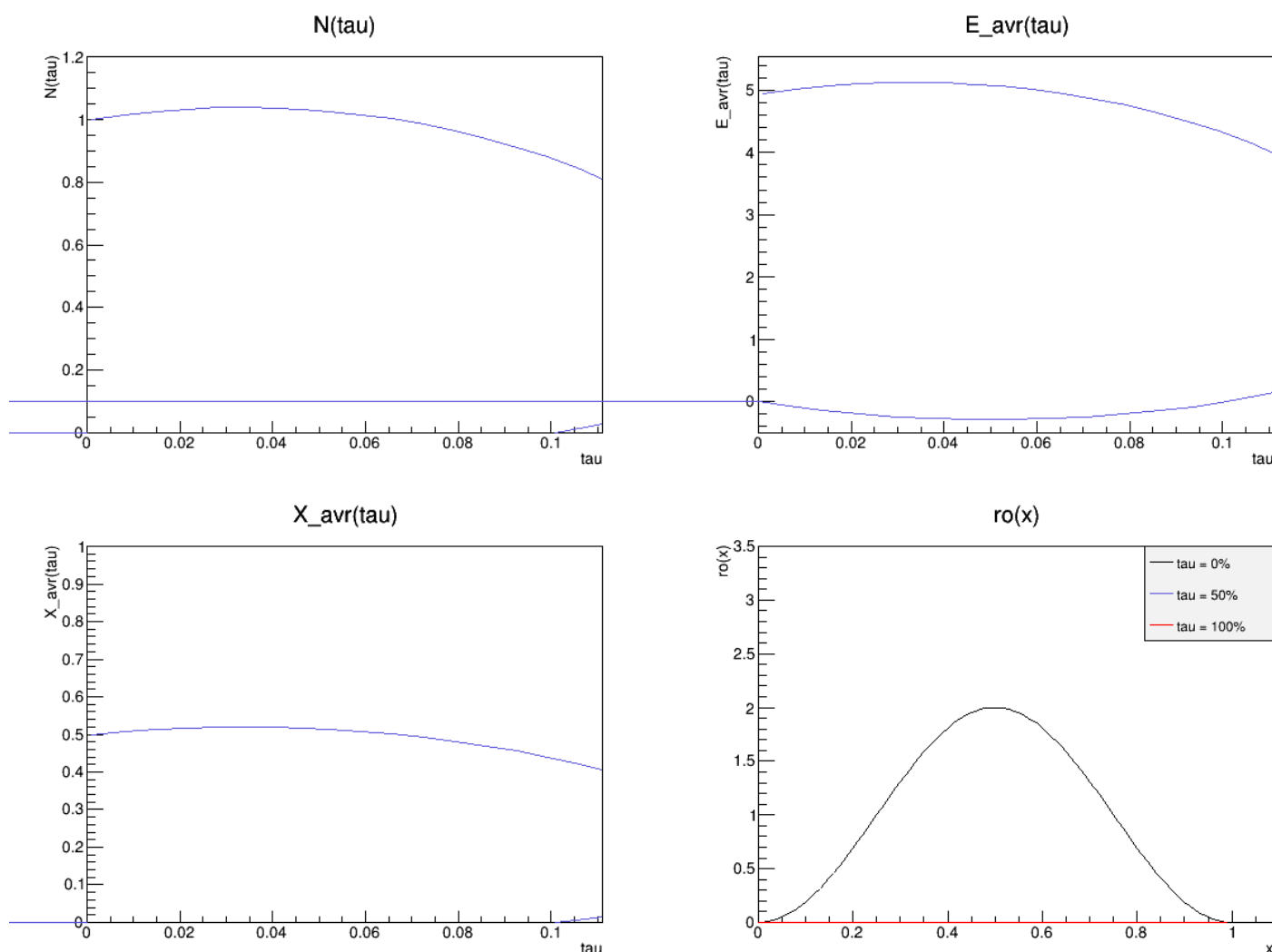


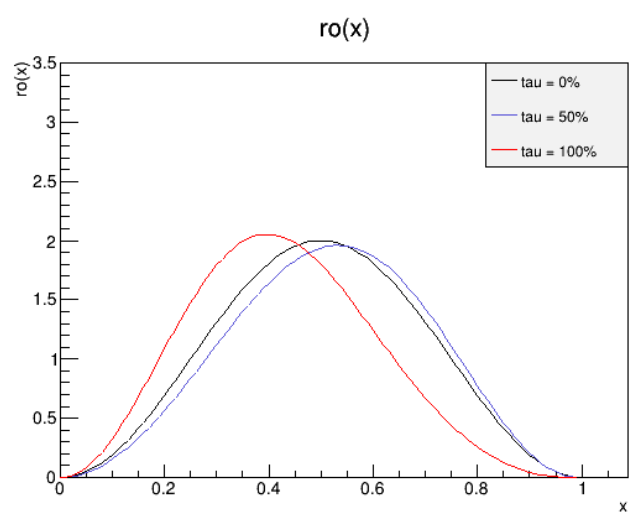
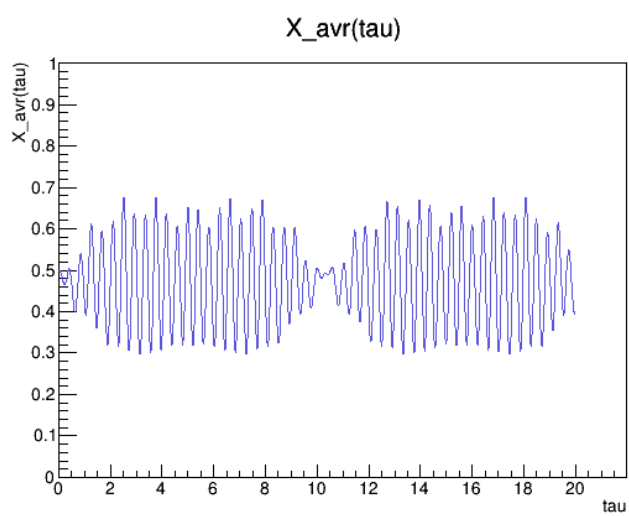
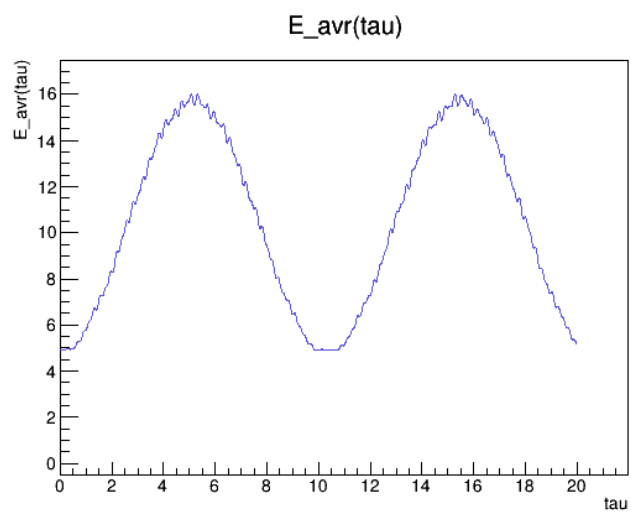
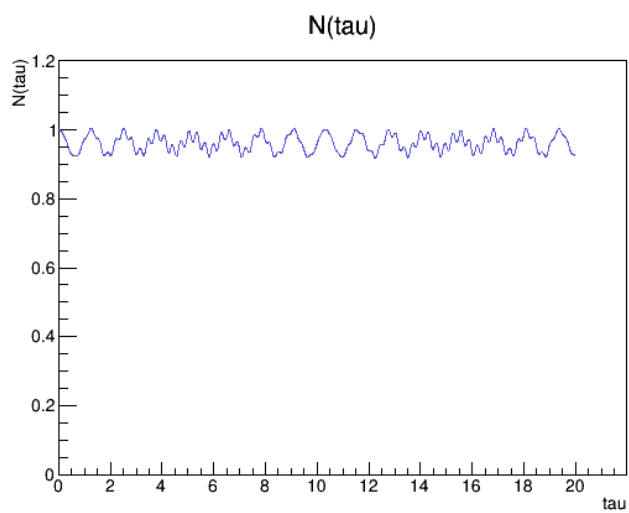
Dynamika kwantowa naładowanej czastki w pudle w zmiennym polu elektrycznym

Program napisano w języku C++ wszelkie metody i parametry symulacji umieszczając w jednej klasie. Wykresy wygenerowano za pomocą ROOTa.

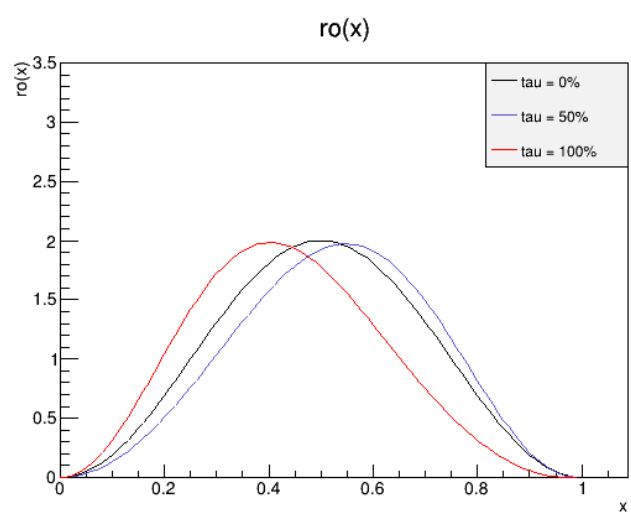
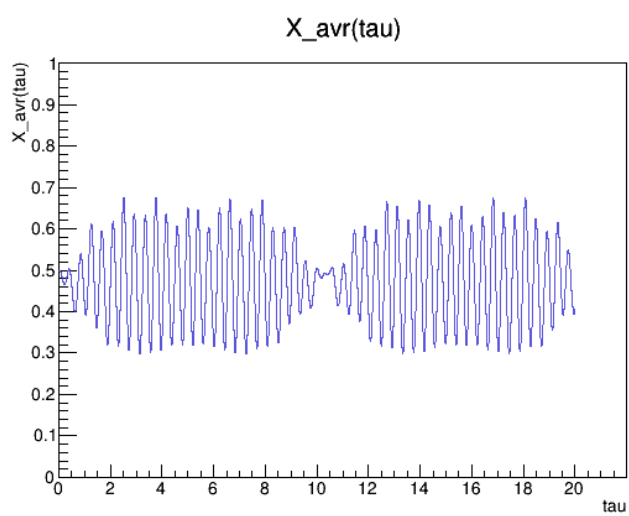
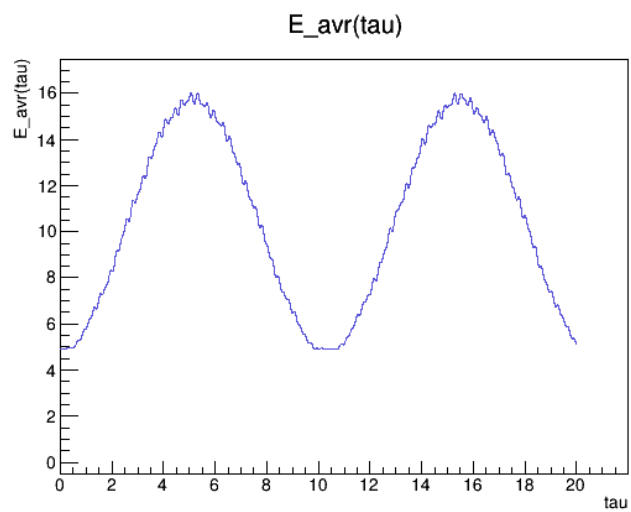
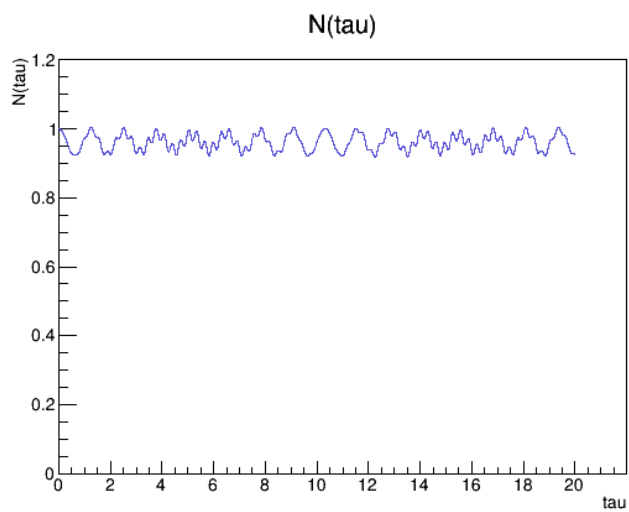
Na początku przeprowadzono symulację z różnymi wartościami długości kroku czasowego dtau : 0.001, 0.0001 oraz 0.00001. Jak widać poniżej dla najdłuższego kroku wygenerowane wykresy są błędne, natomiast dla pozostałych dwóch jednakowe. Zdecydowano się zatem na $\text{dt}=0.0001$, aby symulacje trwały możliwie krótko.



Wykresy dla $\text{dtau}=0.001$

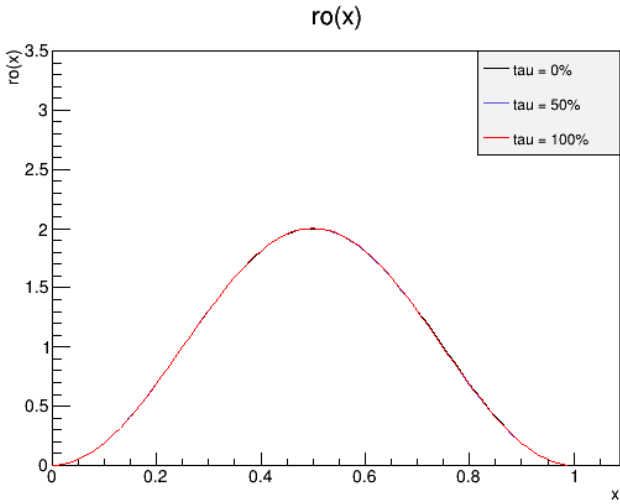
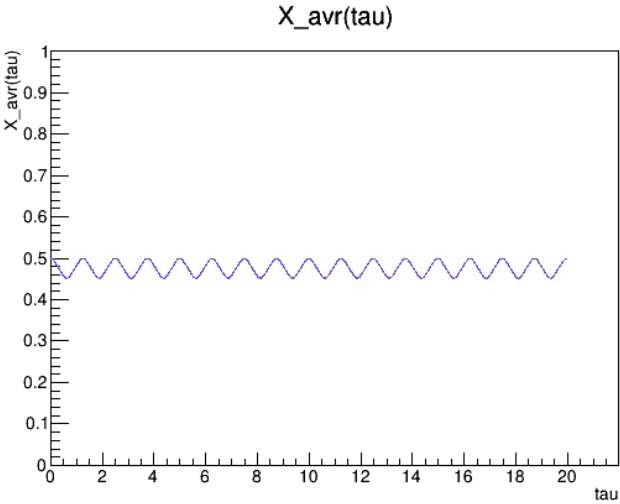
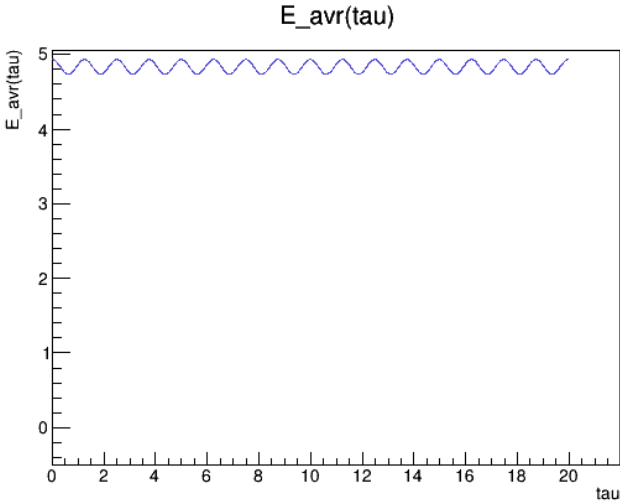
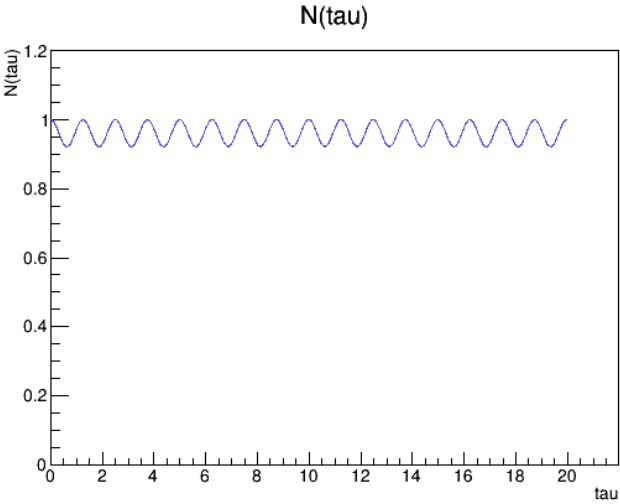


Wykresy dla $d\tau=0.0001$

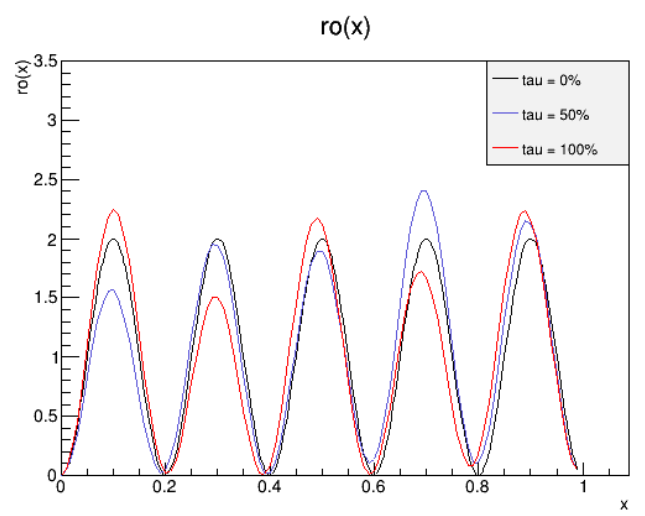
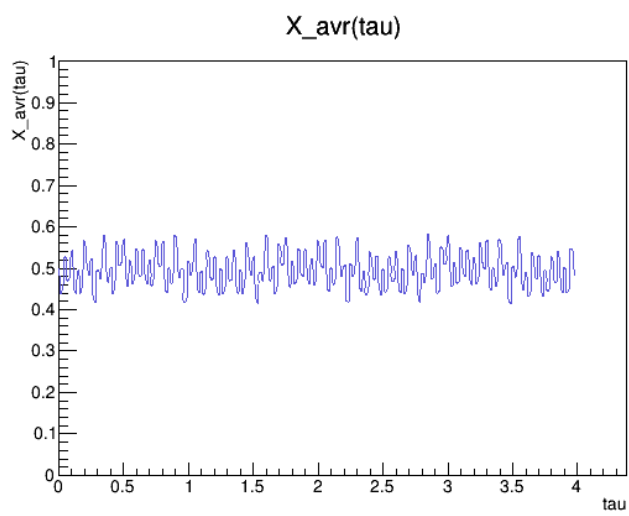
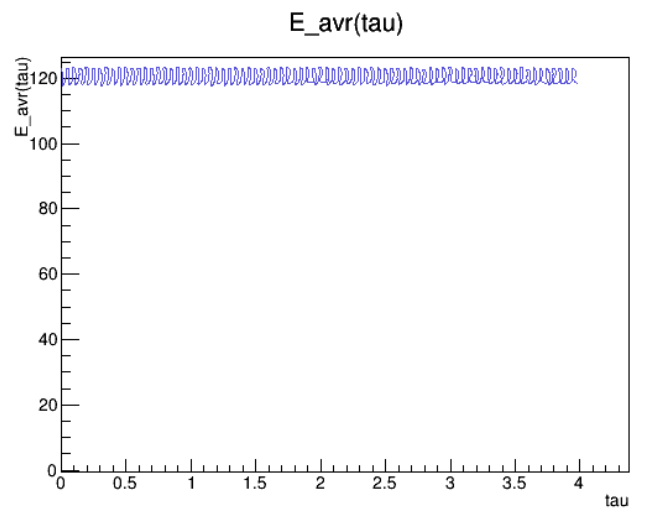
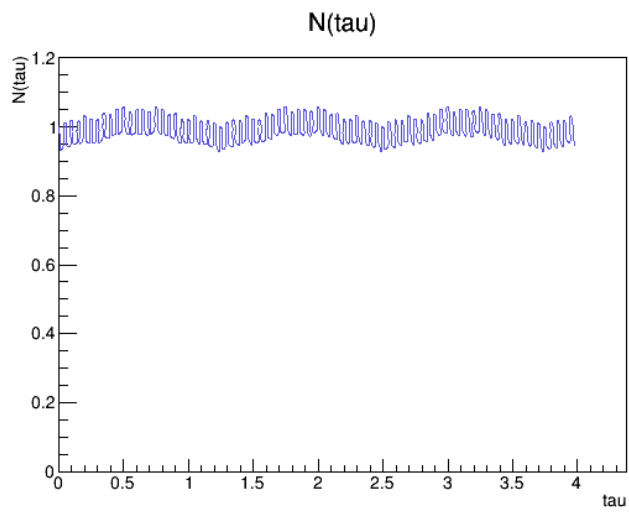


Wykresy dla $d\tau=0.00001$

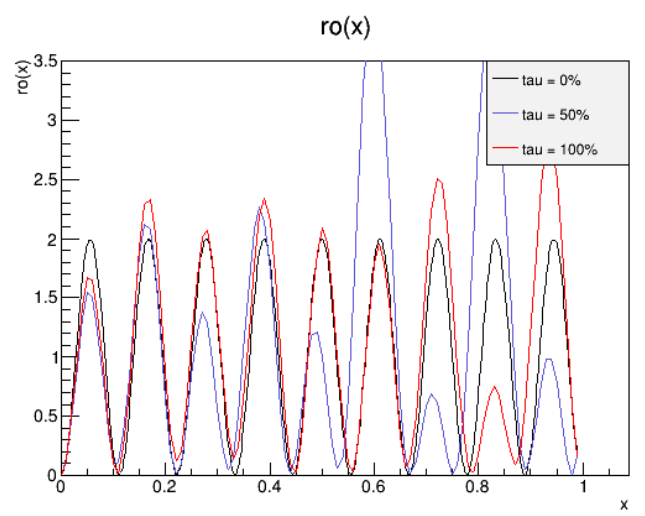
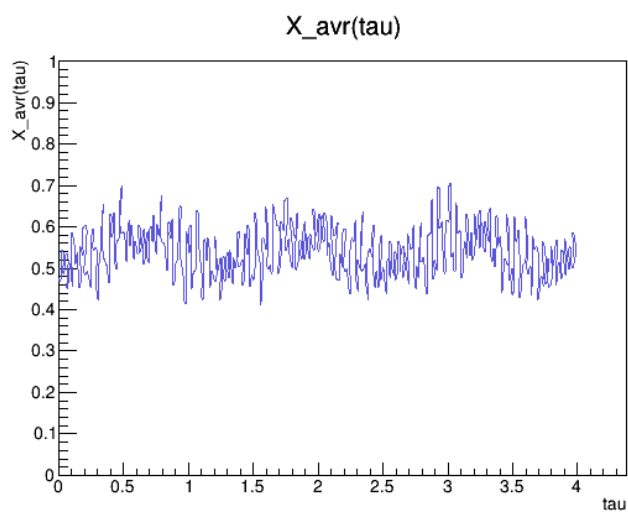
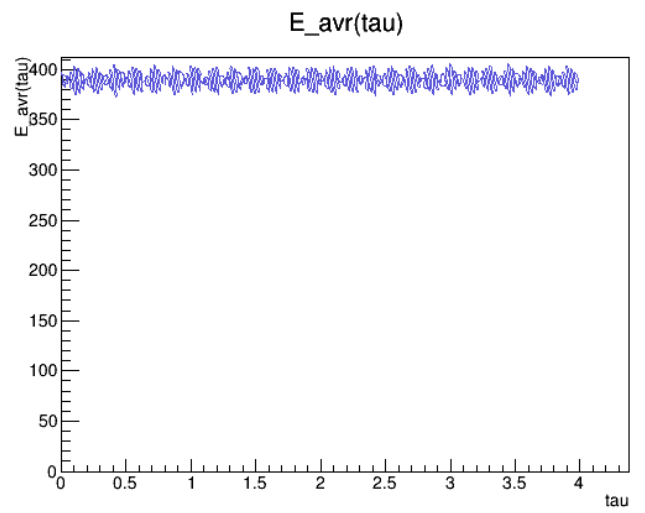
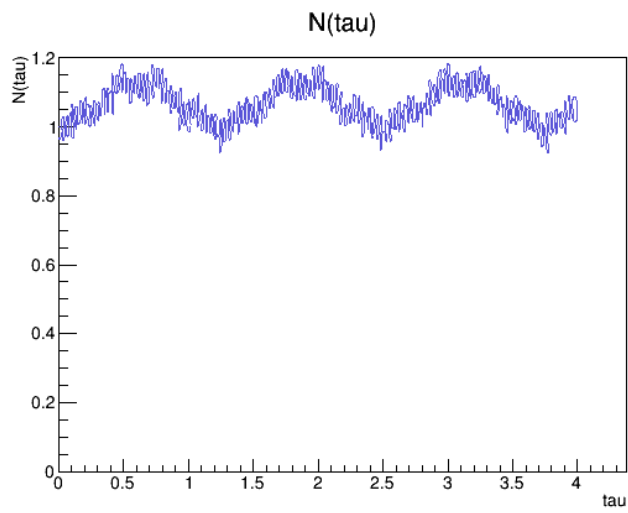
Następnie wykonano symulacje dla różnych początkowych stanów energetycznych n : 1, 5 oraz 9. Najpierw z wyłączonym polem elektrycznym. Wyniki poniżej:



$n=1$ bez pola el.

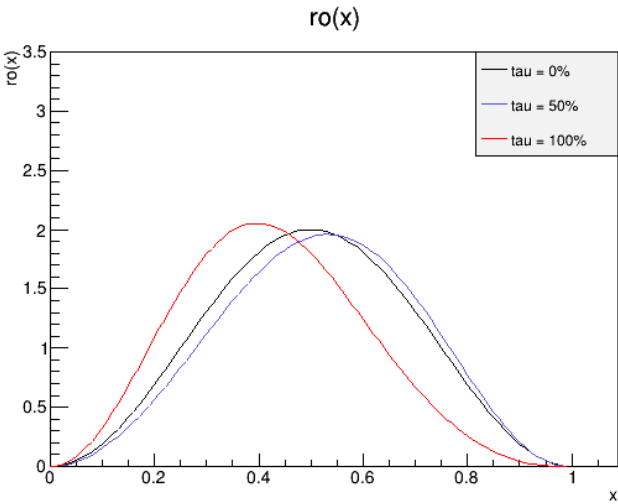
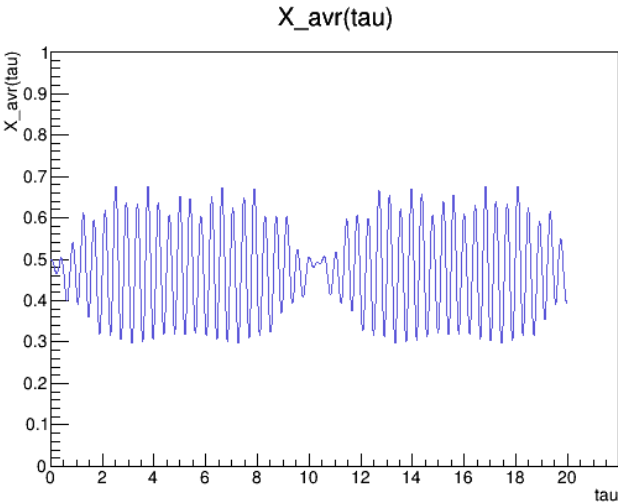
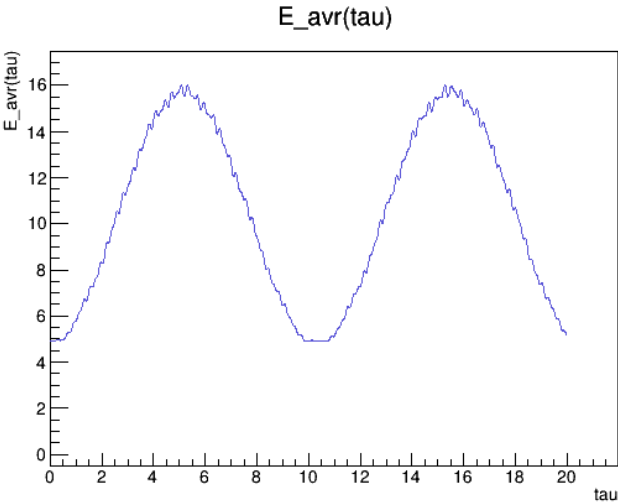
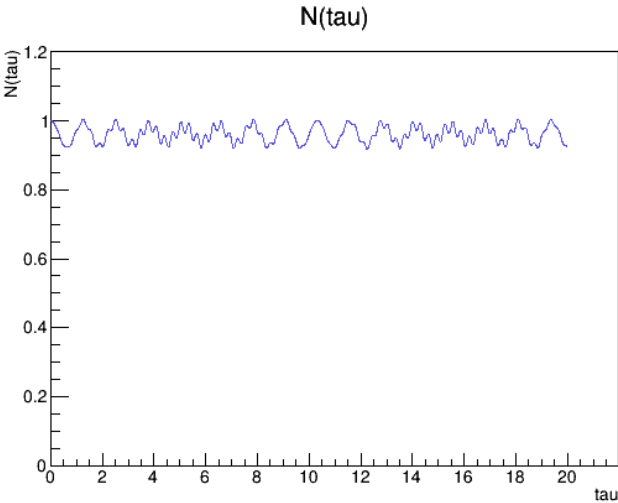


$n=5$ bez pola el.

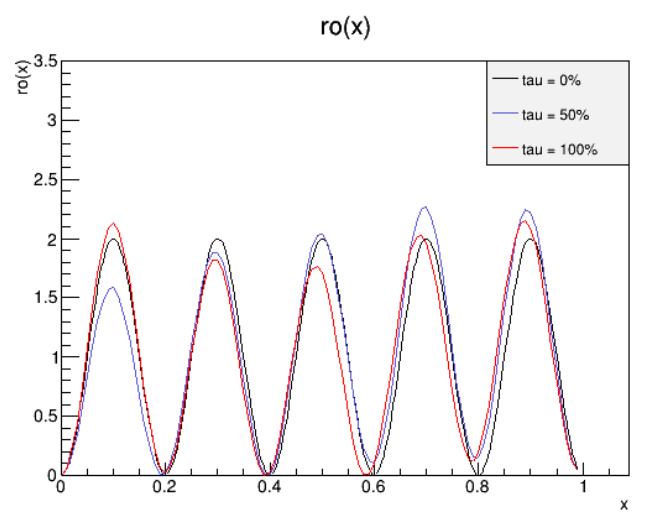
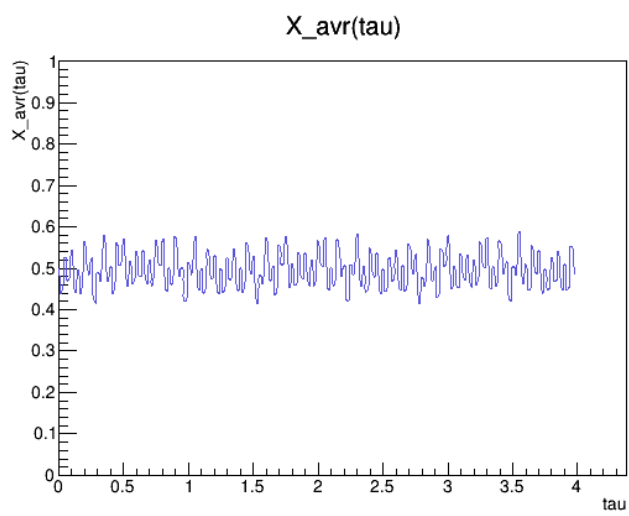
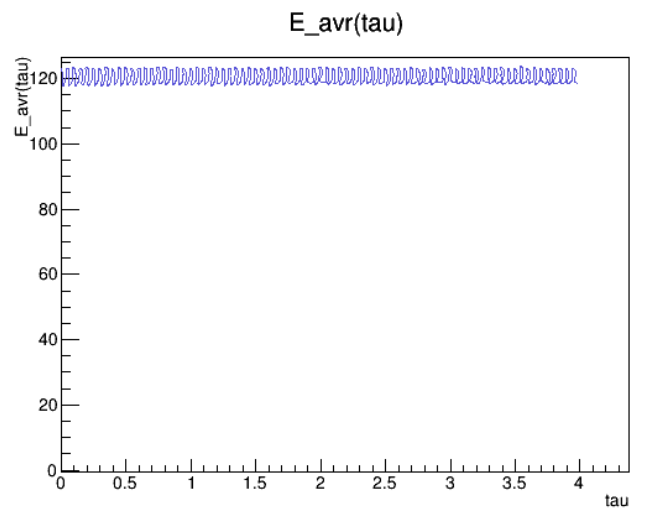
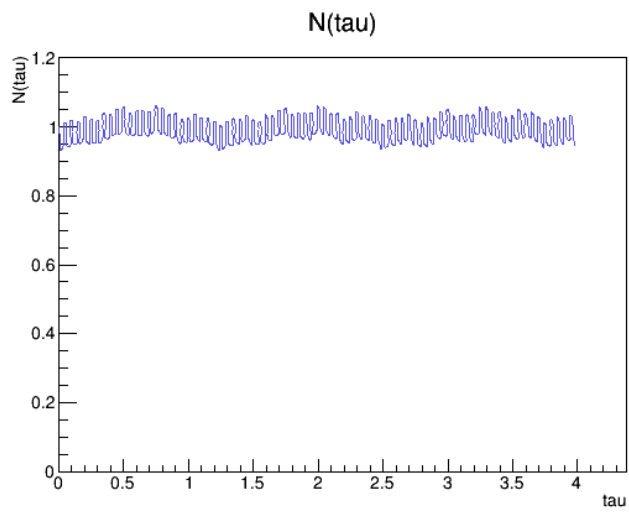


$n=9$ bez pola el.

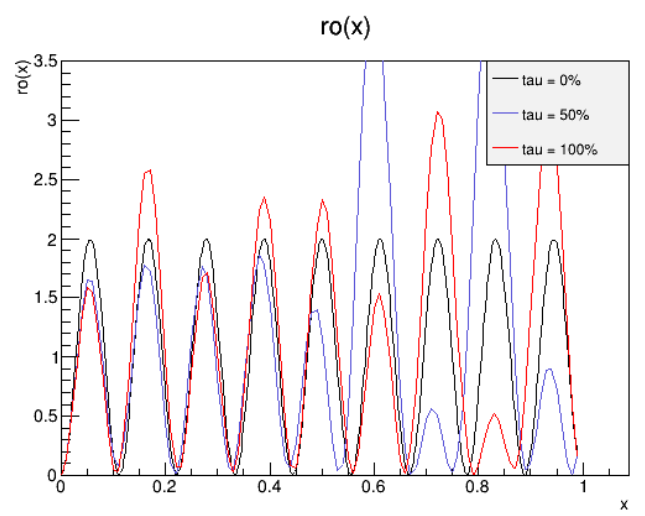
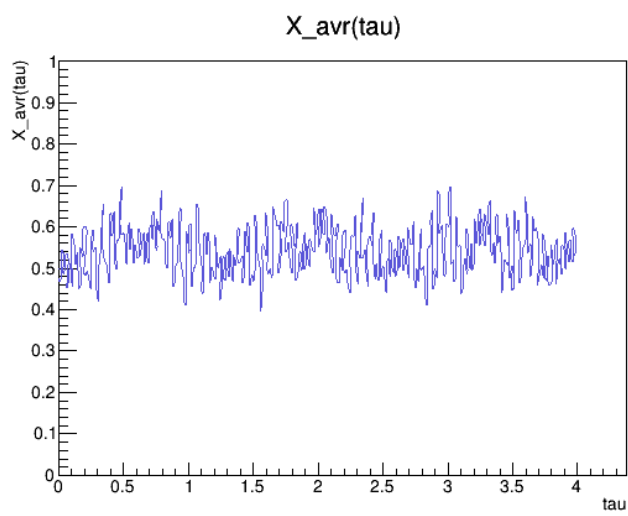
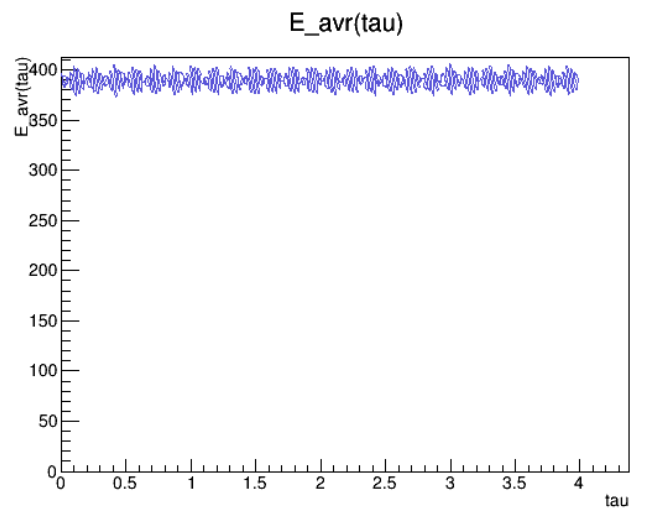
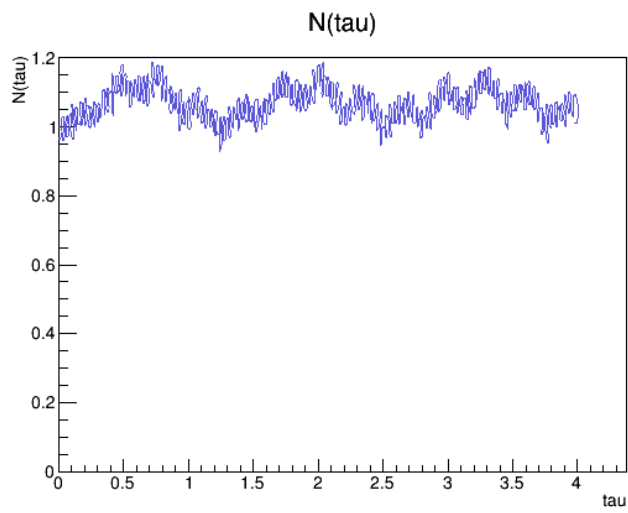
A następnie z włączonym polem elektrycznym:



$n=1$ z polem el.

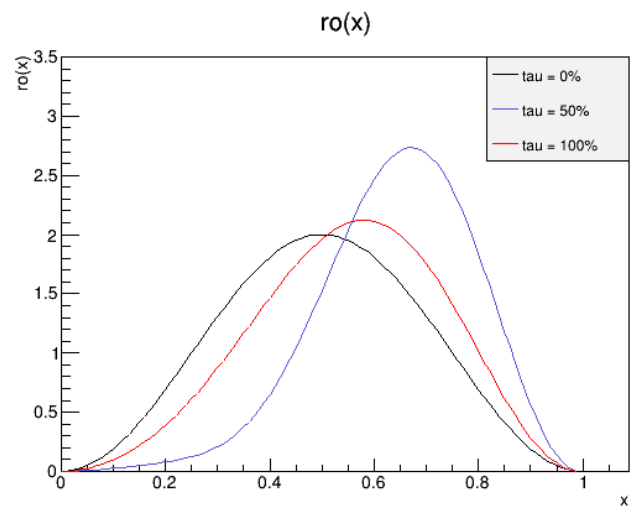
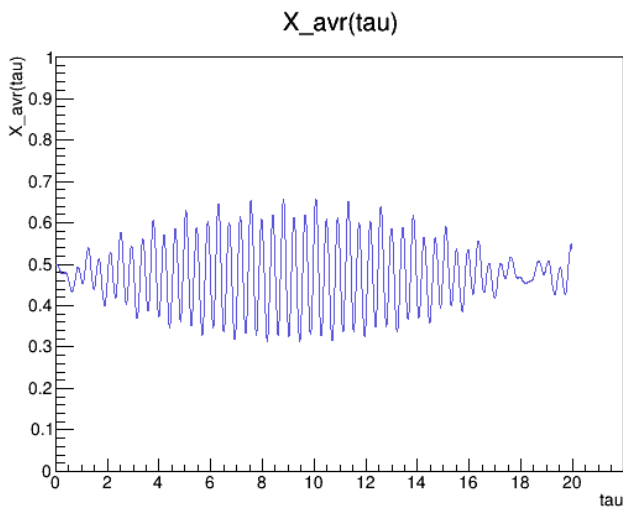
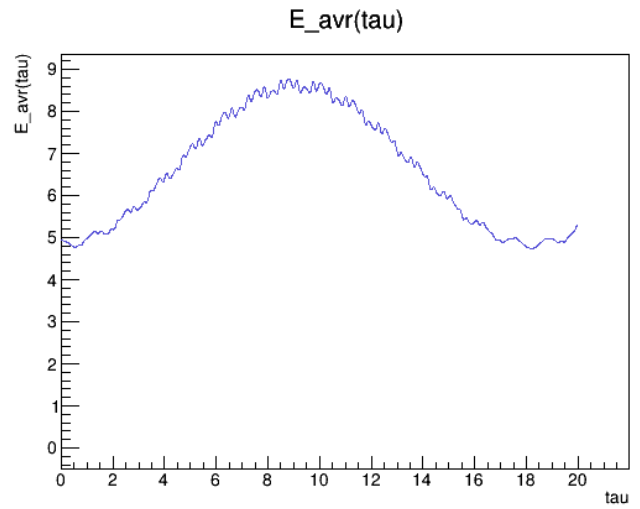
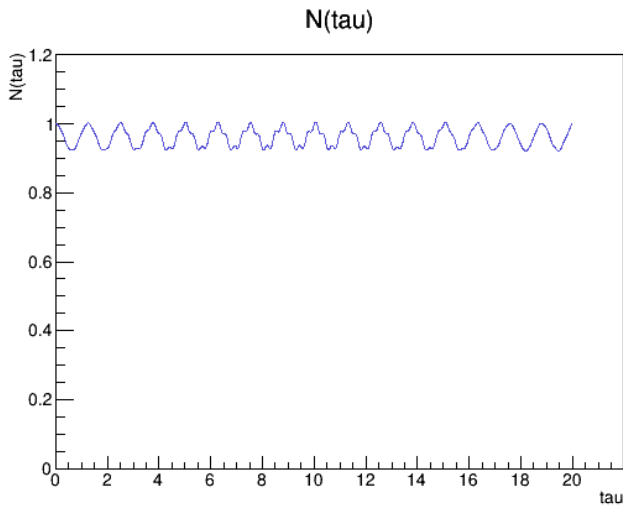


$n=5$ z pole *el.*

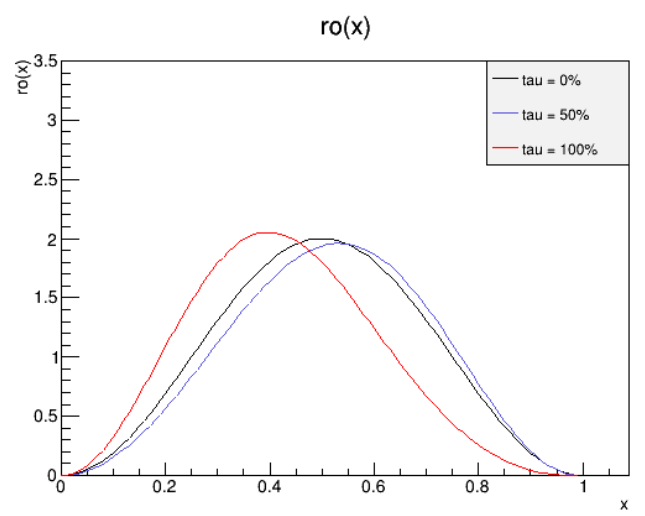
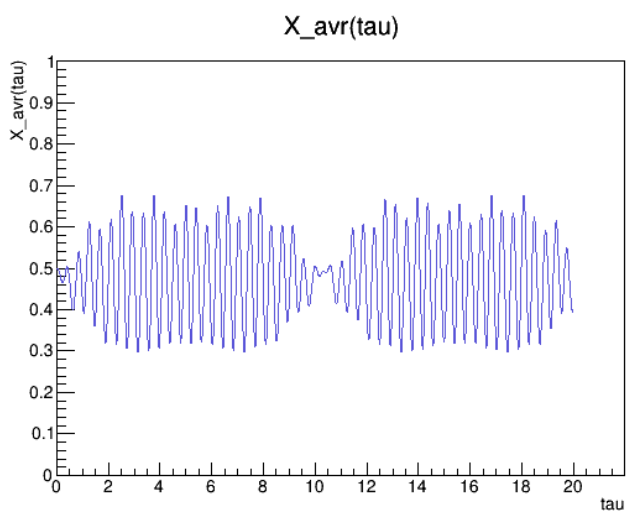
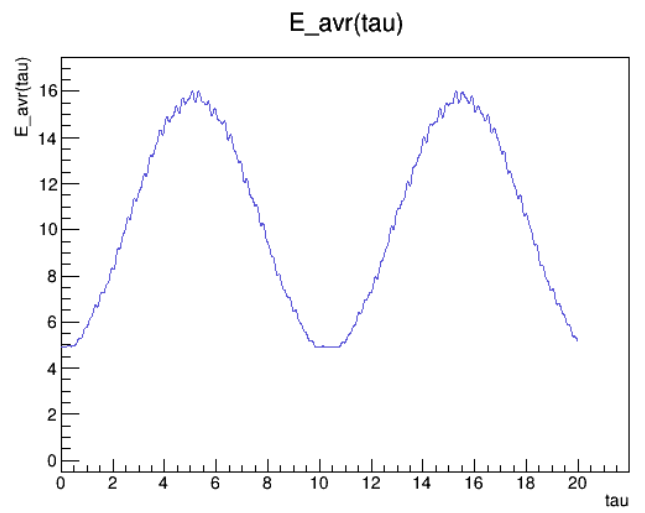
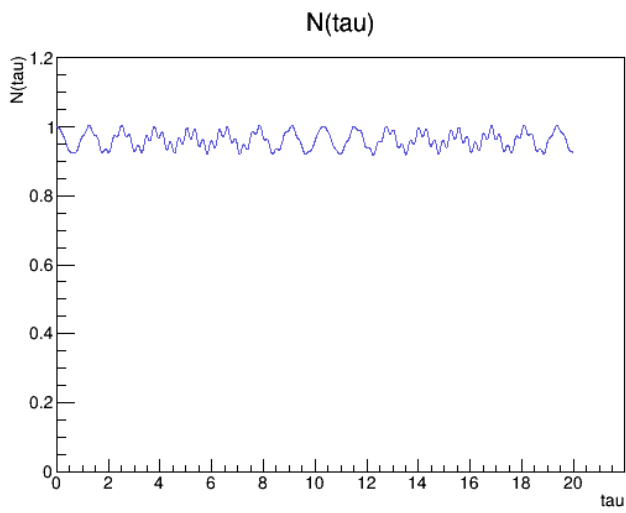


$n=9$ z pole $el.$

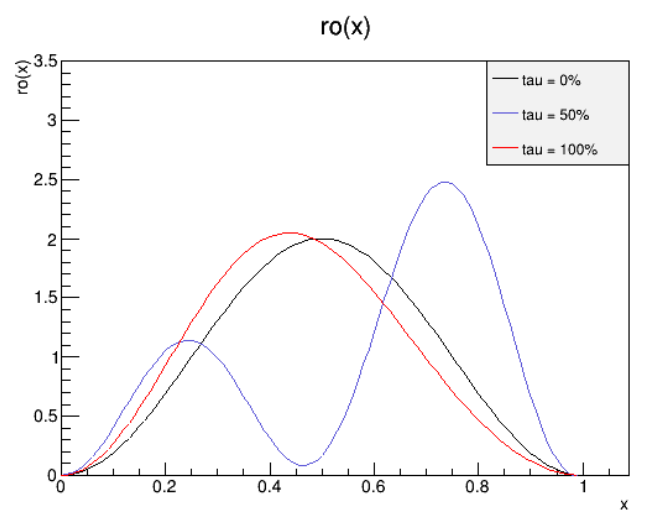
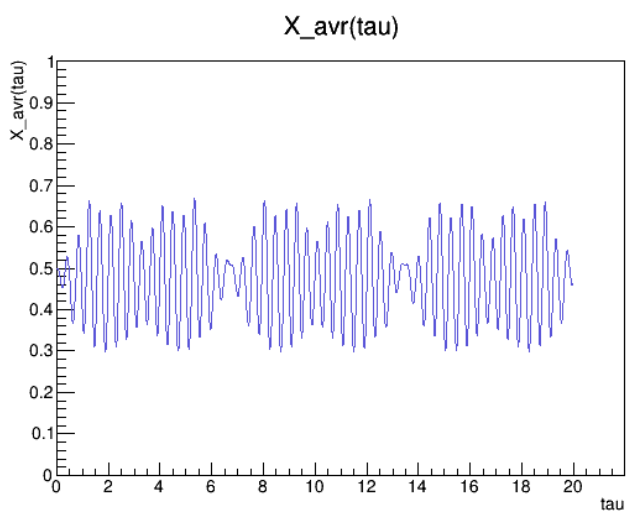
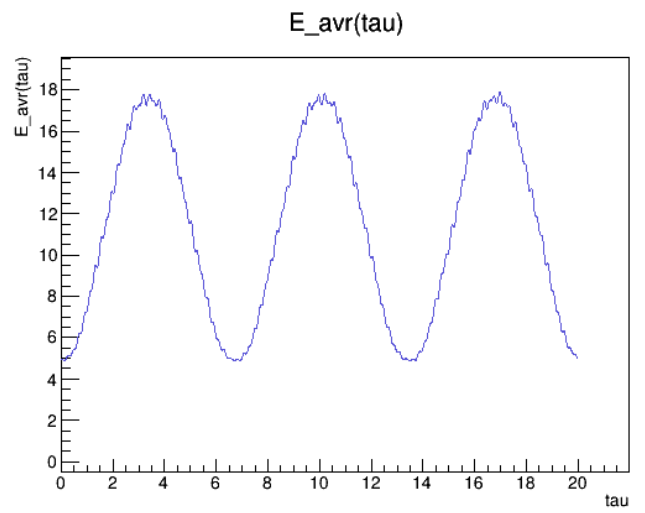
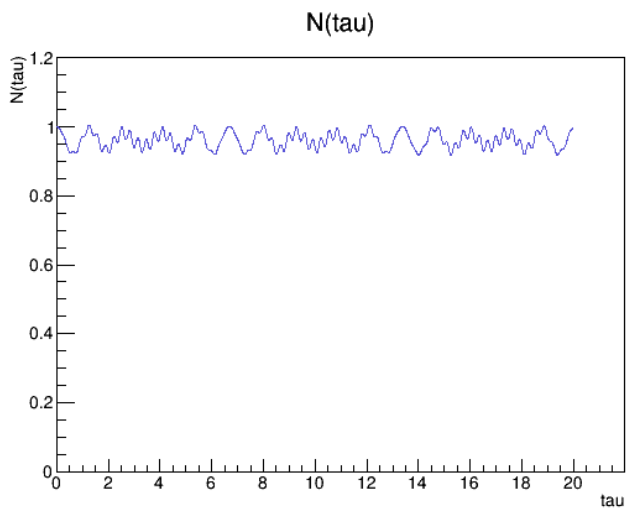
Kolejnym krokiem było zbadanie zachowania się elektronu w studniu w zależności od parametrów pola elektrycznego. W tym celu najpierw zasymulowano sytuację z polem o częstości $\omega=3\pi^2/4$ oraz zmieniając κ : 1, 3 oraz 5. Wyniki poniżej pokazują, że κ będąca amplitudą pola wraz ze wzrostem oddziałuje na elektron mocniej zagęszczając jego zachowania rezonansowe.



Pole: $\kappa=1$ $\omega=3\pi^2/4$

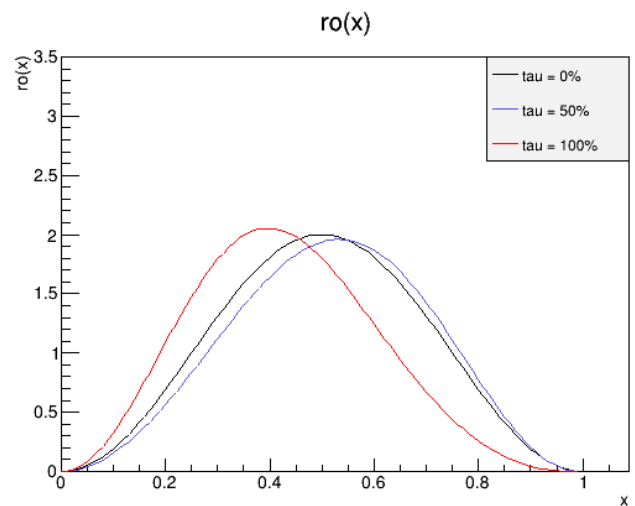
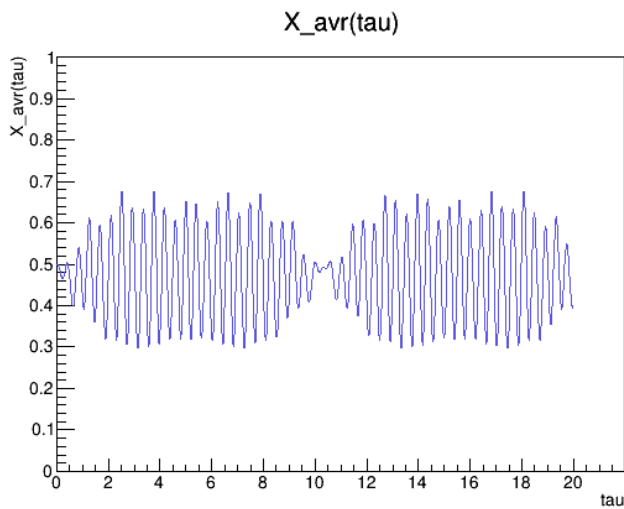
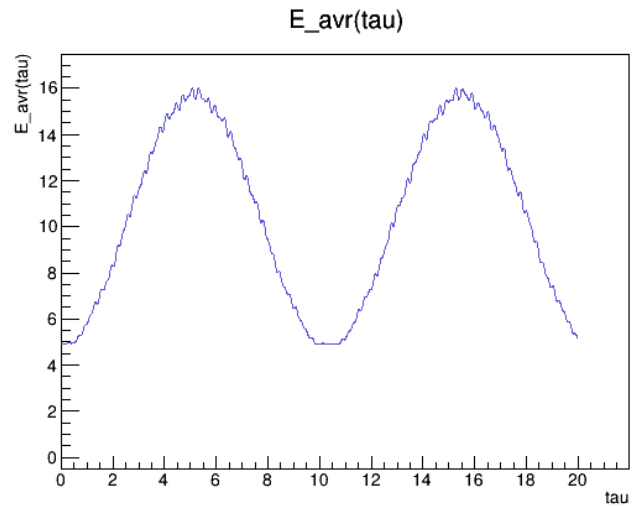
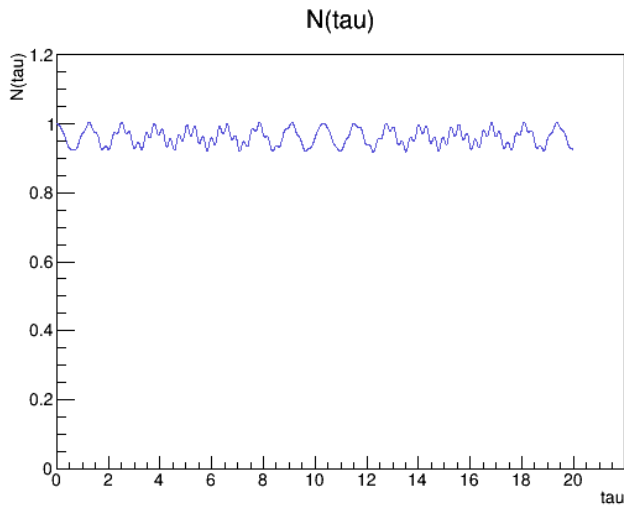


$$\kappa=3 \quad \omega=3\pi^2/4$$

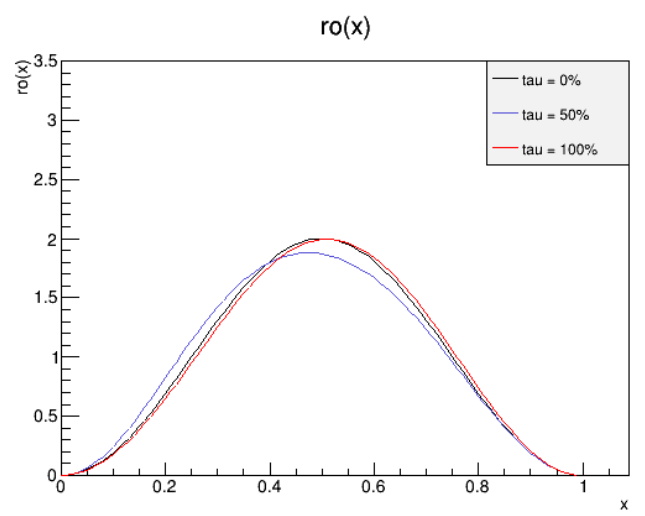
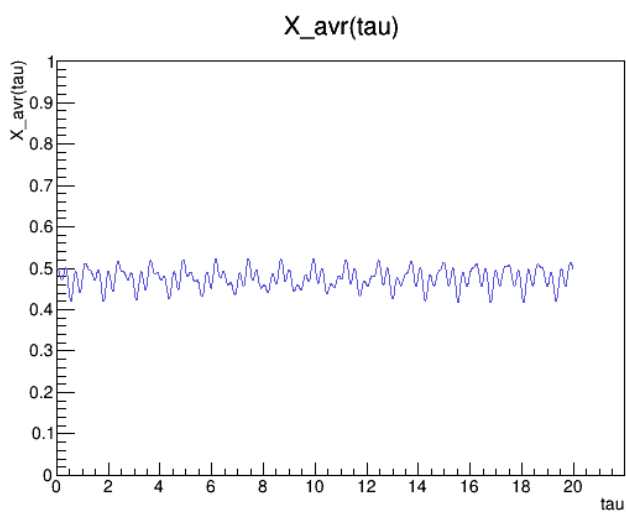
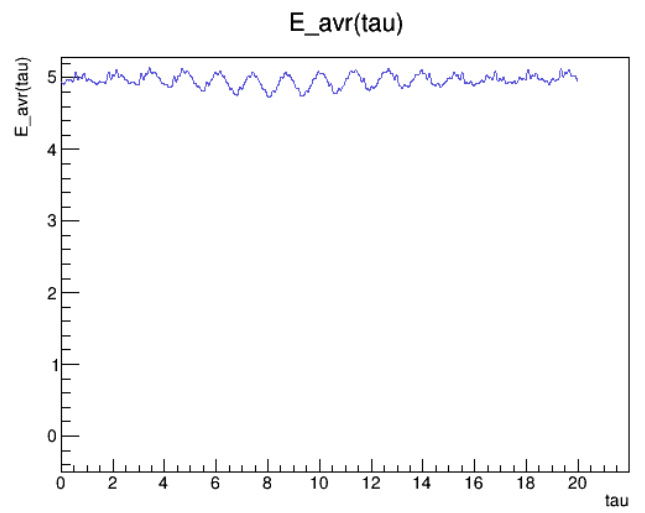
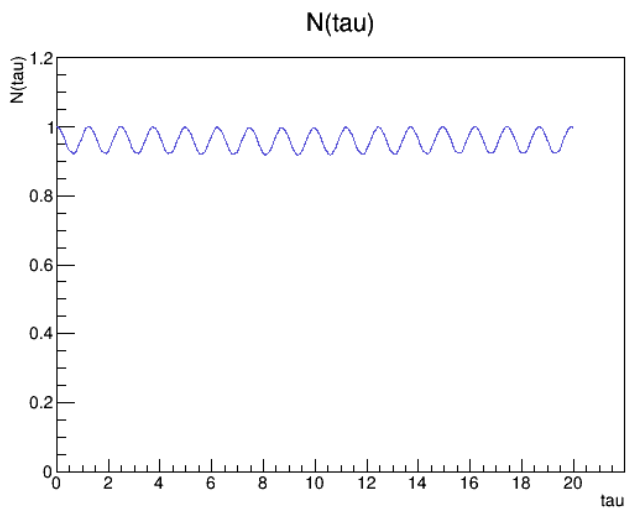


Pole: $\kappa=5$ $\omega=3\pi^2/4$

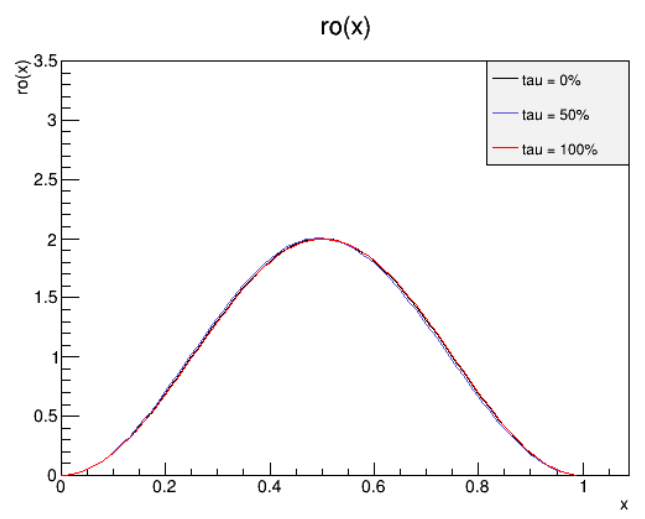
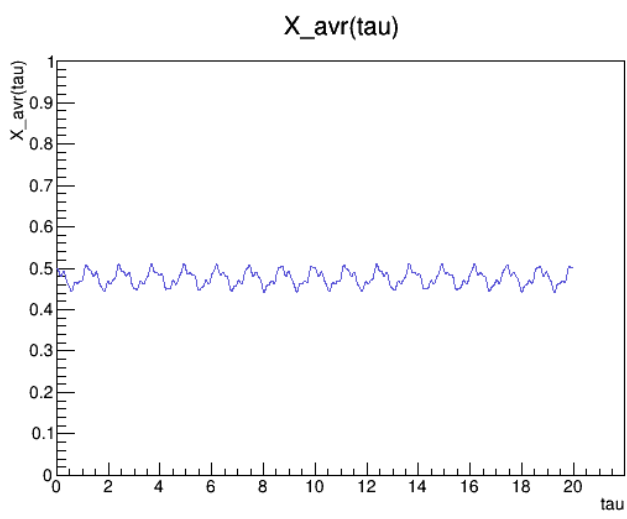
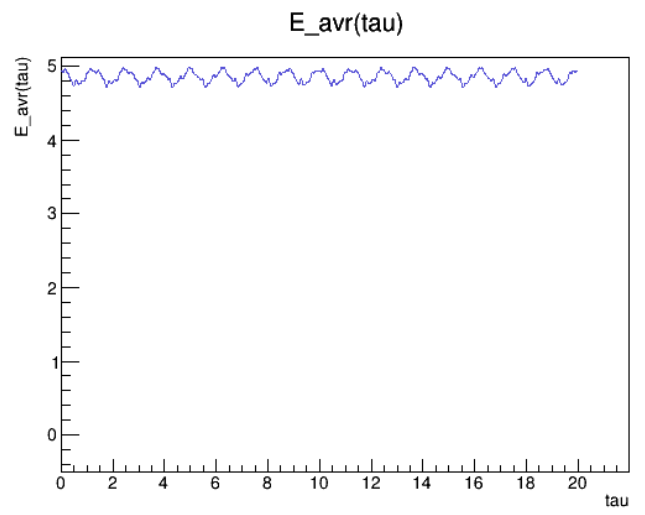
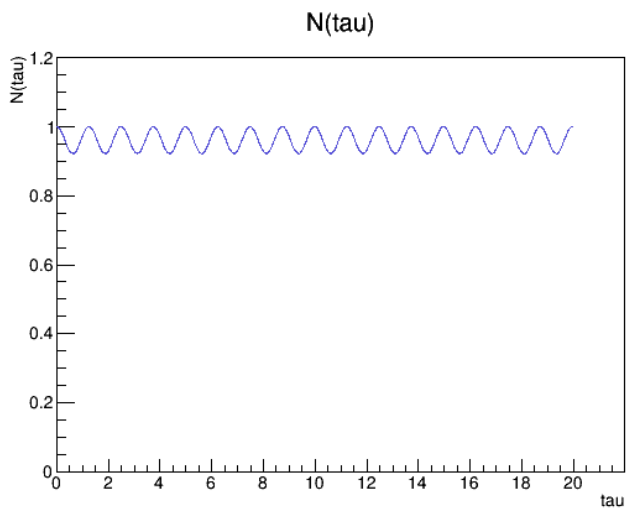
Dalszym etapem badania wpływu różnego rodzaju pól elektrycznych na elektron były symulacje przy niezmiennym $\kappa=3$ lecz z różną częstotliwością ω : $3\pi^2/4$, $2\pi^2$, $3\pi^2$ oraz $4\pi^2$. Nietrudno zauważyć, że pierwsza spośród wybranych częstotliwości jest częstotliwością rezonansową, średnia wartość położenia jak i średnia energia oprócz okresowości gęściej wykazują się też innego rodzaju okresowymi zmianami w czasie.



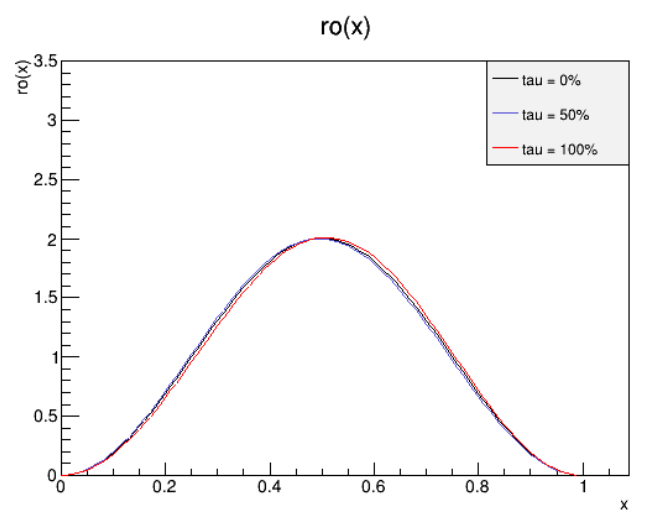
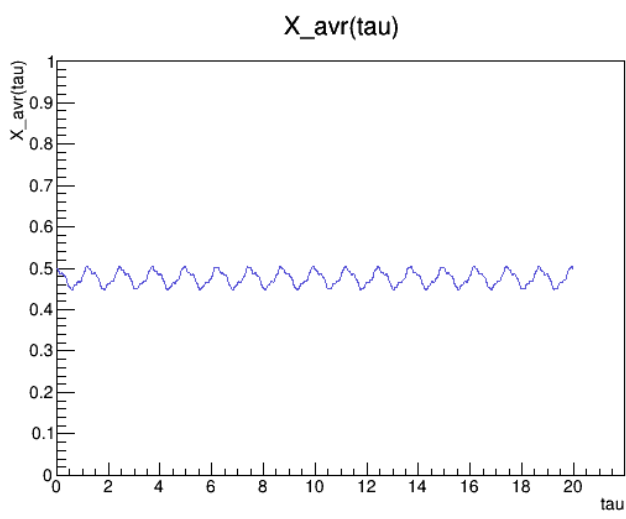
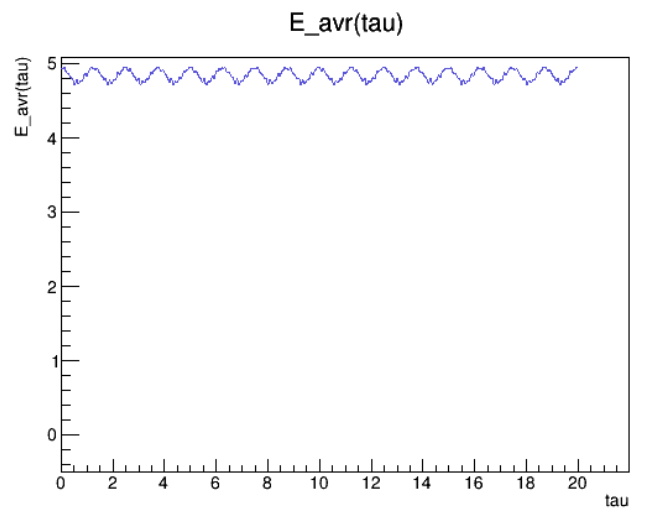
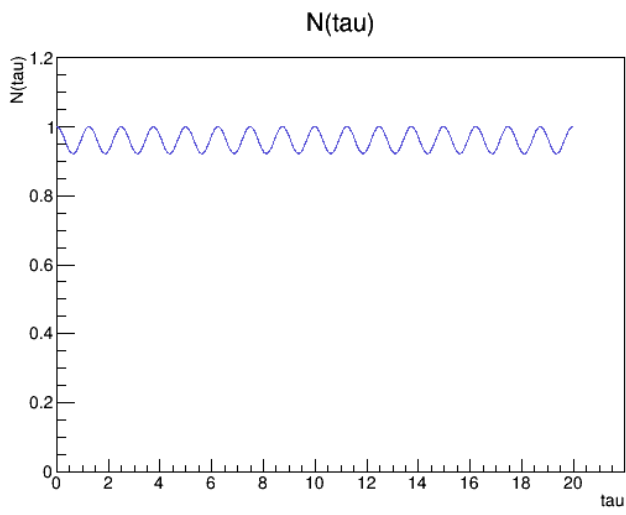
Pole: $\kappa=3$ $\omega=3\pi^2/4$



Pole: $\kappa=3$ $\omega=2\pi^2$

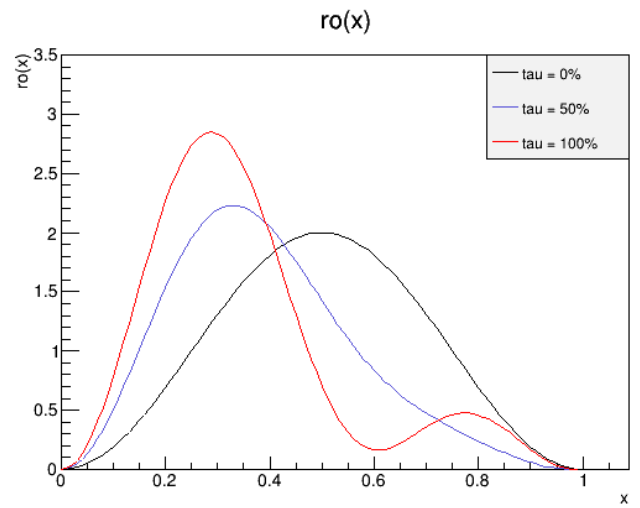
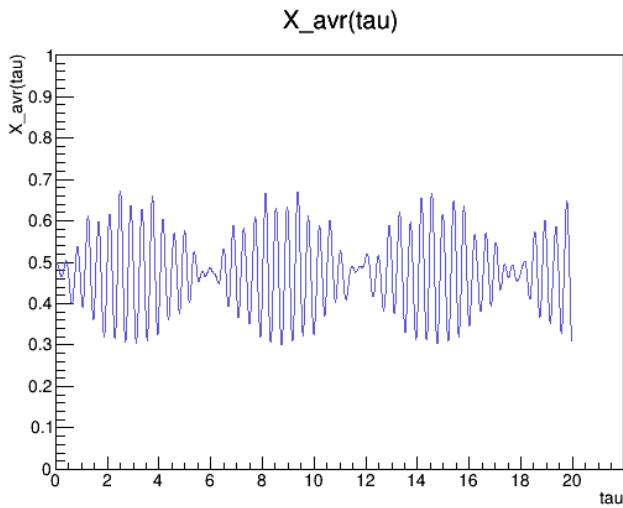
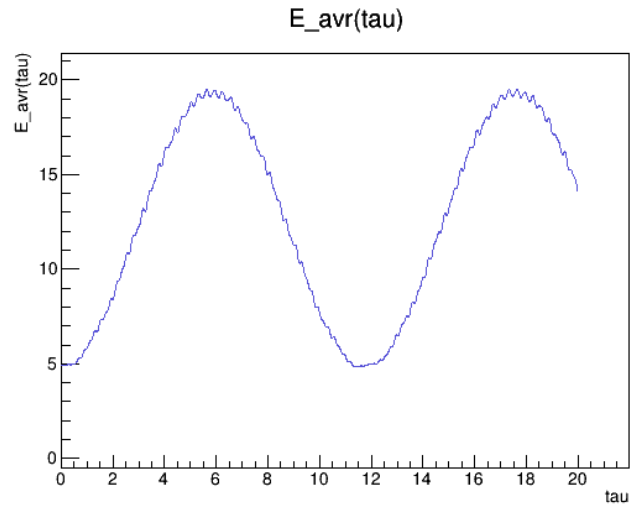
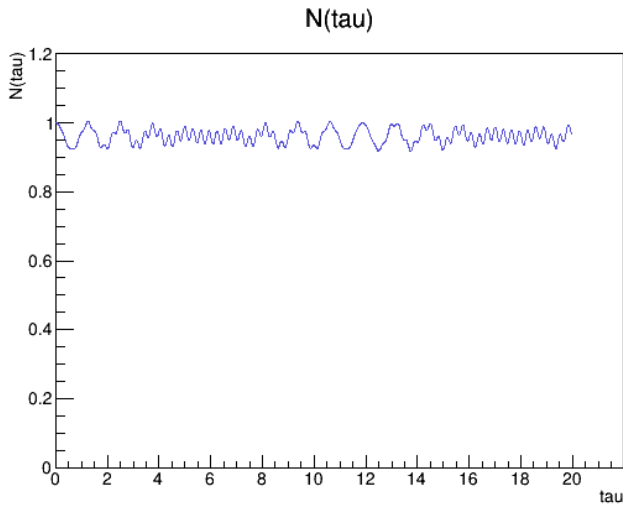


Pole: $\kappa=3$ $\omega=3\pi^2$



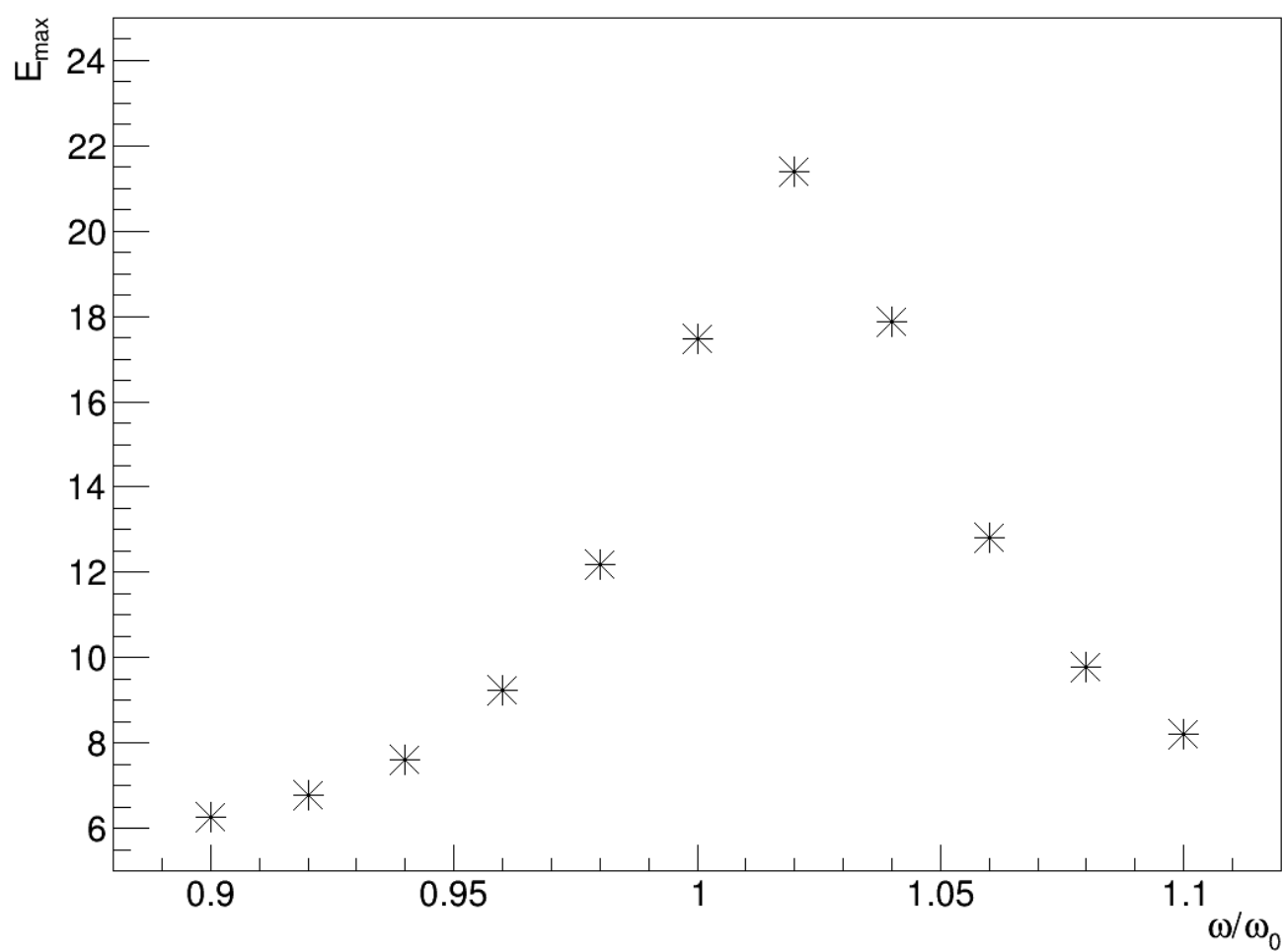
Pole: $\kappa=3$ $\omega=4\pi^2$

Dla częstości rezonansowej można wyznaczyć maksymalną wartość energii. Aby dokładniej zbadać to zjawisko wykonano 11 kolejnych symulacji dla pola o parametrach $\kappa=3$ oraz ω w przedziale $<0.9\omega_0; 1.1\omega_0>$. Z każdej z symulacji wyciągnięto wartość energii maksymalnej i zebrano je na wspólnym wykresie. Największą wartość energii osiągnął elektron w polu elektrycznym o $\omega=1.02\omega_0$. Zestaw wykresów dla tej symulacji również przedstawiono poniżej.



Pole: $\kappa=3$ $\omega=1.2\omega_0$

$$E_{\max}(\omega/\omega_0)$$



Energia maksymalna w funkcji częstości pola