

総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科
5年一貫制博士課程入学試験問題
英 語

平成30年8月22日（水） 11時20分～12時00分

注意

- ☆ 答案用紙の所定の欄に，受験番号，氏名を記入すること.
- ☆ 試験問題（2問）ごとに，異なった答案用紙を使用すること.
- ☆ 各問題に対して，答案用紙は複数使用してよいが，第〇〇問□□
枚目というように，所定の欄に，選択した問題の番号及び答案用
紙の順番を記入すること.

解答できない場合も，受験番号，氏名，問題番号を記入し，提出
すること.
- ☆ 答案用紙がさらに必要な場合は，挙手をして監督者に知らせること.

問題は次頁

第 1 問 次の加速器に関する文章を読み以下の間に答えなさい。

All modern proton accelerators*¹ and many electron machines are circular, or nearly so. The particles are constrained in a vacuum pipe bent into a torus that threads a series of electromagnets, providing a field normal to the plane of the orbit. For a proton of momentum p in units GeV/ c , the field must have a value B (in tesla), where

$$p = 0.3B\rho$$

and ρ is the ring (bending) radius in metres. The particles are accelerated once or more per revolution by radio frequency (RF*²) cavities. Both the field B and the RF frequency must increase and be synchronised with the particle velocity as it increases – hence the term synchrotron*³. Protons are injected from a linac*³ source at low energy and at low field B , which increases to its maximum value over the accelerating cycle, typically lasting for a few seconds. Then the cycle begins again. Thus, the beam arrives in discrete pulses.

In the linac, the final beam energy depends on the voltage per cavity and the total length, while in the proton synchrotron it is determined by the ring radius and the maximum value of B . For conventional electromagnets using copper coils, B (max) is of order 14 kgauss (1.4 T), while if superconducting coils are used fields up to 9 T are possible.

*¹) accelerator: 加速器, *²) RF: 高周波, *³) synchrotron (シンクロトロン), linac (直線加速器): どちらも加速器の型式名

Donald H Perkins “Introduction to High Energy Physics 4th edition (2000)” より引用, 一部改

【問 1】

下線部を日本語に訳しなさい。意識で構わないが内容が正しく分かるように訳すこと。

【問 2】

シンクロトロンの名前の由来となる特徴を本文の説明に沿って日本語で挙げなさい。

【問 3】

陽子シンクロトロンの最終ビームエネルギーを決定する主な要素を本文中から 2 つ抜き出し、日本語で挙げなさい。

第2問 次の文を読み以下の間に答えなさい。

多数の調べたい粒子（標的粒子）からなる静止した薄い板（標的）に、探針に相当する粒子束（ビーム）を垂直に照射しその反応を調べる実験を固定標的型散乱実験という。散乱実験は、原子・原子核・素粒子など微小な粒子の性質や構造，粒子同士に働く相互作用を知るために一般的に行われる実験のひとつである(1)。

標的中の標的粒子の粒子数密度を n ，標的の厚さを d とすると，入射粒子から見える単位面積あたりの標的粒子数密度は nd となる。散乱された粒子数の入射粒子数に対する割合(P)は単位面積あたりの標的粒子数密度に比例し， $P = \sigma nd$ が成り立つ(2)。ここで比例係数である σ は散乱断面積と呼ばれ，入射粒子が標的粒子と反応する確率を表す。式から分かるように散乱断面積は面積の次元を持つ。

ここで標的粒子が半径 r の剛体球である場合を考える。散乱断面積を古典的に考えると，入射粒子から見た標的粒子の占める面積なので $\sigma = \pi r^2$ である。量子論的に入射粒子のエネルギーが充分低い場合を考えると $\sigma = 4\pi r^2$ となり，散乱断面積は古典的な値の4倍である(3)。一方，比較的高いエネルギー領域での原子核反応においては，反応断面積が原子核の質量数(A)に比例する場合がある。原子核の半径を r とすると体積は $V = \frac{4}{3} \times \pi r^3$ (4)であり，原子核半径が近似的に質量数の三乗根に比例することから，この場合の反応断面積は面積や表面積ではなく体積に比例する。

【問1】

下線部(1)～(3)を英語に訳しなさい。逐語訳でなくとも構わないが，意味が通じるように訳すこと。ただし，scatter(散乱する，他動詞)，incident particle(入射粒子，可算名詞)，target(標的，可算名詞)，scattering cross section(散乱断面積，可算名詞)は必要なら使用して良い。

【問2】

下線部(4)の式を英語として読むように書き下しなさい。ただし，アルファベット V ， r はそのまま記載しても良い。 π (pi)は適宜使用すること。

例) $2\lambda - r$ (にらむだひくあーる)を英語で書くと，“Two lambda minus r.”