



# 2021年度 聖マリアンナ医科大学 一般後期 入試問題

2021年3月2日実施

## 実際の入試問題

5 次の文章を読み、各問に解答のみを答えなさい。

物質や力の根源となる基本的な粒子を素粒子という。素粒子には、物質を構成するクォークや(①)、およびそれらの反粒子があり、さらに力を伝える(②)や、質量の起源を与えるヒッグス粒子がある。クォークや(①)は、それぞれ《(i)》種類ずつ見つかっており、それらの反粒子も同じ種類だけある。クォークや、クォークの反粒子である反クォークは、通常では数個が結びついて存在する。クォーク3個で構成される粒子の総称を(③)、クォークと反クォーク1個ずつで構成される粒子の総称を(④)といい、さらに(③)と(④)の総称を(⑤)という。陽子は(③)の一種であり、1個のdクォークと2個の(⑥)で構成される。電気素量をeとするとき、 $\omega$ (①)は $-e$ の電気量をもつものと、電気量がないものとに分けられる。(②)には、自然界に存在する《(ii)》種類の基本的な力(相互作用)のそれぞれに対応するものがあり、例えば強い力の(②)は(⑦)であり、重力の(②)は未発見ではあるがグラビトンであると考えられている。反粒子は、対応する粒子と質量は同じだが電気量の符号が逆である。⑧電気量がない粒子の場合、光子のように粒子と反粒子が同じであるものと、(①)の一種である(⑨)のように粒子と反粒子が異なるものがある。(⑨)は、 $\omega$ が確認されている。

### 【選択肢】

- (あ) 電子 (い) 陽電子 (う) 中性子 (え) 光子  
 (か) ゲージ粒子 (き) タウ粒子 (く) デルタ粒子 (け) ミュー粒子  
 (さ) 電子ニュートリノ (し) ウィークボソン (す) エニオン  
 (そ) ハイペロン  
 (た) ハドロン (ち) バリオン (つ) プラズモン (て) ポラリトン  
 (な) メソン (に) レプトン (ぬ) ロトン (ね) bクォーク  
 (は) tクォーク (ひ) uクォーク

- [1] 空欄①～⑧に入る最も適切な語句を【選択肢】から選び、その記号を異なる番号には異なる語句が入る。  
 [2] 空欄(i)、(ii)に入る最も適切な数字をそれぞれ答えなさい。  
 [3] 下線部(a)に該当するものを【選択肢】から3つ選び、それらの記号を記なさい。ただし、空欄①に入る記号は除外すること。  
 [4] 下線部(b)の力のうち、中性子が電子などを放出して陽子になる過程をつ答えなさい。  
 [5] 下線部(c)に関し、中性子とその反粒子である反中性子とともに電気量がである。中性子と反中性子が異なる理由を、どちらもいくつかの素粒子として簡潔に説明しなさい。

ほとんどの受験生が  
対策できていない  
「素粒子」が  
完全的中!!



## 2021年度YMS 聖マリ直前対策講座

- 3 I それ以上分解することができず、内部構造をもたないといわれる基本粒子を(a)と呼ぶ。物質を構成する(a)は、(b)とレプトンの2種類に分類でき、陽子と中性子は(b)から構成される。また、力を媒介する粒子はゲージ粒子と総称されている。
- II 宇宙を構成している原子核と素粒子に関する記述として最も適当なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。  
 ① 原子核の内部では、正の電荷をもった陽子と負の電荷をもった中性子がクーロン力により結びついている。  
 ② ばらばらの状態にある陽子6個と中性子6個の質量の和は、 $^{12}\text{C}$ の原子核の質量よりも大きい。  
 ③ 陽子の内部ではクォーク2個が、クォークの内部では電子1個とニュートリノ1個が結びついている。  
 ④ 素粒子であるクォークは電荷をもたず、電気的に中性である。  
 ⑤ 自然界にある基本的な力は、重力、弱い力、強い力の3種類であると考えられている。
- III 6種類のクォークのうち、アップ、チャーム、トップは電気素量の+(a)倍の電気量をもつ。
- IV 陽子や中性子は3個のさらに小さな粒子(素粒子)から構成される。これらの素粒子を一般に(a)という。陽子や中性子は、通常「アップ」「ダウン」と呼ばれる2種類の(a)から構成されており、アップ(u)、ダウン(d)はそれぞれ電気素量の $2/3$ 倍、 $-1/3$ 倍の電荷をもつ。陽子と中性子はアルファベット3文字の組み合わせでそれぞれ(b)、(c)と表される。一方、自然界には(d)種類の基本的な力が存在し、これらを媒介する粒子をゲージ粒子という。たとえば光子は(e)力を媒介するゲージ粒子である。
- V 結合エネルギーのもととなる力は(a)であり、 $\beta$ 崩壊をつかさどる力は(b)である。4種類の力のうち、力の源が質量であるものは(c)である。
- VI 電子ニュートリノはレプトンに分類される。次の粒子の中でレプトンはどれか。正しいものをすべて選べ。  
 {パイ中間子、クォーク、タウ粒子、陽子、光子、中性子、ミュー粒子、グルーオン、ミューニュートリノ}
- VII 原子は、原子核と電子から、原子核は陽子と(a)からなり、陽子と(a)を総称して核子と呼ぶ。湯川秀樹は、核子間の相互作用である核力を媒介する粒子の存在を予測していた(1935年)が、宇宙線の中からその粒子がついに発見され(1947年)、(b)と名づけられた。核子や(b)のように、強い力で相互作用しあう粒子をまとめてハドロンと呼ぶ。当初、ハドロンは物質を構成する基本的な粒子と考えられていたが、加速器を用いる実験で数百種類も発見された。このため、ゲルマンは、より基本的な粒子を導入して物質の基本となる粒子を説明しようとした(1964年)。それによると、核子はより基本的な粒子で分数の電荷をもつ3個の(c)からできている。小林・益川の理論(1973年)によると、(c)は、(d)種類以上あることが予言されていたが、現在までに実験で、反粒子を除いて(d)種類が確認されている。
- 一方、(c)とともに物質を構成する素粒子で、強い力の働かない(e)には、電子、ミュー粒子、タウ粒子が含まれるほか、それらに付随する電荷をもたない3種類の(f)が含まれる。この他にも、4つの基本的な力を媒介するゲージ粒子が、(c)や(c)と同様、素粒子であると考えられている。
- VIII (a)～(f)と(j)については、次の選択肢から正しいもの一つずつ選べ。  
 {レプトン、バリオン、ハドロン、ゲージ、ニュートリノ、中性子、メソン}
- 素粒子は、その性質に基づいて、複数のグループに分類される。陽子や(a)には強い力が働き、(b)とよばれる。一方、電子や(c)などの強い力が働かないものを(d)という。(b)は、さらに陽子などの(e)と、パイ中間子などの(f)に分類される。クォーク模型によると、(c)はクォーク(g)個からなり、(f)は、クォークと反クォーク合わせて(h)個からなる。さらに、素粒子の間に働く基本的な力は(i)種類あり、これらの力は(j)粒子により媒介される。
- IX 原子核を構成する陽子や中性子は素粒子ではなく、それぞれ3つの(a)から構成されると考えられている。陽子は2つのu(a)と1つのd(a)から構成され、uudと表される。一方、中性子の構成は(b)と表される。(a)間には4種類の力が働くが、このうち $\beta$ 崩壊を引き起こす力を(c)、核力の元になる力を(d)という。
- X 電子の反粒子は陽電子で(a)ある/はない。

直前対策講座の受講生からは  
「解けた!」との声

## 実際の入試問題


- [4] ある熱機関は、高温の物体から毎分 30 kJ の熱量を吸収し、低温の物体に毎分 27 kJ の熱量を放出する。この熱機関により得られる仕事は毎分 ( ⑩ ) kJ であり、仕事率は ( ⑪ ) W である。また、この熱機関の熱効率は ( ⑫ ) % である。

① [4] が的中!

## 2021年度YMS 聖マリ模試

このディーゼル機関に、毎秒  $m$ [kg] の軽油が供給される。軽油を燃焼させたときに発生する熱量を軽油 1.0kg あたり  $q$ [J] とする。

- [2] このディーゼル機関の熱効率を、 $m$ 、 $q$ 、 $Q$  を用いて表しなさい。  
[3] 発電機で発電される 1 秒あたりの電気エネルギー  $P$  [J] を、 $m$ 、 $p$ 、 $q$ 、 $Q$  を用いて表しなさい。



「時間あたりの  
エネルギーと熱効率」  
が的中!