令和５年度

琉球大学医学部医学科第２年次特別編入学
(学士入学)
自然科学総合問題Ⅱ

１５：２０～１７：００

注　　意

合図があるまで開いてはいけません。

本冊子は回収しますので、持ち帰らないで下さい。

受験番号と氏名を記載して下さい。

受 験 番 号	
氏　　名	

1　以下の各問に答えよ。

X 線を電子に当てると、散乱された X 線の中には入射 X 線と波長の異なるものが含まれる。この現象はコンプトン散乱と呼ばれ、粒子(光子)である X 線と電子の弾性散乱によるものとして説明できる。光子の速さを c、プランク定数を h として、次の問１、問２に答えよ。

問１. 波長 λ の X 線を光子と考えたときの光子の運動量 p とエネルギー E として正しいものを、次の①～⑫のうちから一つずつ選び、番号で答えよ。

p = [1]

E = [2]

① $h\lambda$　② $\frac{1}{h\lambda}$　③ $\frac{\lambda}{h}$　④ $\frac{h}{\lambda}$

⑤ $\frac{c\lambda}{h}$　⑥ $\frac{1}{h\lambda}$　⑦ $\frac{ch}{\lambda}$　⑧ $\frac{h\lambda}{c}$

⑨ $\frac{h}{c\lambda}$　⑩ $\frac{c}{h\lambda}$　⑪ $ch\lambda$　⑫ $\frac{1}{ch\lambda}$

問２. 波長 λ の X 線が静止している質量 m の電子に衝突すると、X 線は入射方向に対して様々な方向に散乱される。ここで、図のように X 線が入射方向に対して逆向きに散乱された場合を考える。散乱された X 線の波長 λ' と入射 X 線の波長 λ の差はいくらか。正しいものを、下の①～⑩のうちから一つ選び、番号で答えよ。

ただし，$\lambda' - \lambda$ が λ に比べて十分に小さく、$\frac{\lambda'}{\lambda} + \frac{\lambda}{\lambda'} \fallingdotseq 2$ と近似できるとする。

$\lambda' - \lambda$ = [3]

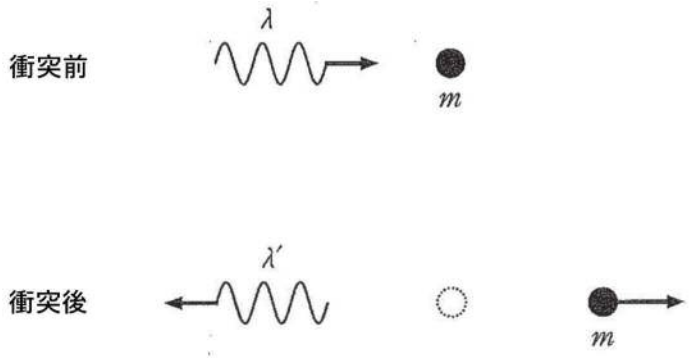

図　波長λの X 線と質量 m の電子の衝突

① 0　② $\frac{m}{2ch}$　③ $\frac{m}{ch}$　④ $\frac{2m}{ch}$　⑤ $\frac{h}{2mc}$

⑥ $\frac{h}{mc}$　⑦ $\frac{2h}{mc}$　⑧ $\frac{ch}{2m}$　⑨ $\frac{ch}{m}$　⑩ $\frac{2ch}{m}$

2　次の文章を読んで以下の各問いに答えなさい。

卵を産んで繁殖する動物には、親の大きさが同じぐらいであっても、1個体あたりの産卵数が多い種と少ない種があり、それぞれ（　1　）を受けてきた結果であると考えられる。一般に、少数の卵を産む種では多数の卵を産む種と比較して卵の（　2　）が大きく、（　3　）が多い傾向がある。一方、卵を産まない(a)卵胎生や胎生の動物では、幼生や幼体が母体から直接産み出される。

繁殖シーズンになると毎日のように産卵や放精を行う種もあれば、特定の日時に限られる種もある。極端な例では、(b)1年に1回（または数回）だけ特定の時間帯に産卵や放精を一斉に行う種も知られている。

問1．ダーウィンは（　1　）の考え方をもとに生物進化の仕組みを提唱した。適切な語句を記入しなさい。

問2．（　2　）に適切な語句を記入しなさい。

問3．（　3　）に適切な語句を記入しなさい。

問4．下線部（a）について、より多くの子孫を残すうえで「卵胎生や胎生」の利点と欠点を一つずつあげなさい。

問5．下線部（b）の動物にもっともよくあてはまるものを次の中から一つ選び、記号で答えなさい。

（ア）イモリ　（イ）メダカ　（ウ）ショウジョウバエ　（エ）プラナリア

（オ）テーブルサンゴ　（カ）ホシズナ

3　次の各問に答えなさい。

問１．「ＯＫＩＮＡＷＡ」という語の７文字すべてを並べてできる順列について、

（１）「ＡＡ」という並びを含む順列は全部でいくつあるか。

（２）母音と子音が交互に並ぶ順列は全部でいくつあるか。

問２．本塁打を打つ確率が $\frac{1}{10}$ の野球選手がいる。

（１）１週間に７試合あり、この選手が１試合で５回打席に立つとすると、１試合および１週間にこの選手が打つ本塁打の本数の期待値はそれぞれいくらか。

（２）この選手が n 回打席に立って少なくとも１本の本塁打を打つ確率はいくらか。

（３）この選手が本塁打を打つのを目撃する確率を 90%以上にするためには、少なくとも何回の打席を観戦する必要があるか。

ただし、$\log_{10} 9 = 0.954$ とする。

問３．ある地域のある１週間の SARS-CoV-2 新規感染者のウイルス検体のうち無作為に 150 検体を選んでゲノム解析を行ったところ、オミクロン株が 60 検体であった。この時期のこの地域で蔓延する SARS-CoV-2 のうちオミクロン株の比率は何%から何%だったと考えられるか、信頼度 95%で推定しなさい。小数点以下第２位を四捨五入して小数点以下第１位まで答えなさい。

ただし、標本の大きさ n が大きいときには、その標本の中である性質を持つものの比率（標本比率）R を用いて、母比率 p の信頼度 95%の信頼区間が

$$R - 1.96 \times \sqrt{\frac{R(1-R)}{n}} \leq p \leq \mathrm{R} + 1.96 \times \sqrt{\frac{R(1-R)}{n}}$$

として推定される。

次ページに続く

問４．マウスの同じ週齢のオス 10 匹を無作為に５匹ずつの２群に分けて、それぞれに飼料Ａまたは飼料Ｂを与えて飼育したところ、３か月後の各個体の体重は下表１のとおりであった。この飼料の違いがマウスの体重に影響したと言えるかどうかについて、下表２の t 分布表を利用して有意水準を５％として検定しなさい。

ただし、$\sqrt{5} = 2.236$ とする。また、２群Ａ、Ｂの標本平均値の差 $\bar{x}_{\mathrm{A}} - \bar{x}_{\mathrm{B}}$ の準標準化変量（t 値）は、標本の大きさがともに n の場合、標本分散 s^2 を用いて次の式で与えられる。

$$t_{\bar{x}_{\mathrm{A}}-\bar{x}_{\mathrm{B}}} = \frac{\bar{x}_{\mathrm{A}} - \bar{x}_{\mathrm{B}}}{\sqrt{\dfrac{{s_{\mathrm{A}}}^2 + {s_{\mathrm{B}}}^2}{n-1}}}$$

表１．２種類の飼料で飼育したマウスの体重［g］

飼料A	飼料B
28	28
29	33
27	31
30	29
31	34

表２．t 分布表（各自由度に対応する各有意水準での t 値の臨界値）

両側	0.1	0.05	0.01	0.001
片側	0.05	0.025	0.005	0.0005
自由度 1	6.314	12.706	63.657	636.620
2	2.920	4.303	9.925	31.598
3	2.353	3.183	5.841	12.941
4	2.132	2.776	4.604	8.610
5	2.015	2.571	4.032	6.859
6	1.943	2.447	3.707	5.959
7	1.895	2.365	3.500	5.405
8	1.860	2.306	3.355	5.041
9	1.833	2.262	3.250	4.781
10	1.813	2.228	3.169	4.587