２０２５年度　一般選抜試験問題　　【マーク　一般①】

理　科

【物理】　【化学】　【生物】

（60 分）

注意事項

① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
② 解答にはＨＢまたはＢの黒鉛筆（シャープペンシルはＨＢまたはＢの芯であれば使用可）を使用しなさい。
③ マークシートの解答用紙には、氏名、受験番号、科目を記入する欄と受験番号、解答科目をマークする欄があります。
④ 解答方法は、マーク式（解答番号を選択する方式）です。マークシートの解答用紙にマークしなさい。

例えば、［ 10 ］と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の（例）のように**解答番号 10 の解答欄の③にマーク**しなさい。

（例）

解答番号	解　答　欄
10	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

⑤ 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を高くあげて監督者に知らせなさい。

物　　理

受験者は 1 から 4 全てを解答しなさい。

1

図 1 のように傾斜角 θ を変えることのできるあらい斜面をもつ台を床に固定し，質量 m の物体 A を斜面上に置いた。傾斜角を $\theta=0$ から大きくしていくと，$\theta=\theta_1$ のとき，物体 A は静止したままであった。重力加速度の大きさを g とし，斜面と物体 A との静止摩擦係数を μ，動摩擦係数を μ' として以下の問いに答えよ。

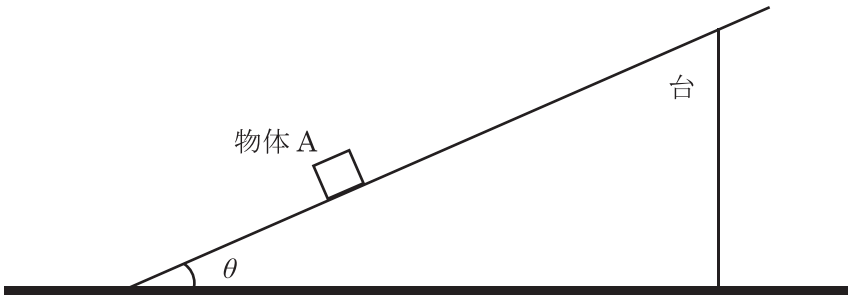


図 1

問 1　傾斜角 $\theta=\theta_1$ のとき，物体 A にはたらく静止摩擦力の大きさとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

① mg　② μmg　③ $mg\sin\theta_1$
④ $mg\cos\theta_1$　⑤ $\mu mg\sin\theta_1$　⑥ $\mu mg\cos\theta_1$

さらに傾斜角を大きくしていくと，傾斜角 $\theta=\theta_2$ をこえると物体 A がすべりだした。

問 2　$\tan\theta_2$ の値として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

① μm　② $\frac{m}{\mu}$　③ μ
④ $\frac{1}{\mu}$　⑤ μg　⑥ $\frac{g}{\mu}$

図 2 のように，物体 A と同じ材質でできた質量 M の物体 B を物体 A と糸がたるむことなくつなぎ，斜面上に置いた。傾斜角を $\theta=0$ から大きくしていくと，物体 A，B は静止したままで，$\theta=\theta_3$ をこえると，物体 A，B は同時に糸がたるむことなくすべりだした。斜面と物体 B との静止摩擦係数を μ，動摩擦係数を μ' とする。

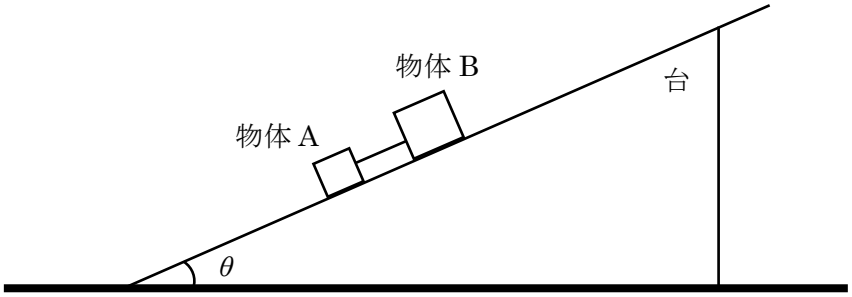


図 2

問 3　θ_3 と θ_2 の関係として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。3

① $\theta_3=\theta_2$　② $\theta_3>\theta_2$　③ $\theta_3<\theta_2$

④ $\theta_3=\frac{1}{\theta_2}$　⑤ $\theta_3>\frac{1}{\theta_2}$　⑥ $\theta_3<\frac{1}{\theta_2}$

問 4　傾斜角 $\theta=\theta_4$（$>\theta_3$）のときの，物体 A，B の加速度の大きさとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。4

① $\mu' g\sin\theta_4$　② $\mu' g\cos\theta_4$　③ $g\sin\theta_4+\mu' g\cos\theta_4$

④ $\mu' g\sin\theta_4+g\cos\theta_4$　⑤ $g\sin\theta_4-\mu' g\cos\theta_4$　⑥ $\mu' g\sin\theta_4-g\cos\theta_4$

図 3 のように，傾斜角 $\theta=\theta_4$（$>\theta_3$）の斜面上に物体 A，B を糸でつないで置き，物体 B に斜面に平行な大きさ f の力を加えると，斜面に沿って一定の加速度で上昇した。

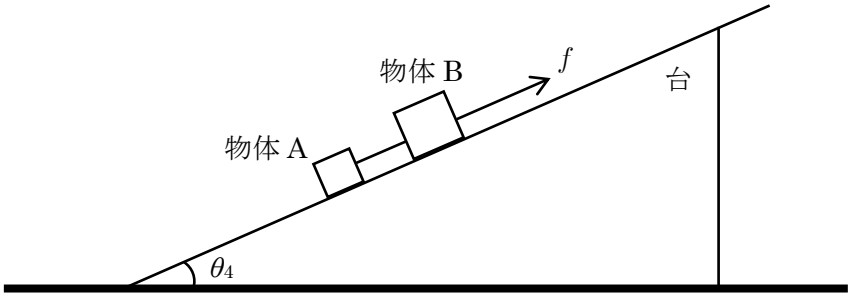


図 3

問 5　物体 A，B 間の糸の張力の大きさとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。5

① $\frac{M}{m+M}f+(m+M)(g\sin\theta_4+\mu' g\cos\theta_4)$　② $\frac{M}{m+M}f-(m+M)(g\sin\theta_4+\mu' g\cos\theta_4)$

③ $\frac{m}{m+M}f+(m+M)(g\sin\theta_4+\mu' g\cos\theta_4)$　④ $\frac{m}{m+M}f-(m+M)(g\sin\theta_4+\mu' g\cos\theta_4)$

⑤ $\frac{M}{m+M}f$　⑥ $\frac{m}{m+M}f$

2

抵抗値 r の抵抗，電気容量 $2C$ のコンデンサー1，電気容量 $3C$ のコンデンサー2，起電力 E の電源，切り替え可能なスイッチを用いて図 1 のような回路をつくった。電池の内部抵抗は無視できるとして以下の問いに答えよ。最初，コンデンサー1，2 の電荷は 0 である。

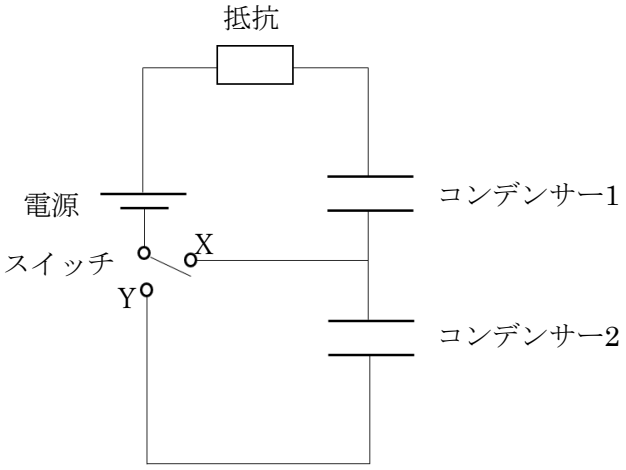


図 1

問 1　スイッチを X 側に入れ十分時間が経過した後，抵抗に流れる電流の大きさとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。6

① 0　② $\frac{E}{r}$　③ $\frac{E}{3r}$

④ $\frac{r}{E}$　⑤ $\frac{3r}{E}$　⑥ ∞

問 2　問 1 のとき，コンデンサー1 に蓄えられる電荷として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。7

① 0　② $\frac{CE}{3}$　③ $\frac{CE}{2}$

④ $2CE$　⑤ $3CE$　⑥ $5CE$

問 3　問 1 の状態から，スイッチを Y 側に倒して十分時間が経過した後，コンデンサー2 に蓄えられる電荷として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。8

① 0　② $\frac{CE}{3}$　③ $\frac{CE}{2}$

④ $2CE$　⑤ $3CE$　⑥ $5CE$

次に，スイッチを切り，コンデンサー1，2 の電荷を 0 にし，図 2 のように図 1 の回路に抵抗値 r の抵抗を加え，回路を作った。

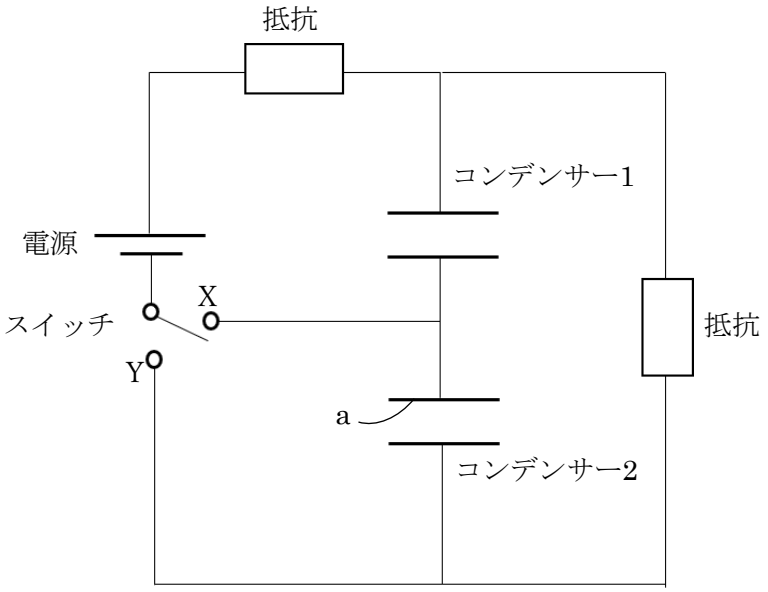


図 2

問 4　スイッチを X 側に入れ十分時間が経過した後，コンデンサー2 の極板 a に蓄えられる電荷として正しいものを，次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。9

① 0　② $\frac{CE}{3}$　③ $\frac{CE}{2}$

④ $2CE$　⑤ $3CE$　⑥ $-\frac{CE}{3}$

⑦ $-\frac{CE}{2}$　⑧ $-2CE$　⑨ $-3CE$

問 5　問 4 の状態から，スイッチを Y 側に倒して十分時間が経過した後，コンデンサー2 の極板 a に蓄えられる電荷として正しいものを，次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。10

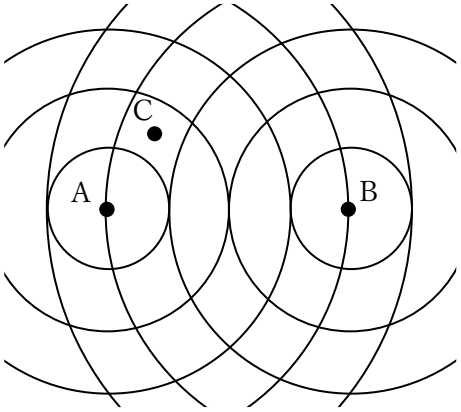
① 0　② $\frac{12}{5}CE$　③ $\frac{16}{5}CE$

④ $6CE$　⑤ $8CE$　⑥ $-\frac{12}{5}CE$

⑦ $-\frac{16}{5}CE$　⑧ $-6CE$　⑨ $-8CE$

3

十分に大きい水槽に浅く水を張り，水面上の 2 点 A，B を同位相で 1 秒間に f 回単振動させた。図の円は時刻 0 における波の山を表しており，点 A，B は波の山の状態である。AB 間の長さを l とする。また点 C は点 A，B からの距離がそれぞれ $\frac{3}{8}l$ ，$\frac{7}{8}l$ の点である。



問 1　波の周期，および波長の組み合わせとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。11

	①	②	③	④	⑤	⑥
周期	$\frac{1}{f}$	$\frac{1}{f}$	$\frac{1}{f}$	fl	fl	fl
波長	l	$\frac{l}{2}$	$\frac{l}{4}$	l	$\frac{l}{2}$	$\frac{l}{4}$

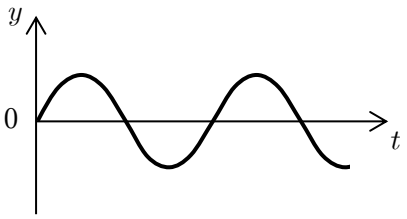
問 2　波の伝わる速さとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。12

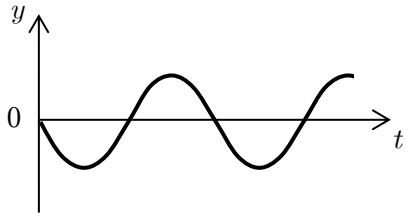
① $\frac{l}{f}$　② $\frac{l}{2f}$　③ $\frac{l}{4f}$　④ fl　⑤ $\frac{fl}{2}$　⑥ $\frac{fl}{4}$

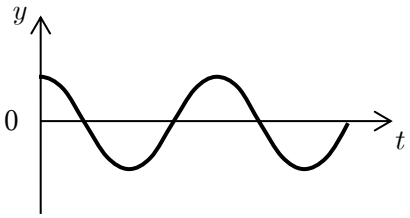
問 3　AB 間にできる節の数として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。13

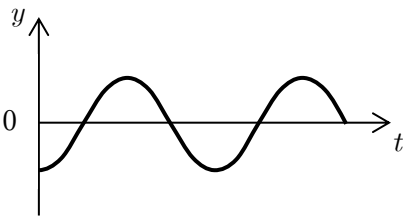
① 3　② 4　③ 5　④ 6　⑤ 7　⑥ 8

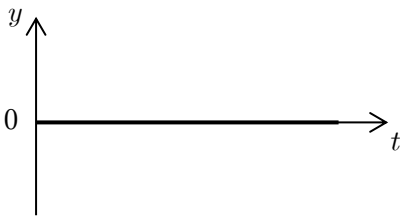
問 4　点 C の変位の時間変化はどのようになるか。変位 y を縦軸に，時刻 t を横軸にしたグラフとして最も適当なものを，次の①～⑦のうちから一つ選びなさい。14

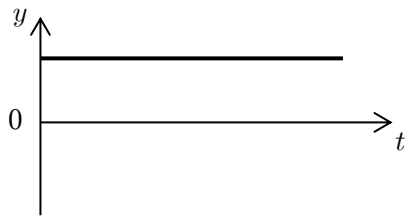
①


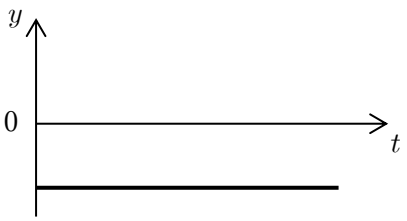
②


③


④


⑤


⑥


⑦


問 5　点 A からの波はそのままで，点 B からの波のみを逆位相にした。点 A からの波が図と同じ状態になったときを時刻 0 とする。このとき点 C の変位の時間変化はどのようになるか。変位 y を縦軸に，時刻 t を横軸にしたグラフとして最も適当なものを，問 4 の①～⑦のうちから一つ選びなさい。15

4 次の文章(Ⅰ・Ⅱ)を読み，以下の各問いに答えなさい。

Ⅰ　図1のように，一部が空いた断熱容器の左端にばねを固定し，水平な床の上に置いた。このばねの反対側の端に断熱材でできたピストンを容器に対して垂直に取り付けた。容器の右側には大きさの無視できるヒーターがつけられ，容器内の気体に熱を与えることができる。容器内の右側には圧力 P_0，絶対温度 T_0 の単原子分子理想気体が封入されている。はじめ，ばねは自然の長さで，容器の右端からピストンまでの長さは a であった。ピストンの断面積を S，大気圧を P_0 として以下の問いに答えよ。

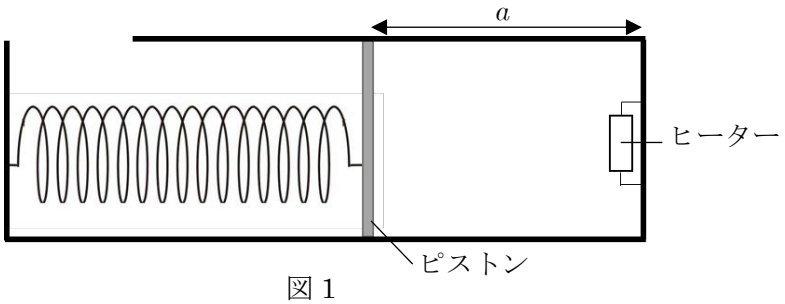


図1

ヒーターで，容器内の気体に熱量 Q の熱を与えると，気体が膨張し，ピストンが左に $\frac{1}{9}a$ 動き，容器内の気体の圧力が $\frac{9}{8}P_0$ となった。

問1　このばねのばね定数として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。16

① $\frac{81}{80}\frac{P_0S}{a}$　② $\frac{1}{8}\frac{P_0S}{a}$　③ $\frac{9}{8}\frac{P_0S}{a}$

④ $\frac{81}{8}\frac{P_0S}{a}$　⑤ $\frac{1}{9}\frac{P_0S}{a}$　⑥ $\frac{8}{9}\frac{P_0S}{a}$

問2　容器内の気体の温度として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。17

① $\frac{10}{9}T_0$　② $\frac{9}{8}T_0$　③ $\frac{5}{4}T_0$

④ $\frac{9}{10}T_0$　⑤ $\frac{8}{9}T_0$　⑥ $\frac{4}{5}T_0$

問3　熱量 Q として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。18

① $\frac{7}{18}P_0Sa$　② $\frac{11}{18}P_0Sa$　③ $\frac{13}{36}P_0Sa$

④ $\frac{37}{144}P_0Sa$　⑤ $\frac{53}{144}P_0Sa$　⑥ $\frac{71}{144}P_0Sa$

Ⅱ　図 2 に示すイオン源に質量 m の 1 価の陽イオン（電荷+e）が生じている。イオン源には小さな穴が設けられており，陽イオンはこの穴を通ってイオン源の外に出る。外に出た陽イオンを電圧 V で加速すると，陽イオンの速さ v は $v=\sqrt{\frac{2eV}{m}}$ となり，磁束密度 B の一様な磁場に対し垂直に入射する。

磁場に入射後，陽イオンは磁場から力を受けて等速円運動し，磁場に対し垂直に飛び出し，距離 L だけ離れた位置の検出器に到達した。以下の問いに答えよ。

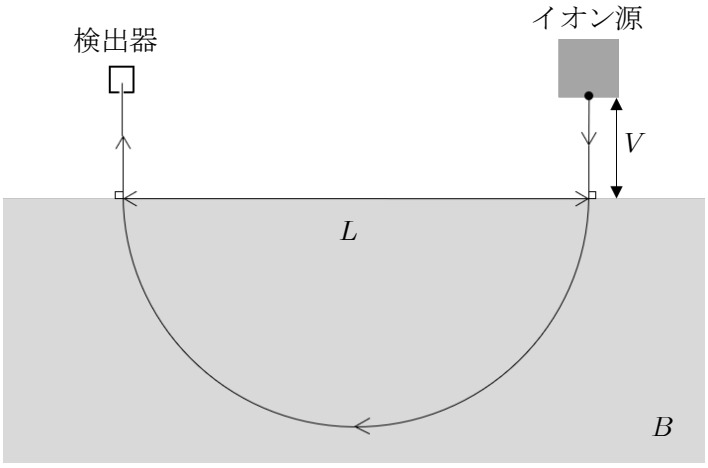


図 2

問 4　陽イオンが図 2 のような円軌道を描くための磁場の向きとして正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。19

①　上	②　下	③　右
④　左	⑤　紙面に対し裏から表	⑥　紙面に対し表から裏

問 5　磁場中での陽イオンの等速円運動の半径として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，速さ v をそのまま用いること。20

①　$\frac{eB}{mv}$	②　$\frac{mv}{eB}$	③　$\frac{eBv^2}{m}$
④　$\frac{2eB}{mv}$	⑤　$\frac{2mv}{eB}$	⑥　$\frac{2eBv^2}{m}$

問 6　陽イオンの質量 m として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。21

①　$\frac{eB^2L^2}{16V}$	②　$\frac{eB^2L^2}{8V}$	③　$\frac{eB^2L^2}{2V}$
④　$e\sqrt{\frac{BV}{L}}$	⑤　$2e\sqrt{\frac{BV}{L}}$	⑥　$4e\sqrt{\frac{BV}{L}}$

（余　　白）

化　　学

必要があれば、次の値を使うこと。
原子量　H　1.0　　C　12　　N　14　　O　16　　S　32
気体定数　8.3×10^{3} Pa・L/(K・mol)
ファラデー定数　9.65×10^{4} C/mol

1　各問いに答えよ。

問１　物質の分離・精製法に関する記述として不適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

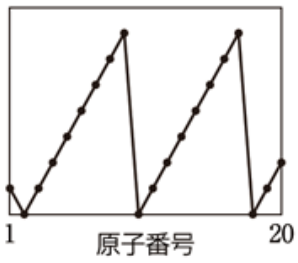
①　ヨウ素とヨウ化カリウムの混合物から、昇華を利用してヨウ素を取り出す。
②　食塩水をろ過して、塩化ナトリウムを取り出す。
③　液体空気を分留して、酸素と窒素をそれぞれ取り出す。
④　インクに含まれる複数の色素を、クロマトグラフィーによりそれぞれ分離する。
⑤　つぶした大豆に適当な溶媒を加え、油だけを抽出して取り出す。

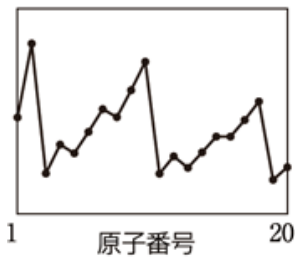
問２　水分子 H_2O 1 個に含まれる陽子の数 a、電子の数 b、および中性子の数 c の大小関係を正しく表しているものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。ただし、この水分子は ^{1}H と ^{16}O からなるものとする。 2

①　a＝b＝c　　②　a＝b＞c　　③　c＞a＝b　　④　b＝c＞a
⑤　a＞b＝c　　⑥　c＝a＞b　　⑦　b＞c＝a

問３　次のグラフは、原子番号 1～20 の元素の性質を示す数や量を表したものである。a、b に該当するものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

a 3　　b 4





①　電子の数　　②　価電子の数　　③　原子半径
④　第 1 イオン化エネルギー　　⑤　最外殻電子の数

問４　金属について、次の **a** 、 **b** の各問いに答えよ。

a　金属に関する次の記述の中で、正しいものを一つ選べ。 5

① 金属は、電気伝導性はよいが、熱伝導性はよくない。

② 金属の単体は、常温ですべて固体である。

③ 典型元素からなる金属の融点は、一般に、遷移元素からなる金属よりも高い。

④ 金属結晶が強い力を受けてもくだけにくいのは、クーロン力のためである。

⑤ 金属結晶中には、自由に動きまわることができる自由電子が存在する。

b　原子番号 1～20 の元素の中で金属元素はいくつあるか。一つ選べ。 6

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問５　分子中の結合には極性があるが、分子全体では極性が打ち消し合って極性を持たない分子の例として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

① オゾン　② アンモニア　③ 塩化水素　④ 水　⑤ 二酸化炭素

問６　次の①～④の法則について、法則の名前とそれぞれの説明との関係として、正しいものを一つ選べ。 8

① 倍数比例の法則 : 2 種類の元素からなる化合物がいくつかあるとき、一方の元素の一定質量と化合している他方の元素の質量は、化合物の間で簡単な整数比となる。

② 気体反応の法則 : 化学反応の前後で、反応に関係した物質の総質量は変わらない。

③ 定比例の法則 : 同温・同圧のもとで、反応する気体や生成する気体の間には、簡単な整数比が成り立つ。

④ 質量保存の法則 : ある化合物中の元素の質量の比は、その化合物のつくり方に関係なく、常に一定である。

問７　ある金属 **M** の酸化物 MO_2 17.4 g を還元すると、**M** の単体が 11.0 g 得られた。金属 **M** の原子量はいくらか。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 9

① 6.4　② 23　③ 33　④ 55　⑤ 64　⑥ 73

問８　酸素に紫外線を照射すると、酸素 O_2 の一部がオゾン O_3 に変化する。標準状態で 1000 mL の酸素に紫外線を照射したところ、同じ温度、同じ圧力で、気体の体積は 950 mL となった。混合気体中のオゾンの体積百分率は何%か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 10 %

① 5.0　② 11　③ 25　④ 50　⑤ 85　⑥ 90

問９　0.036 mol/L の酢酸水溶液の pH は 3.0 であった。

a　この酢酸水溶液 10.0mL を、水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、18.0mL を要した。水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 11 mol/L

① 0.010　② 0.020　③ 0.040　④ 0.065　⑤ 0.130

b　この酢酸水溶液中の酢酸の電離度として、最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 12

① 1.0×10^{-6}　② 1.0×10^{-3}　③ 2.8×10^{-2}

④ 3.6×10^{-2}　⑤ 3.6×10^{-1}

問 10　次の塩の中で、酸性塩に分類され、水溶液が塩基性を示すものを一つ選べ。 13

① 塩化アンモニウム　② 硝酸カリウム　③ 硫酸水素ナトリウム

④ 硫酸ナトリウム　⑤ 炭酸ナトリウム　⑥ 炭酸水素ナトリウム

問 11　次の酸化還元反応で、下線を付した原子の酸化数が反応の前後で最も大きく変化するのはどれか。一つ選べ。 14

① $4\underline{N}H_3 + 5O_2 \rightarrow 4\underline{N}O + 6H_2O$

② $2K\underline{Cl}O_3 \rightarrow 2K\underline{Cl} + 3O_2$

③ $Cu + 2H_2\underline{S}O_4 \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O + \underline{S}O_2$

④ $SO_2 + 2H_2O + \underline{Cl}_2 \rightarrow H_2SO_4 + 2H\underline{Cl}$

問 12　ある濃度のヨウ素溶液（ヨウ化カリウムを含むヨウ素の水溶液）10.0 mL を 0.010 mol/L のチオ硫酸ナトリウム $Na_2S_2O_3$ 水溶液で滴定したところ、2.0 mL を要した。ただし、ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムの反応は、それぞれ次のイオン反応式で表される。

$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$

$2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$

ヨウ素溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 15 mol/L

① 1.0×10^{-3}　② 2.0×10^{-3}　③ 5.0×10^{-3}

④ 1.0×10^{-2}　⑤ 2.0×10^{-2}

2 各問いに答えよ。

問1 次の各気体が、同温・同圧下にあるとき、密度が最も大きいものはどれか。最も適当なものを解答群から一つ選べ。 16

① CO　② NH_3　③ NO_2　④ H_2S　⑤ SO_2

問2 1.0×10^5 Pa において、酸素、窒素は 0 ℃の水 1 L にそれぞれ 49 mL、24 mL 溶ける。また、空気における酸素と窒素の体積比を 1：4 とする。

0 ℃、1.0×10^5 Pa のもとで、1 L の水に空気を接触させておいたとき、溶けている酸素の体積と窒素の体積の合計を標準状態に換算して表すと、何 mL になるか。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 17 mL

① 9.8　② 29　③ 49　④ 73　⑤ 145

問3 0.44 g のプロパン C_3H_8(気)を完全燃焼させたときに発生する熱をすべて 0 ℃の氷 36 g に与えた。C_3H_8(気)の燃焼で生じた熱は、すべて水の温度上昇と状態変化に使われるものとして、反応終了後の水の温度は何℃になるか。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。ただし、水の比熱を 4.2 J/(g･K)とし、0 ℃における氷の融解エンタルピーを＋6.00 kJ/mol、C_3H_8(気)の燃焼エンタルピーを－2220 kJ/mol とする。 18 ℃

(下線部について旧課程表記では、氷の融解熱を 6.00 kJ/mol、C_3H_8(気)の燃焼熱を 2220 kJ/mol とする。どちらの表記を用いても解答の値は同じである。)

① 0　② 13　③ 46　④ 67　⑤ 100

問４　一般的なリン酸型燃料電池の構成は、下記の電池式で表される。1.93×10^{3} C の電気量を得るために消費される水素は、標準状態で何 mL か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 19 mL

（－）$Pt \cdot H_2 \mid H_3PO_4aq \mid O_2 \cdot Pt$（＋）

①　11.2　　②　22.4　　③　112　　④　224　　⑤　448

問５　酢酸ナトリウムを水に溶解すると酢酸イオンとナトリウムイオンに完全に電離する。生成した酢酸イオンは水分子と反応し、

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$$

の平衡状態にあるため、水溶液は塩基性を示す。0.10 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液の pH はいくらか。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。ただし、酢酸の電離定数は 2.5×10^{-5} mol/L、水のイオン積 K_w は 1.0×10^{-14} $(mol/L)^2$、$\log_{10}2=0.30$ とする。

20

①　7.0　　②　7.3　　③　7.7　　④　8.3　　⑤　8.8

3　各問いに答えよ。

問1　ハロゲンとその化合物に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　ハロゲンの単体の酸化力は、原子番号が小さいものほど強い。 21

b　単体の塩素 Cl_2 は水に少し溶け、一部が反応して塩化水素と過塩素酸が生じるため、塩素水は漂白剤や殺菌剤に用いられる。 22

c　単体の塩素は、酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱し、発生した気体を水や濃硫酸を入れた洗気びんに通したのち、下方置換で集める。 23

d　フッ化水素 HF の水溶液はフッ化水素酸とよばれ、塩酸と同様に強酸でガラスを溶かす。 24

e　臭化銀 AgBr には感光性があり、光が当たると分解されて褐色の酸化銀が生じる。 25

問2　ケイ素とその化合物に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　単体のケイ素 Si はダイヤモンドと同じ分子結晶で、半導体の性質を示す。 26

b　二酸化ケイ素 SiO_2 は共有結合結晶で、硬くて融点が高い。フッ化水素酸にはヘキサフルオロケイ酸を生じて溶ける。 27

c　二酸化ケイ素に塩基を加えて加熱してできたケイ酸ナトリウムに、水を加えて煮沸すると粘性の大きな液体が得られる。これを水ガラスという。 28

d　水ガラスに酸を加えると半透明ゲル状のケイ酸が生じ、このケイ酸を熱して一部脱水すると、多孔質で水蒸気を吸着できる乾燥剤のソーダ石灰が得られる。 29

e　ガラスは Si と O がつくる立体構造に Na^+ や Ca^{2+} が入り込み、構成粒子が規則正しく並んだ結晶である。 30

問３　典型金属元素とその化合物に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　単体のアルミニウム Al は、ボーキサイトから得られる炭酸アルミニウムを水溶液にして電気分解することで得られる。 31

b　単体のアルミニウムの表面に電気分解で緻密な酸化被膜を人工的につけた製品をアルマイトという。 32

c　ミョウバンは、硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの混合水溶液を冷却することで得られ、複塩に分類される。 33

d　スズ Sn は融点が高く耐食性が高いため、古くから生活に利用されてきた。鉄とスズの合金をブリキといい、缶詰や玩具に用いられている。 34

e　鉛 Pb は 14 族元素であり酸にも塩基にも溶ける両性元素だが、希塩酸や希硫酸には化合物の被膜をつくるので溶けにくい。 35

問４　鉄とその化合物に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　単体の鉄 Fe は、赤鉄鉱や磁鉄鉱といった鉄鉱石を高炉内で一酸化炭素で還元してつくられるが、このときできた鉄は不純物を含み、銑鉄とよばれる。 36

b　銑鉄や鋼は、湿った空気中ではさびやすい。湿った空気中で生じる四酸化三鉄 Fe_3O_4 は黒さびともよばれる。 37

c　鉄をさびにくくするために、Cr や Ni などを混ぜて合金にしたものをジュラルミンという。 38

d　鉄(Ⅱ)イオン Fe^{2+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えていくと、緑白色の沈殿が生じるが、さらに加えると沈殿は溶ける。 39

e　鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} を含む水溶液にチオシアン酸カリウム KSCN 水溶液を加えていくと、血赤色の沈殿が生じるが、さらに加えると沈殿は溶ける。 40

4　各問いに答えよ。

問1　脂肪族炭化水素に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　アルカンの沸点は、炭素数が多いほど高く、同じ分子式でも分枝の数が増えるほど高くなる。 41

b　メタンに塩素を混ぜて光を当てると、クロロメタンと塩化水素が生じる。 42

c　炭素数が 4 でアルケンに分類されるものには、幾何異性体も区別すると 4 つの異性体が存在する。 43

d　アルカンもアルケンも、過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ によって酸化されやすい。 44

e　多数のアセチレン C_2H_2 を付加重合して得られるポリアセチレンは、ハロゲンを少量加えると電気伝導性を示すようになり、導電性高分子として利用される。 45

問2　アルコールとエーテルに関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　異性体の関係にあるアルコールとエーテルでは、分子間に働くファンデルワールス力の影響でエーテルの方が沸点が高くなる。 46

b　メタノールとナトリウムが反応して、水素が 0.01mol 発生したとき、反応したメタノールは 0.02mol である。 47

c　130～140℃に加熱した濃硫酸にエタノールを少しずつ加えると、分子間で脱水反応が起こり、ジエチルエーテルが生じる。 48

d　エチレングリコールは 2 価のアルコールで、自動車エンジンの冷却材やポリエチレンテレフタラート(PET)などの合成繊維の原料に用いられる。 49

e　ジエチルエーテルは揮発性の液体で麻酔性がある。 50

問3　芳香族炭化水素に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　ベンゼン分子は、すべての炭素原子間の距離が等しい正六角形の平面構造をしている。 51

b　ベンゼンに塩素を付加反応させると、クロロベンゼンが生じる。 52

c　ナフタレンは、分子式 $C_{10}H_{10}$ で表される昇華性のある固体である。 53

d　*o*（オルト）－キシレンを酸化すると、PET の原料が得られる。 54

e　トルエンを混酸でニトロ化を進めていくと、爆薬に利用される TNT が生じる。 55

問４　芳香族カルボン酸に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　安息香酸は、トルエンを酸化すると得られる。 56

b　フタル酸を加熱すると容易に脱水が起こり、酸無水物の無水フタル酸ができる。 57

c　サリチル酸にメタノールと濃硫酸を加えると、サリチル酸メチルが生じる。 58

d　アセチルサリチル酸は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると赤紫色を呈する。 59

e　フェノールと安息香酸を識別する方法として、炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて気体が発生した方が安息香酸である。 60

問５　糖類に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　グルコースを水溶液にすると、鎖状構造の分子が平衡状態で存在し、この分子がホルミル基（アルデヒド基）をもつため、ヨードホルム反応を示す。 61

b　ラクトースは、α－ガラクトースとβ－ガラクトースの還元性を示す構造中のヒドロキシ基を結合に用いているため、還元性を示さない。 62

c　スクロースをスクラーゼで加水分解すると、グルコースとフルクトースの等量混合物が得られる。これを転化糖といい、転化糖は還元性を示す。 63

d　デンプンを湯に浸すと可溶性部分と不溶性部分に分けられ、不溶性部分には枝分かれの多いアミロペクチンが含まれる。もち米に含まれるデンプンはほぼ 100%がアミロペクチンである。 64

e　セルロースの再生繊維の一つとして、セルロースをシュワイツァー試薬に溶かしてからセルロースを再生させるビスコースレーヨンが挙げられる。 65

問６　タンパク質に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

a　タンパク質を構成するアミノ酸の配列順序をタンパク質の一次構造、α－ヘリックスやβ－シートのような部分的立体構造を二次構造という。 66

b　毛髪はケラチンというタンパク質からなり、ケラチンの鎖状分子はジスルフィド結合－S－S－で結ばれていて一定の形を保っている。 67

c　タンパク質を加水分解したときに、アミノ酸のみを生じるものを複合タンパク質という。 68

d　タンパク質は複雑な四次構造をもつため、熱や酸などを加えるとその構造が変化し性質が変わる。これをタンパク質の変性といい、構造は元に戻らないことが多い。 69

e　卵白を水溶液にして水酸化ナトリウムを加えて加熱したのちに、酢酸水溶液で中和して酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黄色沈殿が生じる。このことから、卵白を構成するアミノ酸に硫黄が含まれることがわかる。 70

（余　　白）

生　　物

1　次の文章を読み、設問に答えよ。

以下の塩基配列は、A 型の血液型を示す人（人物 X とする）の、ある細胞の細胞質から得られた、赤血球 A 抗原の合成に関わる酵素の伝令 RNA(mRNA)における、アミノ酸配列に変換される領域（開始コドンから終止コドンまで）である。この領域の全塩基数は 1065 であった。以下の問いに答えよ。

（5‘末端側）

AUGGCCGAGGUGUUGCGGACGCUGGCCGGAAAACCAAAAUGCCACGCACUUCGACCUAUG
AUCCUUUUCCUAAUAAUGCUUGUCUUGGUCUUGUUUGGUUACGGGGUCCUAAGCCCCAGA
AGUCUAAUGCCAGGAAGCCUGGAACGGGGGUUCUGCAUGGCUGUUAGGGAACCUGACCAU
CUGCAGCGCGUCUCGUUGCCAAGGAUGGUCUACCCCCAGCCAAAGGUGCUGACACCGUGU
AGGAAGGAUGUCCUCGUGGU**G**ACCCCUUGGCUGGCUCCCAUUGUCUGGGAGGGCACAUUC
ⅰ
AACAUCGACAUCCUCAACGAGCAGUUCAGGCUCCAGAACACCACCAUUGGGUUAACUGUG
UUUGCCAUCAAGAAAUACGUGGCUUUCCUGAAGCUGUUCCUGGAGACGGCGGAGAAGCAC
UUCAUGGUGGGCCACCGUGUCCACUACUAUGUCUUCACCGACCAGCCGGCCGCGGUGCCC
CGCGUGACGCUGGGGACCGGUCGGCAGCUGUCAGUGCUGGAGGUGCGCGCCUACAAGCGC
UGGCAGGACGUGUCCAUGCGCCGCAUGGAGAUGAUCAGUGACUUCUGCGAGCGGCGCUUC
CUCAGCGAGGUGGAUUACCUGGUGUGCGUGGACGUGGACAUGGAGUUCCGCGAC**CAC**GUG
ⅱ
GGCGUGGAGAUCCUGACUCCGCUGUUCGGCACCCUGCACCCCGGCUUCUACGGAAGCAGC
CGGGAGGCCUUCACCUACGAGCGCCGGCCCCAGUCCCAGGCCUACAUCCCCAAGGACGAG
GGCGAUUUCUACUACCUGGGGGGGUUCUUCGGGGGGUCGGUGCAAGAGGUGCAGCGGCUC
ACCAGGGCCUGCCACCAGGCCAUGAUGGUCGACCAGGCCAACGGCAUCGAGGCCGUGUGG
CACGACGAGAGCCACCUGAACAAGUACCUGCUGCGCCACAAACCCACCAAGGUGCUCUCC
CCCGAGUACUUGUGGGACCAGCAGCUGCUGGGCUGGCCCGCCGUCCUGAGGAAGCUGAGG
UUCACUGCGGUGCCCAAGAACCACCAGGCGGUCCGG**AACCCGUGA**
ⅲ

（3‘末端側）

問 1　この mRNA から生じるタンパク質が持つアミノ酸数として、最も適当なものを次の中から一つ選べ。［ 1 ］

① 354　② 355　③ 356　④ 532　⑤ 533　⑥ 534
⑦ 1064　⑧ 1065　⑨ 1066

問 2　この mRNA を逆転写することで合成した DNA の 3’末端側から初めの 6 塩基の配列を示したものとして、最も適当なものを次の中から一つ選べ。［ 2 ］

① AUGGCC　② CCGUGA　③ UACCGG　④ GGCACU
⑤ TACCGG　⑥ GGCAGT　⑦ ATGCGG　⑧ CGGTGA

問 3　ABO 式血液型を発見した人物として、最も適当なものを次の中から一つ選べ。［ 3 ］

① ラントシュタイナー　② ガードン　③ ハミルトン　④ ローレンツ
⑤ ティンバーゲン　⑥ 利根川進　⑦ ハーディー　⑧ フォークト

問 4　O 型の赤血球を有するある人の遺伝子では、下線部 i のグアニンに対応する塩基配列に一塩基欠損の変異があることがわかった。O 型の人がこの遺伝子から合成するタンパク質について述べた文として、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 4

① 変異によって生じたコドンのみが本来とは異なるアミノ酸を指定することとなり、タンパク質の機能が大きく変化してしまう。
② 変異によって生じたコドンが本来と同じアミノ酸を指定することとなり、タンパク質の機能が変化することはない。
③ 変異によって生じたコドン以降が本来とは異なるアミノ酸を指定することとなり、分子量はそこまで変わらないが、機能が全く異なるタンパク質が生じる。
④ 変異によって生じたコドン以降が本来とは異なるアミノ酸を指定することとなり、程度は不明だが分子量は大きくなり、機能も全く異なるタンパク質が生じる。
⑤ 変異によって生じたコドン以降が本来とは異なるアミノ酸を指定することとなり、分子量は 3 分の 1 程度で、機能も全く異なるタンパク質が生じる。

問 5　別の人の赤血球 B 抗原の合成に関わる酵素の遺伝子では、下線部 ii のコドンに対応する DNA の塩基配列に変異が生じているが、アミノ酸配列には差が生じていないことがわかった。鋳型 DNA に生じた変異について述べた文として、以下の遺伝暗号表を参考にして、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 5

＜遺伝暗号表＞

1番目の塩基	2番目の塩基 U	2番目の塩基 C	2番目の塩基 A	2番目の塩基 G	3番目の塩基
U	UUU フェニルアラニン	UCU セリン	UAU チロシン	UGU システイン	U
	UUC フェニルアラニン	UCC セリン	UAC チロシン	UGC システイン	C
	UUA ロイシン	UCA セリン	UAA 終止コドン	UGA 終止コドン	A
	UUG ロイシン	UCG セリン	UAG 終止コドン	UGG トリプトファン	G
C	CUU ロイシン	CCU プロリン	CAU ヒスチジン	CGU アルギニン	U
	CUC ロイシン	CCC プロリン	CAC ヒスチジン	CGC アルギニン	C
	CUA ロイシン	CCA プロリン	CAA グルタミン	CGA アルギニン	A
	CUG ロイシン	CCG プロリン	CAG グルタミン	CGG アルギニン	G
A	AUU イソロイシン	ACU トレオニン	AAU アスパラギン	AGU セリン	U
	AUC イソロイシン	ACC トレオニン	AAC アスパラギン	AGC セリン	C
	AUA イソロイシン	ACA トレオニン	AAA リジン	AGA アルギニン	A
	AUG メチオニン	ACG トレオニン	AAG リジン	AGG アルギニン	G
G	GUU バリン	GCU アラニン	GAU アスパラギン酸	GGU グリシン	U
	GUC バリン	GCC アラニン	GAC アスパラギン酸	GGC グリシン	C
	GUA バリン	GCA アラニン	GAA グルタミン酸	GGA グリシン	A
	GUG バリン	GCG アラニン	GAG グルタミン酸	GGG グリシン	G

① コドンの 1 番目の塩基に対応する塩基が、C から G に変化している。
② コドンの 1 番目の塩基に対応する塩基が、G から A に変化している。
③ コドンの 2 番目の塩基に対応する塩基が、A から U に変化している。
④ コドンの 2 番目の塩基に対応する塩基が、T から C に変化している。
⑤ コドンの 3 番目の塩基に対応する塩基が、G から A に変化している。
⑥ コドンの 3 番目の塩基に対応する塩基が、C から U に変化している。

問 6　ヒトの ABO 式血液型を調べるために、A 型のヒトの血清と B 型のヒトの血清を用意して、ア～エの血液と混合させた。表はその結果（＋は凝集した、－は凝集しない）を示したものである。ア～エの血液のうち、A 抗原と特異的に反応する抗体を含むと考えられるものの組み合わせとして、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 6

	ア	イ	ウ	エ
A 型の血清	－	－	＋	＋
B 型の血清	－	＋	－	＋

① アとイ　② アとウ　③ アとエ　④ イとウ　⑤ イとエ
⑥ ウとエ　⑦ アとイとウ　⑧ アとイとエ　⑨ アとウとエ

問 7　上記の mRNA と同一の塩基配列を持つ mRNA を、人物 X の別の細胞の核内で探したが、完全に一致するものがほとんど見つからなかった。その理由を述べた文として、**誤っているもの**を次の中から一つ選べ。 7

① この mRNA の元となる遺伝子が、常時発現しているとは限らないから。
② この mRNA の元となる遺伝子が、全ての細胞で発現しているとは限らないから。
③ 核内の mRNA には、スプライシングの過程を経ていないものも多数あるから。
④ 調べた細胞がもつ赤血球抗原の合成に関わる酵素の遺伝子が B 型のものだったから。

問 8　下線部iiiに対応するアンチコドンを 3’末端側から全て並べたものとして、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 8

① AAC CCG TGA　② AAC CCG UGA　③ UUG GGC ACU　④ AGU GCC CAA
⑤ TTG GGC ACT　⑥ UCA CGG GUU　⑦ CGG GUU　⑧ UUG GGC

2　次の文章を読み、設問に答えよ。

気孔を取り囲む 2 個の(A)孔辺細胞の(B)細胞壁は、その厚さが不均等である。(C)気孔の開閉には、光や温度、湿度などの環境要因が関与している。大気中の湿度が低下して蒸散量が多くなり体内の水分が減少すると、孔辺細胞の膨圧が低下して蒸散量も低下する。根の吸水量が高まり体内水分が増大すると、孔辺細胞の膨圧が上昇して蒸散量も上昇する。

また乾燥した地域などでは(D)CAM 植物と呼ばれる植物が生育しており、気孔が開く時間帯も(E)C_3 植物や C_4 植物とは異なっている。

問 1　下線部 A の孔辺細胞について述べた文として、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 9

① 基本組織系の表皮組織に属する。
② 根の表面に最も多い。
③ 葉緑体を持つ。
④ 気孔側の細胞壁が逆側よりも薄い。

問 2　下線部 B の気孔の細胞壁の主成分として、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 10

① セルロース　② リボース　③ キチン　④ ペプチドグリカン

問 3　下線部 C の気孔の閉口に関係する植物ホルモンとして、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 11

① サイトカイニン　② エチレン　③ フォトトロピン　④ アブシシン酸

問 4　下線部 C の気孔の開口について述べた文として、**誤っているもの**を次の中から一つ選べ。 12

① 気孔の開口には、孔辺細胞が青色光を受光することが必要である。
② 気孔が開口するときには、カリウムイオンの流入が起こる。
③ フォトトロピンが受光することで気孔が開口する。
④ 気孔が開口するときには、気孔側の細胞膜が内側に陥入する。

問 5　下線部 D の CAM 植物の例として、**誤っているもの**を次の中から一つ選べ。 13

① サトウキビ　② パイナップル　③ ベンケイソウ　④ サボテン

問 6　下線部 D の CAM 植物について述べた文として、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 14

① 気孔から取り込まれた二酸化炭素は、ルビスコの働きでクエン酸と結合する。
② 二酸化炭素は固定されると、C_4 化合物であるホスホエノールピルビン酸になる。
③ 二酸化炭素の固定は維管束鞘細胞で行われる。
④ 二酸化炭素の固定によって生じた C_4 化合物は、液胞に蓄えられる。

問 7　下線部 E の C_3 植物について述べた文として、適当なものを次の中から二つ選べ。 15 16

① 光合成色素としてバクテリオクロロフィルやキサントフィルをもつ。
② 二酸化炭素を還元するための水素源に水を用いる。
③ 二酸化炭素を固定して有機物を合成するのに ATP を消費する。
④ チラコイド膜で生じた NADH は、ストロマの電子伝達系の ATP 合成に利用される。
⑤ 二酸化炭素不足の場合は光合成が十分にできないため、呼吸を完全に停止させる。
⑥ C_3 植物はすべて陰生植物のため、C_4 植物にくらべて光合成力が弱い。
⑦ 二酸化炭素が結合する物質が RuBP という C_3 化合物であるため、C_3 植物と呼ばれる。
⑧ チラコイド内からストロマ側へ水素イオンが濃度勾配に従って移動する際のエネルギーを用いて、ATP 合成が行われる過程を酸化的リン酸化という。

3　次の文章を読み、設問に答えよ。

生物は同種であっても様々な形質を持つ。同種の個体間で見られる形質の違いを変異という。変異には、(A)遺伝的変異と環境変異がある。

DNA 複製の誤りなどによって、塩基配列が変化することがある。これを(B)突然変異といい、遺伝的変異は突然変異によって生じる。

有性生殖を行う生物集団では、同一種内であっても個体間には遺伝的な変異が存在するため、生息環境の条件により生存や繁殖の面で個体間に差が生じることがあり、環境に適応している個体ほど生殖可能な年齢まで生き残り、自分と同じ形質を持つ子をより多く残す可能性が高い。これを(C)自然選択という。これにより、環境に適さない個体はふるい落とされやすくなり、次世代に遺伝子は受け継がれにくくなる。ある生物個体から生じた子のうち、生殖年齢まで生き残った子の数を(D)適応度といい、適応度の高い個体ほどより環境に適応していると考えられる。

問 1　下線部 A の遺伝的変異と環境変異について述べた文として、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 17

① 進化に関わるのは遺伝的変異である。
② 子に生じた環境変異の一部は、親に遺伝することがある。
③ クローン個体間には環境変異は存在しない。
④ 全ての変異は、進化において不利益を与える。

問 2　下線部 B の突然変異について述べた文として、**誤っているもの**を次の中から一つ選べ。 18

① 突然変異は必ず次世代に引き継がれる。
② 突然変異には、染色体の本数やその構成が変化するものもある。
③ 突然変異は体細胞でも生殖細胞でも起こる。
④ 突然変異を起こす原因の一例に、紫外線や放射線がある。

問 3　下線部 C の自然選択について述べた文として、**誤っているもの**を次の中から一つ選べ。 19

① 自然選択は集団内の遺伝子頻度を変化させる唯一の仕組みである。
② 自然選択の原因の一例に、気温などの環境要因と競争などの生物的要因がある。
③ 自然選択のモデルには、安定的選択、方向性選択、分断選択などがある。
④ ダーウィンが唱えた自然選択説の基本的な考え方が、現代の進化説に引き継がれている。

問 4　下線部 D の適応度について述べた文として、**誤っているもの**を次の中から一つ選べ。 20

① ワーカーなどの子を残さない個体の適応度は 0 である。
② ある個体が 100 匹の子を産んだからといって、適応度が 100 とは限らない。
③ 自分自身と、自分と血縁関係にある他個体によって自分の遺伝子をどれだけ増やせるかの尺度を、包括適応度という。
④ 近交弱勢が進めば集団全体としての適応度が上昇し、絶滅する確率が低下する。

問 5　自然選択によってある集団内の遺伝子頻度が変化することがある。遺伝子頻度が変化しない条件について述べた文として、適当なものを次の中から二つ選べ。 21 22

① 自家受精は一切行われてはいけない。
② ある程度集団が大きく、遺伝的浮動の影響が無視できる。
③ 性選択がはたらかない。
④ 異種の他個体の移出入がない。
⑤ 体細胞に突然変異が起こらない。

問 6　自然界では世代間で遺伝子頻度の変動が起こるが、遺伝子頻度が変動しないとした場合、耳垢の遺伝子（湿った耳垢の顕性遺伝子の遺伝子頻度を 0.6、乾燥した耳垢の潜性遺伝子の遺伝子頻度を 0.4 とする）について述べた文として、最も適当なものを次の中から一つ選べ。 23

① 乾燥した耳垢遺伝子を持つものの中で、遺伝子型がヘテロ個体の割合は 75%である。
② 湿った耳垢遺伝子を持つものの中で、遺伝子型がヘテロ個体の割合は 42%である。
③ 耳垢の遺伝子を持つ全個体の中で、表現型として湿った耳垢を示すものの割合は 36%である。
④ 表現型として乾燥した耳垢を示すものの中で、遺伝子型がホモ個体の割合は 16%である。

4　次の文章を読み、設問に答えよ。

(A)生物を構成する物質には(B)水、タンパク質、(C)炭水化物、脂質、核酸、無機塩類などがあり、(D)生物間における共通な部分も多い。

一方で、それらの物質から構成される(E)細胞内構造物には、生物によって異なっている部分もある。

問 1　下線部 A において、生物を構成する物質について述べた以下の文のうち、最も適切なものを一つ選べ。 24

① 核酸を構成する元素には、C、H、O、N、S がある。
② 脂質を構成する元素には、C、H、O、N、Au がある。
③ タンパク質を構成する元素には、C、H、O、P がある。
④ 無機塩類として、Ca は骨、Fe は酸素の運搬、Mg は光合成で重要な働きをする。

問 2　下線部 B において、生体内の水について述べた以下の文のうち、**誤っているもの**を一つ選べ。 25

① 比熱が高い。
② 細胞内で最も含量が多い。
③ 糖やタンパク質、無機塩類などさまざまなものを溶かす。
④ 分子量が極めて大きいため、浸透圧を生み出す。

問 3　下線部 C の炭水化物について述べた以下の文のうち、**誤っているもの**を一つ選べ。 26

① フルクトースやリボースは単糖類に含まれる。
② マルトースは二糖類に含まれる。
③ アミロースやアミロペクチンは、グルコースが多数結合した多糖類に含まれる。
④ グルコースは別名、デンプンとも呼ばれる。

問 4　下線部 D の生物がもつ細胞について述べた以下の文のうち、**誤っているもの**を一つ選べ。 27

① 必ず細胞膜をもつ。
② 必ずサイトゾルをもつ。
③ 必ずリボソームをもつ。
④ 必ず核をもつ。

問 5　下線部 E において、細胞内構造物について述べた以下の文のうち、**誤っているもの**を二つ選べ。 28 29

① 筋小胞体は細胞内のカルシウムイオンの濃度調節を行う。
② 中心体は、コケやシダなどの一部の植物も有する。
③ ミトコンドリアは ATP 合成の場である。
④ ゴルジ体はタンパク質合成の場である。
⑤ 液胞内は、細胞液で満たされている。
⑥ リソソームはオートファジーに関与する。
⑦ 細胞膜や細胞小器官を構成している膜をまとめて、生体膜という。
⑧ タンパク質をコードしていない DNA 部分の塩基にはウラシルが含まれる。

問 6　コロナウイルスやインフルエンザウイルスの最外層には、リン脂質の二重層で構成されるエンベロープと呼ばれる構造があり、これが宿主の細胞膜と融合すると、ウイルスが細胞内に入り込んで感染する。このエンベロープを破壊することでコロナウイルスを不活性化させる物質として、**誤っているもの**を一つ選べ。 30

① 70%エチルアルコール　　② セッケン
③ 次亜塩素酸ナトリウム　　④ アミラーゼ

問7　タンパク質は呼吸基質としても生体内で利用されることがある。今、タンパク質が呼吸基質のときの呼吸商が0.8で、1gのタンパク質が呼吸で消費されると0.95Lの酸素が吸収され、0.16gの窒素が尿中に排出されるものとするとき、あるヒトがタンパク質を呼吸基質として窒素を12.8g排出した場合、吸収された酸素と排出された二酸化炭素のそれぞれの体積（L）として、最も適当な値を以下から一つずつ選べ。ただし、同じ記号を何度用いてもよい。また、タンパク質以外の呼吸基質による気体で出入りは考えないものとする。
酸素： 31　二酸化炭素： 32

① 19.9　② 24.9　③ 31.1　④ 38.9　⑤ 48.6　⑥ 60.8
⑦ 76.0　⑧ 95.0　⑨ 118.8