2024年度

③　理　科

（1科目 60分　各100点）

〈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　出題科目，ページ及び選択方法は，下表のとおりです。

出　題　科　目	ページ	選　択　方　法
物理基礎・物　理	2 ～ 15	左の3科目のうちから1科目を選択し，解答しなさい。
化学基礎・化　学	16 ～ 33	
生物基礎・生　物	34 ～ 61	

3　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，手を挙げて監督者に知らせなさい。

4　**解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので，監督者の指示に従って，それぞれ正しく記入し，マークしなさい。**

①　**氏名欄**

氏名・フリガナを**記入**しなさい。

②　**受験番号欄**

受験番号(数字)を**記入**し，さらにその下のマーク欄に**マーク**しなさい。

③　**解答科目欄**

解答する科目を一つ選び，**解答科目名**を**記入**の上，マーク欄の該当科目に**マーク**しなさい。

5　**正しくマークされていない場合は，採点できないことがあります。**

6　問題冊子の余白等は適宜利用してよいが，どのページも切り離してはいけません。

7　試験終了後，問題冊子は持ち帰りなさい。

物理基礎・物理

（全　問　必　答）

第1問　次の各問い（**問 1** ～ **5**）に答えよ。

〔**解答番号** 1 ～ 5 〕（配点　25）

問 1　図 1 のように，円筒形（底面積＝S〔$\mathrm{m^2}$〕）の容器を鉛直にバネで吊るし，ゆっくり水を注いだところ，容器内の水の量が増えても水面の位置は変わらなかった。バネのバネ定数はいくらか。最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。ただし，水の密度をρ〔$\mathrm{kg/m^3}$〕，重力加速度の大きさをg〔$\mathrm{m/s^2}$〕とする。 1

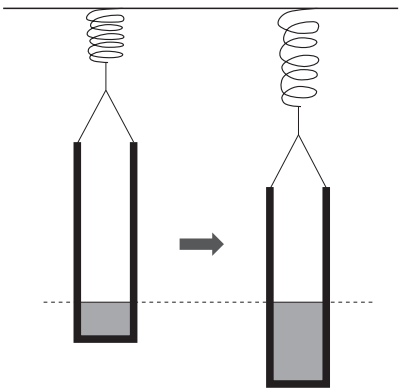


図　1

①　$gS\rho$　　②　$2S\rho$　　③　$2gS\rho$　　④　$4gS\rho$

問2　次の文章中の［ 2 ］に入る最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。

図2のように，3個の抵抗R_1，R_2，R_3をつないだ回路がある。**AB**間の合成抵抗の大きさと**AC**間の合成抵抗の大きさが等しくなるのは［ 2 ］のときである。

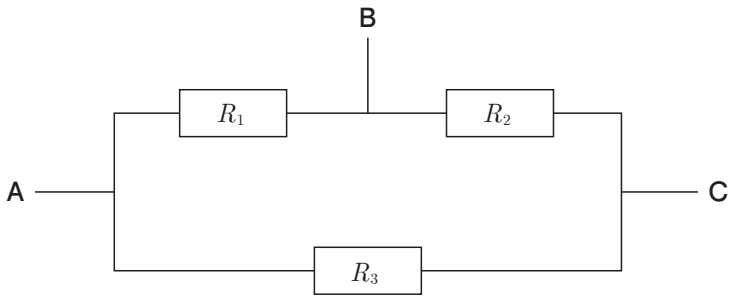


図　2

①　$R_1 = R_2$　　②　$R_1 = R_3$　　③　$R_2 = R_3$

④　$R_1 R_2 = R_3$　　⑤　$R_2 R_3 = R_1$

問3　重さW，長さlの細い棒の中心（lを二等分する位置）を支点Aに乗せたとき，そのままでは棒は水平を保てず，棒の右端Bを鉛直上向きに大きさFの力で引くことで水平に保つことができた。棒の右端Bから棒の重心Gまでの距離xと棒の長さlの比$\frac{x}{l}$はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

$\frac{x}{l} =$［ 3 ］

①　$\frac{W-F}{W}$　　②　$\frac{W-F}{2W}$　　③　$\frac{2W-F}{W}$　　④　$\frac{2W-F}{2W}$

問 4　図 3 のように，鉛直方向に滑らかに動く軽いピストンに質量 m のおもりを載せ，図のような容器（底面積＝S）に単原子分子理想気体を閉じ込めた。今，この状態でピストンは静止している。その後，気体を加熱したところ，ピストンがゆっくりと上昇した。気体に与えた熱量が Q のとき，ピストンが上昇した距離はいくらか。最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，重力加速度の大きさを g，大気圧を P_0 とする。 **4**

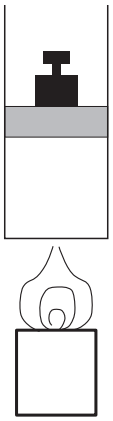


図　3

① $\dfrac{2Q}{P_0S+mg}$　② $\dfrac{Q}{P_0S+mg}$　③ $\dfrac{2Q}{3(P_0S+mg)}$

④ $\dfrac{2Q}{5(P_0S+mg)}$　⑤ $\dfrac{2Q}{7(P_0S+mg)}$

問5　次の文章中の［ 5 ］に入る最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。

無風の下，体積 V〔$\mathrm{m^3}$〕の熱気球にゴンドラを取り付けた。ゴンドラの質量とバーナーなどの器具類の質量，パイロットの体重の合計が M〔kg〕であったとする。バーナーで気球内の空気を加熱し温度が T_1〔K〕となった時に浮かび始めた。続いてゴンドラに 4 人乗り込んだ時，気球内の温度を，さらに，［ 5 ］〔℃〕上げれば，気球が浮かぶ。

ただし，地表での気温を T_0〔K〕，空気の密度を ρ_0〔$\mathrm{kg/m^3}$〕とし，後から乗り込んだ 4 人の体重の合計を $\dfrac{M}{2}$〔kg〕とする。

① $\dfrac{M\rho_0VT_0}{(\rho_0V-M)(2\rho_0V-3M)}$

② $\dfrac{2M\rho_0VT_0}{(\rho_0V-M)(2\rho_0V-3M)}$

③ $\dfrac{M\rho_0VT_0}{\rho_0V-M}$

④ $\dfrac{M\rho_0VT_0}{2\rho_0V-3M}$

⑤ $\dfrac{M\rho_0VT_0}{2(\rho_0V-M)(2\rho_0V-3M)}$

第2問　次の文章を読み，各問い(問 1 ～ 5)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 5 〕（配点　25）

図 1 のような角度 θ の十分長い斜面上に，質量 M の物体 A が置かれ，質量の無視できる十分長い糸で，滑らかに動く滑車を介して，質量 m の物体 B とつながっている。

必要なら，$\sqrt{2}=1.41$，$\sqrt{3}=1.73$ を用いよ。

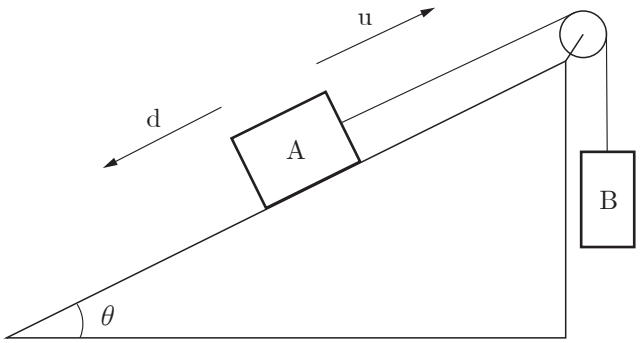


図　　1

問 1　次の文章中の 1 に入る数値として最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。

$\theta=45°$ とする。物体 B とつなげずに物体 A を斜面上に置くと，斜面上を斜面に平行な d 方向に滑り落ちていく。物体 A に物体 B をつなぎ，物体 B の質量を軽い側から増やしていくと，物体 B の質量が物体 A の質量の半分になった時に，物体 A は斜面上に静止した。この斜面の静止摩擦係数 μ_0 の値は 1 である。

① 0.147　　② 0.295　　③ 0.442　　④ 0.605　　⑤ 0.752

問 2　次の文章中の［ 2 ］に入る数値として最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。

問 1 の状態から，さらに物体Bの質量を増やし，物体Bの質量が［ 2 ］Mを超えたとき，物体Aは斜面上を斜面に平行なu方向に動き出した。

① 0.232　② 0.455　③ 0.910　④ 1.82　⑤ 2.32

問 3　次の文章中の［ ア ］と［ イ ］に入る語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。［ 3 ］

$\theta = 30°$，物体Bの質量が物体Aの質量の半分であるとすると，斜面に平行なd方向の合力は，斜面に平行なu方向の合力［ ア ］，物体Aは［ イ ］。

	ア	イ
①	より大きくなり	d方向に動く
②	より大きくなるが	その場に静止する
③	と等しくなり	その場に静止する
④	より小さくなるが	その場に静止する
⑤	より小さくなり	u方向に動く

問 4　次の文章中の［ ウ ］と［ エ ］に入る語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。［ 4 ］

$\theta = 60°$，物体Bの質量が物体Aの質量の半分であるとすると，斜面に平行なd方向の合力は，斜面に平行なu方向に物体Bから受ける力［ ウ ］，物体Aは［ エ ］。

	ウ	エ
①	と摩擦力の合計より大きくなり	d方向に動く
②	と摩擦力の合計より大きくならず	その場に静止する
③	と摩擦力の合計と等しくなり	その場に静止する
④	と摩擦力の差より小さくならず	その場に静止する
⑤	と摩擦力の差より小さくなり	u方向に動く

問 5　次の文章中の［ 5 ］に入る最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。

$\theta = 60°$ のとき，物体Aが斜面に静止するためには，物体Bの質量が［ 5 ］となる必要がある。

① $0.718M$ 未満　② $0.718M \sim 1.01M$　③ $1.01M \sim 1.43M$
④ $1.43M \sim 2.03M$　⑤ $2.03M$ 以上

（下 書 き 用 紙）

物理基礎・物理の試験問題は次に続く。

第3問　次の文章を読み，各問い(問1 ～ 5)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 5 〕（配点　25）

図1のように，二つの抵抗R_0(10Ω)とR_X(抵抗値は未知)，検流計G，ニクロム線ab(点a，bを両端の位置とする)，スイッチS，直流電源E(0.40V)をつないだ回路がある。検流計Gからニクロム線へつながる導線の接触点cの位置は点a，b間で変えることができる。ニクロム線は一様な太さ(断面積)0.5mm^{2}であり，長さ(点a，b間の長さ)は100cm，抵抗率は1.1×10^{-6}Ω·m，比熱は0.42J/(g·K)，密度は8.4g/cm^{3}である。二つの抵抗(R_0とR_X)とニクロム線以外の抵抗は無視できるとする。

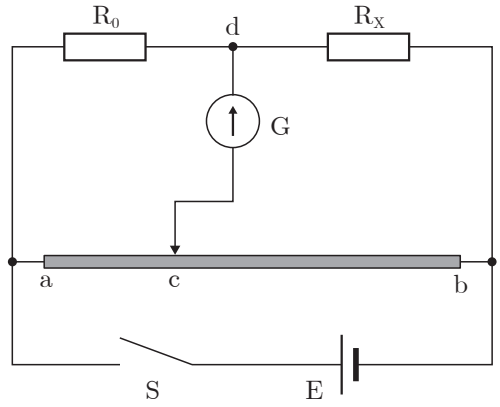


図　1

問1　ニクロム線abの抵抗値はいくらか。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。 1 Ω

① 0.55　② 2.2　③ 5.5　④ 22

問2　点a，c間の長さを20cmにしてスイッチSを入れたとき検流計Gの電流値はゼロであった。抵抗R_Xの抵抗値はいくらか。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。 2 Ω

① 2.0　② 2.5　③ 40　④ 50

問3　**問2**のとき，抵抗R_Xを流れる電流値はいくらか。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。 **2** mA

① 8.0　　② 10　　③ 32　　④ 40

問4　次の文章中の **ア** と **イ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

問2のとき，接触点cの位置を右（点bの側）へ少しずらすと検流計Gの電流は図中の **ア** の向きに流れ，抵抗R_Xの電流は**問3**のときと比べ **イ** 。

	ア	イ
①	点cから点d	増える
②	点cから点d	減　る
③	点cから点d	変わらない
④	点dから点c	増える
⑤	点dから点c	減　る
⑥	点dから点c	変わらない

問5　**問2**のとき，スイッチSを入れたまま100秒たつとニクロム線abの温度は何℃上がるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，ニクロム線で生じる熱はすべてニクロム線の温度上昇に使われるものとする。

5 ℃

① 4.1×10^{-2}　　② 4.1×10^{-1}　　③ 4.1　　④ 4.1×10

第4問　次の文章を読み，各問い(問1 ～ 5)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 5 〕（配点　25）

図1のように，片側の端が閉じた長さlの管の中へ向けて音源Sから正弦波の音波を出す。ただし，音源Sの振動数は変えることができ，管の共鳴における開口端補正は無視する。

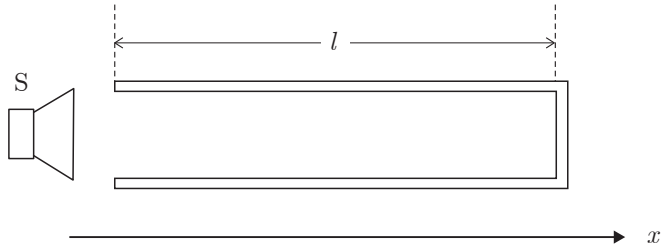


図　　1

問1　図1に示すように管の長さ方向にx軸をとり，その方向に音源Sからの音が平面波として空気中を伝わるとする。音源Sから音波が進行していくとき位置xの空気(x軸に垂直な薄い空気層)がx軸の方向に振動する。この振動を空気層の始めの位置からの変位dとして表すと，時刻tと位置xに依存し次の式の形で表される(ただし，A，B，C，Dは定数)。

$$d = A\sin\left\{\frac{2\pi}{B}(Ct - x + D)\right\}$$

この式の中のBは何を意味するか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

① 波の速さ　② 波　長　③ 周　期
④ 振動数　⑤ 角振動数　⑥ 位　相

問 2　音源Sの振動数をf_1としたとき管が共鳴した。そこから徐々に振動数を上げると一旦共鳴が止み再び管が共鳴する状態になった。そのときの振動数はf_2であった。音波の速さvはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$v=$ **2**

① $l(f_2-f_1)$　② $2l(f_2-f_1)$　③ $\dfrac{l(f_2+f_1)}{2}$　④ $\dfrac{lf_2f_1}{f_2-f_1}$

問 3　次の文章中の **ア** と **イ** に入る語の組合せとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

管が共鳴しているとき，空気の圧力の変動が最大の位置と最小の位置がx軸に沿って交互に現れる。管の左端（開口端）は圧力変動が **ア** の場所であり，管の右端（閉じた側）は圧力変動が **イ** の場所である。

	ア	イ
①	最　大	最　大
②	最　大	最　小
③	最　小	最　大
④	最　小	最　小

問 4　**問 3** のとき（管が共鳴しているとき），音源Sの振動数がf_0であったとする。そのとき圧力変動が最小の位置はいくつあるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，音波の速さはvとする。 **4**

① $\dfrac{4v}{lf_0}$　② $\dfrac{2v}{lf_0}+\dfrac{1}{2}$　③ $\dfrac{4lf_0}{v}$　④ $\dfrac{2lf_0}{v}+\dfrac{1}{2}$

問5　図2のように，左端だけでなく右端も開いた長さlの管に置き換えて，右側にも音源S′を置く。音源SとS′を協調させて，同じ振動数fで同じ振幅の音波を出すように設定し，さらに，管の両端における空気層の振動が同じになるように(同じタイミングで同じ方向に変位するように)設定する。このとき，管が共鳴する条件を自然数m($m=1, 2, 3, \cdots$)を使って表すとどうなるか。最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。ただし，音波の速さはvとする。

5 $=m$　($m=1, 2, 3, \cdots$)

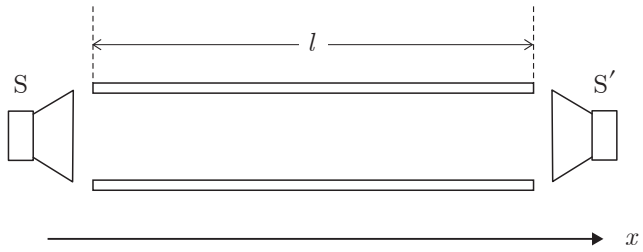


図　2

① $\dfrac{v}{lf}$　② $\dfrac{2v}{lf}$　③ $\dfrac{lf}{v}$　④ $\dfrac{2lf}{v}$

化学基礎・化学

（全　問　必　答）

第1問　次の各問い（**問1** ～ **6**）に答えよ。〔**解答番号** 1 ～ 8 〕（配点　25）

問1　次の **a** ～ **c** に当てはまるものを，それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a　亜鉛イオン（Zn^{2+}）の電子数は28である。^{66}Znの中性子数はいくつか。 1

① 28　② 30　③ 34　④ 36

b　共有電子対と非共有電子対の数が等しい分子はどれか。 2

① H_2O　② N_2　③ NH_3　④ Cl_2

c　イオン結合を含む化合物。 3

① 硫酸アンモニウム　② 塩化水素
③ 二酸化ケイ素　④ エタノール

問2　図1は，周期表の第1周期から第6周期までの概略を示したものである。これに関する記述として最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

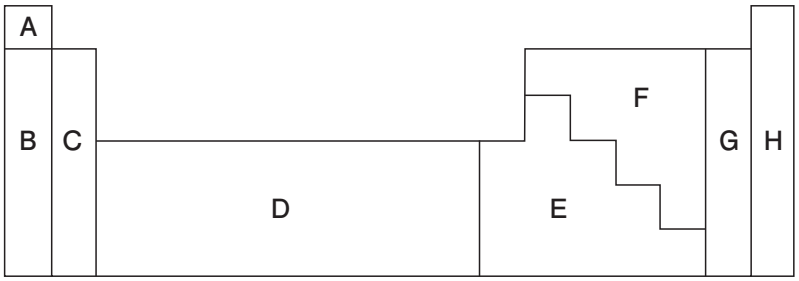


図　1

① **B**の領域に存在する元素のイオン化エネルギーは原子番号が大きくなるにつれて大きくなる。

② **C**の領域に存在する元素はすべて金属であり，2個の価電子をもち，2価の陽イオンになりやすい。

③ **D**の領域に存在する元素には金属と非金属があり，単体は一般に融点が高い。

④ **G**の領域に存在する元素の単体は，いずれも気体であり，酸化力がある。

問 3　次の記述**ア**～**エ**に当てはまる結晶の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **5**

ア　融点が低く，固体でも液体でも電気を通さない。

イ　固体では電気を通さないが，溶融状態や水溶液では電気を通す。

ウ　たたいても壊れにくく変形可能な結晶で，電気や熱をよく通す。

エ　非常に硬く，融点が極めて高い。

	ア	イ	ウ	エ
①	金属結晶	共有結合の結晶	イオン結晶	分子結晶
②	金属結晶	分子結晶	共有結合の結晶	イオン結晶
③	共有結合の結晶	分子結晶	イオン結晶	金属結晶
④	共有結合の結晶	イオン結晶	分子結晶	金属結晶
⑤	分子結晶	イオン結晶	金属結晶	共有結合の結晶
⑥	分子結晶	共有結合の結晶	金属結晶	イオン結晶

問 4　電離度に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

① 水溶液中でほとんど完全に電離する酸や塩基を，それぞれ強酸，強塩基という。

② 同一濃度における弱酸の電離度は，温度によって異なる。

③ 1 価の弱酸水溶液のモル濃度を c [mol/L]，電離度を α とすると，水素イオン濃度は $c\alpha$ [mol/L] である。

④ 同一温度において，1 価の弱酸水溶液を 2 倍に薄めると，水素イオン濃度は $\frac{1}{2}$ になる。

問 5　0.020mol/Lの希硫酸200mLを0.020mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液200mLと混合した。このときのpHの値として最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，混合後の溶液の体積は混合前のそれぞれの体積の和とし，必要があれば $\log_{10}2 = 0.30$ を用いよ。 **7**

① 1.7　② 2.0　③ 2.3　④ 2.7

問 6　硫化水素の水溶液に二酸化硫黄を吹き込むと，次の式で表される反応が起こって硫黄が遊離し，白く濁る。

$$H_2S \longrightarrow S + 2H^+ + 2e^-$$
$$SO_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow S + 2H_2O$$

二酸化硫黄0.32gと過不足なく反応するためには何gの硫化水素が必要か。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，原子量はH＝1.0，O＝16，S＝32とする。 **8** g

① 0.32　② 0.34　③ 0.64　④ 0.68

第2問　次の各問い(問1 ～ 6)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 8 〕(配点　25)

問1　図1は化合物A ～ Dの蒸気圧曲線である。温度10℃，大気圧760mmHgのもとで4本の試験管に水銀を満たし，これを水銀浴表面から高さ800mm出るようにして倒立させ，ここに少量の化合物A ～ Dをそれぞれ別の試験管に注入したところ，液体は試験管内の水銀表面で蒸発し，図2のようになった。これに関する記述として**誤りを含むもの**を，下の①～④のうちから一つ選べ。 1

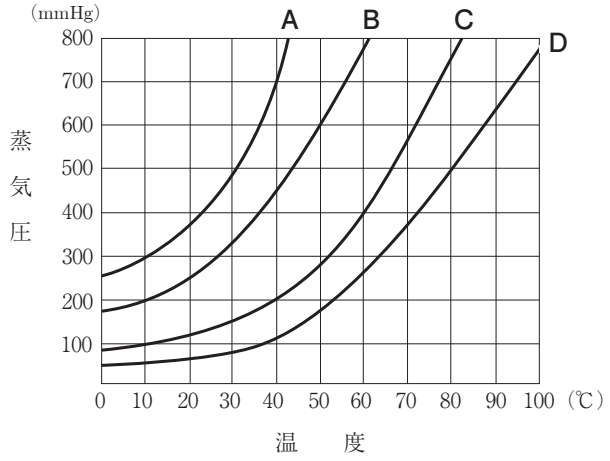


図　1

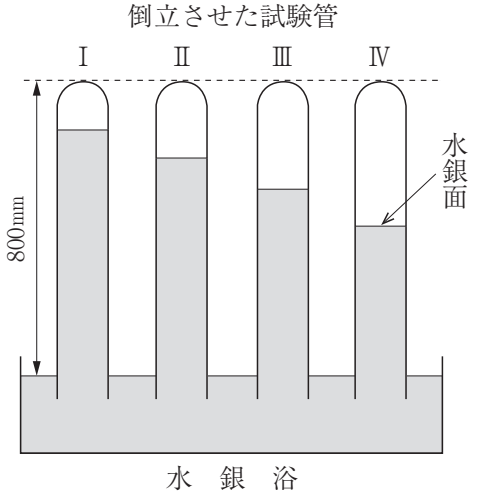


図　2

① 化合物**A** ～ **D**の中で最も沸点が高いのは**D**である。

② 化合物**B**を50℃以下で沸騰させるためには外部の圧力を600mmHg以下にする必要がある。

③ 100℃，400mmHgの条件から，圧力一定のまま温度を40℃まで下げていくと，化合物**C**と**D**のみが凝縮する。

④ 試験管Ⅱには化合物**B**が注入されている。

問2 図3のように連結部分を含めて容積2.0 Lの容器**A**に3.0×10^5 PaのCH_4が，連結部分を含めて容積3.0 Lの容器**B**に1.0×10^5 PaのN_2が入っている。

温度を一定に保ったまま，連結部分のコックを開けて十分な時間がたったのち，容器内の全圧は何Paか。最も適当な数値を，下の①～④のうちから一つ選べ。

2 Pa

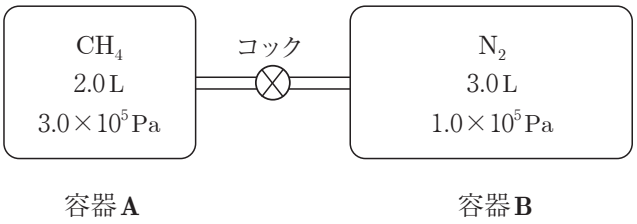


図　3

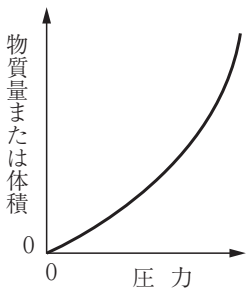
① 6.0×10^4　② 1.2×10^5　③ 1.8×10^5　④ 7.2×10^5

問 3　気体の溶解に関する次の記述**ア**と**イ**に当てはまるグラフとして最も適当なものを，下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

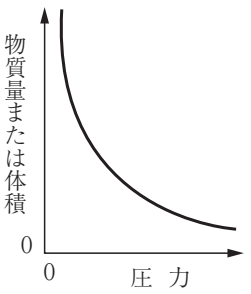
ア　温度一定下で，一定量の水に溶解する窒素の物質量と圧力の関係を表したもの。 **3**

イ　温度一定下で，一定量の水に溶解する窒素の体積を溶かしたときの圧力のもとで表したもの。 **4**

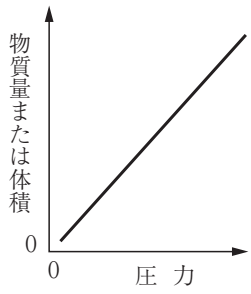
①



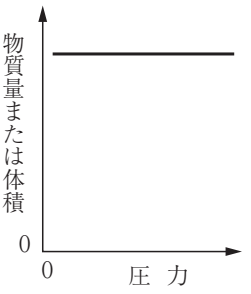
②



③



④



問 4　二酸化炭素の生成熱は394kJ/mol，液体の水の生成熱は286kJ/mol，エチレンの燃焼熱は1411kJ/molである。エチレンの生成熱はいくらか。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。 **5** kJ/mol

①　－337　　②　－51　　③　51　　④　337

問5　図4の装置を用いて，硝酸ナトリウム水溶液と塩化銅(Ⅱ)水溶液を1.00Aで1.93×10^4秒間電気分解した。これに関する下の問い(**a**・**b**)に答えよ。

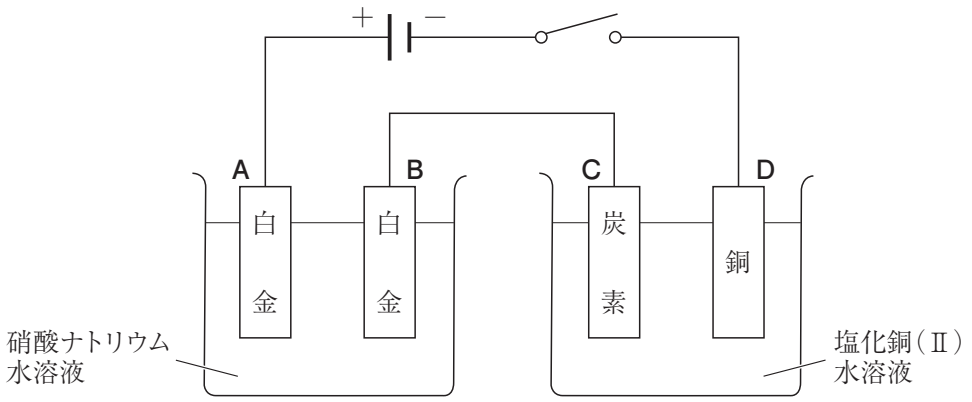


図　4

a　電気分解によって電極**A**付近のpHはどうなるか。また電極**C**から発生した気体は何か。その組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **6**

	電極**A**付近のpH	電極**C**から発生した気体
①	大きくなる	酸　素
②	大きくなる	塩　素
③	変わらない	酸　素
④	変わらない	塩　素
⑤	小さくなる	酸　素
⑥	小さくなる	塩　素

b　電気分解によって電極**D**の質量はどうなるか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，原子量はCu＝63.5，ファラデー定数は9.65×10^4C/molであるとする。 **7**

① 12.7g減少する　② 6.35g減少する　③ 変化しない
④ 6.35g増加する　⑤ 12.7g増加する

問 6　次の反応が平衡状態に達しているとき，**ア**と**イ**のように条件を変えると平衡はどのように変化するか。その組合せとして最も適当なものを，下の①～⑨のうちから一つ選べ。 **8**

$$C_2H_2(気) \quad + \quad 2H_2(気) \quad = \quad C_2H_6(気) \quad + \quad 309kJ$$

ア　圧力を一定に保ち，温度を上げる。

イ　圧力と温度を一定に保ち，アルゴンを加える。

	ア	イ
①	右に移動する	右に移動する
②	右に移動する	左に移動する
③	右に移動する	移動しない
④	左に移動する	右に移動する
⑤	左に移動する	左に移動する
⑥	左に移動する	移動しない
⑦	移動しない	右に移動する
⑧	移動しない	左に移動する
⑨	移動しない	移動しない

（下 書 き 用 紙）

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第3問　次の各問い(問1 ～ 4)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5 〕(配点　20)

問1　硫酸は，次に示す三段階の反応を経て合成される。これに関する下の問い(**a**・**b**)に答えよ。

硫黄あるいは黄鉄鉱 $\xrightarrow{\text{段階ア}}$ 化合物A $\xrightarrow{\text{段階イ}}$ 化合物B $\xrightarrow{\text{段階ウ}}$ H_2SO_4

a　この製法のうちで，硫黄原子の酸化数が**変化しない段階**はどれか。最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。 1

①　段階**ア**　　②　段階**イ**　　③　段階**ウ**

b　この製法で，触媒を必要とする段階と用いられる触媒の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

	段　階	触　媒
①	段階**ア**	Pt
②	段階**ア**	V_2O_5
③	段階**イ**	Pt
④	段階**イ**	V_2O_5
⑤	段階**ウ**	Pt
⑥	段階**ウ**	V_2O_5

問 2　14族元素の炭素，ケイ素に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

① ケイ素Siは地殻中に酸素に次いで多く存在する元素である。

② ダイヤモンドは電気を通さないが，ケイ素は導体と絶縁体の中間の電気伝導性をもつ。

③ ケイ素の単体は黒鉛よりもやわらかい。

④ 二酸化ケイ素は水に溶けにくいが，酸性酸化物であるため塩基とは反応する。

問 3　次の記述①～④のうち，AlとZnに**共通する性質でないもの**を一つ選べ。 **4**

① 単体は塩酸に水素を発生して溶ける。

② 単体は水酸化ナトリウム水溶液に水素を発生して溶ける。

③ 水酸化物は白色で水に溶けにくいが，塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも溶ける。

④ 水溶液中のイオンにアンモニア水を加えると沈殿を生じるが，過剰に加えると沈殿が溶ける。

問 4　銅に関する次の記述の下線部①～④のうちから，**誤りを含むもの**を一つ選べ。 **5**

銅は希硫酸や塩酸とは反応しないが，硝酸や熱濃硫酸には反応して溶ける。熱濃硫酸との反応液から①青色結晶が得られる。この結晶の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると②青白色沈殿を生じる。この沈殿の一部をとり，加熱すると③白色に変化する。残りの沈殿を含む水溶液にアンモニア水を加えると，④深青色水溶液になる。

第4問　次の各問い(問1 ～ 8)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10 〕(配点　30)

問1　炭化水素に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 1

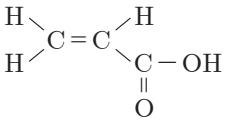
① シクロアルカンは一般式C_nH_{2n}(nは3以上)で表される。

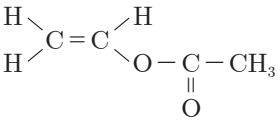
② メタンと塩素の混合気体に光を照射すると置換反応が起こる。

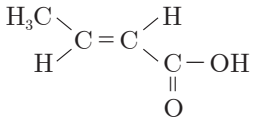
③ アセチレン分子では，炭素原子，水素原子が同一直線上に存在する。

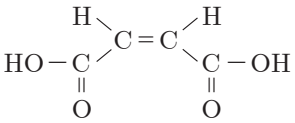
④ プロペンには幾何異性体が存在する。

問2　アセチレンに酢酸を付加すると得られる化合物として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 2

① 

② 

③ 

④ 

問3　エタノールとジメチルエーテルに関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 3

① エタノールとジメチルエーテルは，ともに分子式C_2H_6Oで表される異性体である。

② エタノールの方がジメチルエーテルよりも沸点が高い。

③ エタノールとジメチルエーテルはいずれも水によく溶ける。

④ エタノールは金属ナトリウムと反応して水素を発生するが，ジメチルエーテルは金属ナトリウムとは反応しない。

問 4　分子式$C_3H_6O_2$で示される三つの化合物**A** ～ **C**がある。これに関する次の文を読み，下の問い(**a**・**b**)に答えよ。

化合物**A** ～ **C**それぞれに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ，**A**のみが**ア**気体を発生した。**B**を加水分解すると酸性物質**D**と中性物質**E**を生じ，**E**は**イ**ヨードホルム反応を示した。**C**を加水分解すると酸性物質**F**と中性物質**G**を生じた。

a　下線部**ア**で発生する気体，下線部**イ**で観察される現象の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

	ア	イ
①	水　素	赤色沈殿を生じる
②	水　素	黄色沈殿を生じる
③	二酸化炭素	赤色沈殿を生じる
④	二酸化炭素	黄色沈殿を生じる

b　化合物**C** ～ **G**に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

① 化合物**C**は還元性を示す。
② 化合物**D**は**G**を酸化しても得られる。
③ 化合物**F**は**E**を酸化しても得られる。
④ 純度の高い化合物**F**は冬季には凝固する。

問5　次の記述中の［ア］～［ウ］に当てはまる数値および語の組合せとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。［6］

分子式C_8H_{10}で表される芳香族炭化水素には［ア］種類の構造異性体が存在する。このうちのオルト二置換体の物質を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると分子式$C_8H_6O_4$の［イ］が得られる。［イ］は加熱により分子内で脱水して酸無水物となる。［イ］の構造異性体である［ウ］は合成樹脂であるPET（ポリエチレンテラフタラート）の原料として用いられる。

	ア	イ	ウ
①	3	フタル酸	テレフタル酸
②	3	テレフタル酸	フタル酸
③	4	フタル酸	テレフタル酸
④	4	テレフタル酸	フタル酸

問 6　次の反応(i)～(iii)によって得られる芳香族化合物の性質を下の**ア**～**オ**から選び，その組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **7**

(i)　サリチル酸に，メタノールと少量の濃硫酸を作用させる。

(ii)　ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて加熱後，水酸化ナトリウム水溶液を作用させる。

(iii)　アニリンに無水酢酸を作用させる。

ア　銀鏡反応を示す。

イ　アミド結合をもつ。

ウ　炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると，気体を発生して溶ける。

エ　さらし粉水溶液を加えると，赤紫色を呈する。

オ　塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると，紫色を呈する。

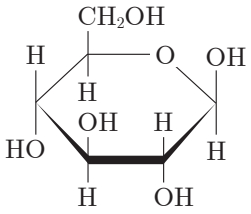
	(i)	(ii)	(iii)
①	イ	ア	ウ
②	イ	オ	エ
③	ウ	エ	ウ
④	ウ	オ	イ
⑤	オ	ア	エ
⑥	オ	エ	イ

問7　下に示す糖①～④のうちから，マルターゼの基質となるものと，スクラーゼの基質となるものを，それぞれ一つずつ選べ。

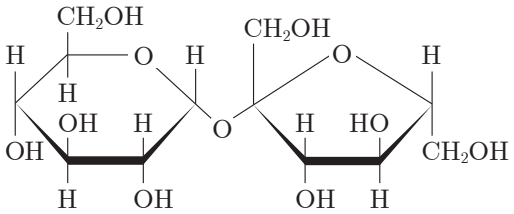
マルターゼの基質となるもの　**8**

スクラーゼの基質となるもの　**9**

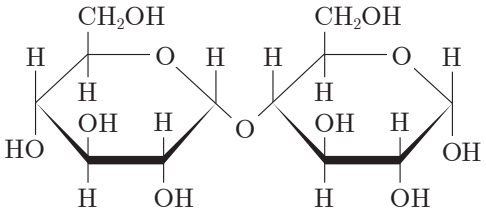
①



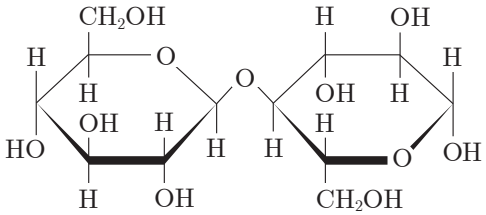
②



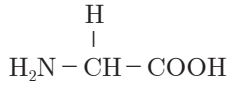
③



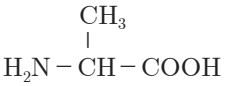
④



問 8　次のグリシン 1 分子とアラニン 1 分子が一つのアミド結合をつくって生じるジペプチドには，光学異性体を含めて何種類の異性体があるか。最も適当な数値を，下の①～④のうちから一つ選べ。 **10** 種類



グリシン



アラニン

① 2　　② 4　　③ 6　　④ 8

生物基礎・生物

（全　問　必　答）

第1問　代謝とエネルギーに関する文章（**A**・**B**）を読み，各問い（**問 1** ～ **8**）に答えよ。〔**解答番号** 1 ～ 11 〕（配点　24）

A　食物には$_{ア}$炭水化物，脂質，タンパク質などの有機物が含まれており，摂取した食物は酵素などによって加水分解される。分解されたそれぞれの有機物は小腸で吸収される。たとえば，炭水化物である$_{イ}$デンプンはグルコースに分解されると毛細血管に吸収され，やがて小腸を出て［ ウ ］を通り$_{エ}$肝臓に入る。その後，血液は心臓に戻り，グルコースはからだの各細胞に運ばれる。グルコースは細胞内でからだを構成する物質につくり変えられたり，$_{オ}$酸化されて取り出されたエネルギーがATPに蓄えられたり，熱エネルギーとして使われたりする。

問 1　下線部**ア**の有機物のうち，呼吸により分解される過程で二酸化炭素と水以外の物質が生じるものがある。その有機物と生じる物質の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

① 有機物 ― グルコース　　生じる物質 ― 乳　酸
② 有機物 ― グルコース　　生じる物質 ― アンモニア
③ 有機物 ― 脂　肪　　生じる物質 ― 乳　酸
④ 有機物 ― 脂　肪　　生じる物質 ― アンモニア
⑤ 有機物 ― タンパク質　　生じる物質 ― 乳　酸
⑥ 有機物 ― タンパク質　　生じる物質 ― アンモニア

問 2　下線部**イ**によって，血中のグルコース濃度が上昇すると考えられる。グルコース濃度の高い血液が血管を流れることで起こる現象として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **2**

① すい臓からのホルモン分泌が増加し，このホルモンによって筋細胞でのグルコースの取り込みが促進される。
② すい臓からのホルモン分泌が増加し，このホルモンによって細胞でのグルコースの分解が抑制される。
③ すい臓からのホルモン分泌が増加し，このホルモンによって腎臓でグルコースの排出が促進される。
④ 副腎皮質からのホルモン分泌が増加し，このホルモンによってグルコースからタンパク質を合成する反応が促進される。
⑤ 副腎皮質からのホルモン分泌が増加し，このホルモンによって細胞内のグルコース消費が促進する。

問 3　前ページ文章中の **ウ** に入る血液と血管の名称として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **3**

① 静脈血が流れる肝静脈　　② 動脈血が流れる肝静脈
③ 静脈血が流れる肝門脈　　④ 動脈血が流れる肝門脈
⑤ 静脈血が流れる肝動脈　　⑥ 動脈血が流れる肝動脈

問 4　下線部**エ**で示した肝臓のはたらきとして**誤っているもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **4**

① アルコールを無害な物質に分解する。
② 古くなった赤血球を分解する。
③ ホルモンなどを結合して運搬する血しょうタンパク質を合成する。
④ グリコーゲンを分解し，血糖濃度を上昇させる。
⑤ 尿素を含む胆汁を合成し，十二指腸に排出する。

問5　下線部**オ**において，呼吸によってグルコース1分子が分解されると38分子のATPができる。さらに，グルコース1mol（6×10^{23}個の分子を含む）が酸化されると2,880kJのエネルギーが放出され，ATPの合成に用いられなかったエネルギーは熱エネルギーとして放出される。ADPとリン酸から1molのATPをつくるのに必要なエネルギーが42kJであるとき，グルコース1molを酸化することで熱として放出されるエネルギーはいくらか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **5** kJ

① 69　② 1,284　③ 1,596　④ 2,838　⑤ 7,704

（下 書 き 用 紙）

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

B　私たちヒトは食物を摂取して得られたエネルギーを用いて，心臓の拍動や呼吸，物質の合成などを行っている。このような生命活動を維持するために必要なエネルギーは，体格や性別，運動量などによって異なってくる。そこで，体重が60kgでバスケットボール部に所属している高校生A君の１日を例にとって，おおよそ１日に消費するエネルギーを推定してみることにする。A君が活動によって消費するエネルギーは身体活動強度によって異なる。身体活動強度とは，安静にしているときの何倍のエネルギーを消費する活動であるのかを示した値（単位 METs）である。この身体活動強度を用いて，次の式から消費エネルギー量（kcal*）を算出することができる。

消費エネルギー量（kcal）＝身体活動強度（METs）×体重（kg）×活動時間（時間）× 1.05

次の表１は，A君がクラブ活動を行った一日の活動の種類と，身体活動強度および活動時間をまとめたものである。この表１の中で，安静にしている状態と同じ身体活動強度を示す活動は［ カ ］である。最も消費エネルギーの多いクラブ活動で消費したエネルギーは［ キ ］kcalとなる。クラブのない日にはクラブ活動の時間をピアノの練習（2.3 METs）に使うことにすると，１日に消費するエネルギーは，クラブ活動を行った日のおよそ［ ク ］％になる。

＊kcal　1 kcal＝1000calである。1 calは水1 gの温度を1℃上げるのに必要な熱量であり，約4.2Jに相当する。

表　1

活動の種類	活動時間（時間）	身体活動強度（METs）	消費エネルギー（kcal）
睡　眠	8.0	1.0	504
歩　く	1.5	4.0	378
電車に乗る	1.0	1.3	82
学校の授業	6.0	1.8	680
クラブ活動	2.5	6.5	キ
勉強する	1.0	1.3	82
入浴・食事をする	2.0	1.5	189
テレビを見る	1.0	1.3	82
ゲームをする	1.0	1.0	63

問6　前ページ文章中の［カ］に入る活動を過不足なく含むものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［6］

① 睡　眠
② 勉強すること
③ テレビを見ること
④ ゲームをすること
⑤ 睡眠とゲームをすること
⑥ 勉強とテレビを見ること

問7　前ページ文章中と表1の［キ］に当てはまるエネルギー量を求めよ。答えは小数第一位を四捨五入し，整数で答えること。答えが123であれば［7］に⓪，［8］に①，［9］に②，［10］に③をマークし，1234であれば，［7］に①，［8］に②，［9］に③，［10］に④をマークせよ。

［7］［8］［9］［10］ kcal

問8　前ページ文章中の［ク］に当てはまる値として最も近いものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［11］ %

① 50　② 60　③ 70　④ 80　⑤ 90

第2問　動物の刺激の受容と行動に関する文章(A・B)を読み，各問い(問1 ～ 7)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 8 〕(配点　25)

A　動物は光や音，化学物質などのさまざまな刺激をア受容器で受け取っている。受容器を通して入ってきた情報は，イ脳などの中枢神経系に伝えられる。このとき，遺伝的にプログラムされた神経回路によって，定型的な行動を行うことをウ生得的行動という。

問1　下線部**ア**で示した受容器に関する問い(1)・(2)に答えよ。

(1)　ヒトの眼に入った光は水晶体で屈折して網膜上に結像する。この水晶体が加齢によって弾性(力を加えて変形したものが，力を取り除くと元の形に戻る性質)を失うとものが見にくくなる。どのようなときに，なぜ見にくくなるのか。最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 1

① 遠くの物体を見るとき，毛様筋が収縮してチン小帯が引っ張られても水晶体が薄くなりにくいから。
② 遠くの物体を見るとき，毛様筋が収縮してチン小帯がゆるんでも水晶体が薄くなりにくいから。
③ 遠くの物体を見るとき，毛様筋が弛緩してチン小帯が引っ張られても水晶体が薄くなりにくいから。
④ 遠くの物体を見るとき，毛様筋が弛緩してチン小帯がゆるんでも水晶体が薄くなりにくいから。
⑤ 近くの物体を見るとき，毛様筋が収縮してチン小帯が引っ張られても水晶体が厚くなりにくいから。
⑥ 近くの物体を見るとき，毛様筋が収縮してチン小帯がゆるんでも水晶体が厚くなりにくいから。
⑦ 近くの物体を見るとき，毛様筋が弛緩してチン小帯が引っ張られても水晶体が厚くなりにくいから。
⑧ 近くの物体を見るとき，毛様筋が弛緩してチン小帯がゆるんでも水晶体が厚くなりにくいから。

(2) ヒトの耳に関する記述として**誤っているもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

① 鼓膜を振動させた音波は，耳小骨で増幅されて内耳に伝えられる。
② 内耳の半規管では，からだの動きに伴ってリンパ液が流れることで回転などの体の動きを受容する。
③ 前庭はからだの傾きを感知する受容器である。
④ うずまき管に伝わった振動はリンパ液を振動させ，おおい膜上のコルチ器に伝わる。
⑤ 内耳にある聴細胞や半規管，前庭の感覚細胞は感覚毛をもっており，この感覚毛が変形することで刺激を受容できる。

問2 下線部**イ**に示した脳などの中枢神経系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。 3

① 間脳，中脳，延髄をまとめて脳幹といい，生命維持に重要な役割を果たす。
② 大脳皮質には神経繊維が集まり，大脳髄質には細胞体が集まる。
③ 間脳には眼球運動を調節する中枢や姿勢を保つ中枢がある。
④ 脊髄は，押しピンなどの異物を踏んだとき膝を曲げて足を引っ込める，しつがい腱反射の中枢である。
⑤ 延髄には自律神経系や内分泌系の中枢がある。

問 3　下線部**ウ**の生得的行動を示すものとして最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **4**

① ミツバチは餌場で蜜を集める際に，はじめはさまざまな花を訪れるが，次第に特定の花だけを訪れるようになる。

② 強い光が眼に入ってくると，瞳孔が縮小する。

③ アメフラシは背中の水管に繰り返し刺激を与えると，やがてえらを引っ込めなくなる。

④ カモのヒナは，孵化後間もない時期に見た，ある程度の大きさの物体の後を，ついて歩くようになる。

⑤ メンフクロウは暗闇であっても，獲物が立てる音だけを頼りに素早く飛び立ち獲物を捕らえる。

（下 書 き 用 紙）

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

B　動物の行動は遺伝的にプログラムされたものだけでない。繰り返し与えられる同じ種類の刺激が経験として中枢神経に保存されることで，この情報に照らし合わせて情報が処理されるようになる。そのため動物は情報に応じた行動を取るようになり，このような行動の変化を学習という。

フタホシコオロギ(以下，コオロギとする)は触覚で匂(にお)いを受容し，口から取りこんだ物質の味を感じることができる。このコオロギが匂いと味の関係を学習する能力を調べるために，次のような**実験 1** と **2** を行った。実験には脱皮して 1 週間後のコオロギを用い，この実験に用いたコオロギはこれまでにバニラの匂いもペパーミントの匂いも経験したことがないものとする。

実験 1　コオロギを 1 匹ずつ，図 1 のようなバニラとペパーミントの二つの匂い源のあるテスト室に 4 分間放した。この間にコオロギがペパーミントの匂い源を訪れていた時間の長さを T_P(分)，バニラの匂い源を訪れていた時間の長さを T_V(分)として，次の式で PPI(Peppermint Preference Index)を測定した。なお，二つの匂い源の位置を実験開始 2 分後に入れ代えた。

$$\mathrm{PPI}(\%) = \frac{T_P}{T_P + T_V} \times 100$$

PPI の平均を求めたところ，30%であった。

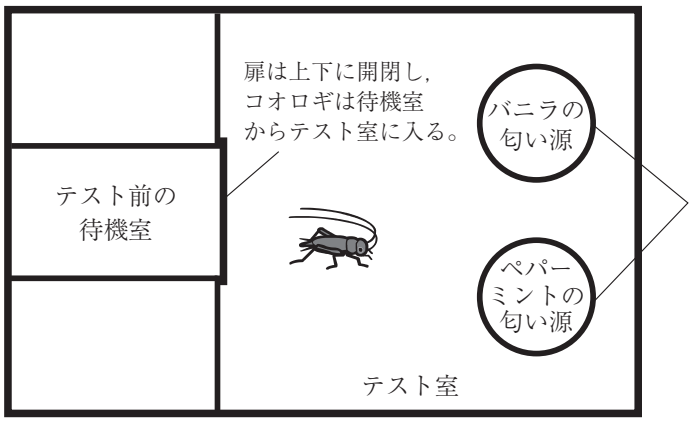


図　　1

問4　ペパーミントとバニラの2種類の匂いに対して，コオロギの嗜好(好み)に差がなければ，PPIは何%になると考えられるか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **5** %

① 0　② 30　③ 50　④ 70　⑤ 90　⑥ 100

問5　**実験1**からわかることとして最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **6**

① コオロギはバニラの匂い源を訪れない。

② コオロギはペパーミントの匂い源を訪れない。

③ PPIを $\frac{T_P}{4\text{分}} \times 100$ で求めても平均値は30%になる。

④ コオロギは生まれつきペパーミントよりバニラの匂いを好む。

⑤ コオロギはペパーミントよりバニラの匂いを覚えやすい。

実験 2　4 日間，水を与えなかったコオロギを 1 回訓練グループと 4 回訓練グループに分け，1 匹ずつビーカーに入れて次の訓練Ⅰ，Ⅱを行った。1 回訓練グループでは，図 2 のように訓練Ⅰを 1 回だけ行った。また，4 回訓練グループでは，図 3 のように訓練Ⅰと訓練Ⅱを交互に 2 回ずつ行う訓練を，5 分の間隔で合計 4 回行った。いずれのグループもすべての訓練が終了したあと，30 分後と 2 時間ごとに PPI を測定した。

訓練Ⅰ　ペパーミントの匂いをしみこませたろ紙を，3 秒間，コオロギの触覚に近づけた後，1 滴の水を口につけた。

訓練Ⅱ　バニラの匂いをしみこませたろ紙を，3 秒間，コオロギの触覚に近づけた後，1 滴の食塩水を口につけた。

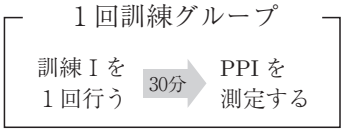


図　2

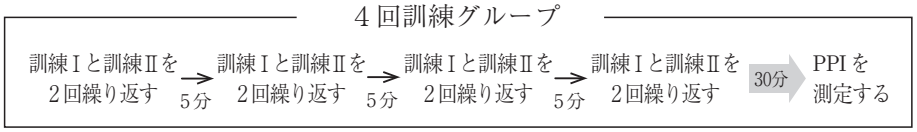


図　3

1 回訓練グループ(×印)，4 回訓練グループ(●印)とも，訓練終了 30 分後から 24 時間後までに測定した PPI を図 4 にまとめた。

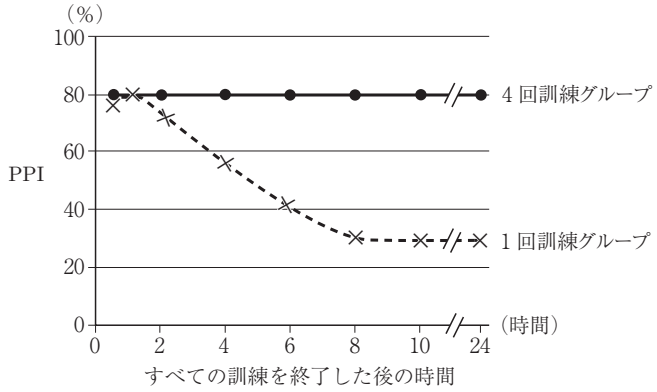


図　4

問 6　44ページ文章中の下線部で示したように，動物が中枢神経に保存された情報に応じて行動を変化させることを学習という。**実験 1** と，**実験 2** の 4 回訓練グループの結果を考察し，コオロギにおける学習に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **7**

① コオロギの中枢神経では，ペパーミントの匂いと水という二つの刺激が関連づけられ，水を飲む行動が増える。

② コオロギの中枢神経では，ペパーミントの匂いと水という二つの刺激が関連づけられ，ペパーミントの匂い源を訪れる行動が増える。

③ コオロギの中枢神経では，ペパーミントの匂いと水という二つの刺激が関連づけられ，バニラの匂い源を訪れる行動が増える。

④ コオロギの中枢神経では，バニラの匂いと水という二つの刺激が関連づけられ，水を飲む行動が増える。

⑤ コオロギの中枢神経では，バニラの匂いと水という二つの刺激が関連づけられ，ペパーミントの匂い源を訪れる行動が増える。

⑥ コオロギの中枢神経では，バニラの匂いと水という二つの刺激が関連づけられ，バニラの匂い源を訪れる行動が増える。

問7　コオロギが匂いと味の関係を中枢神経に保存することを，匂いと味の関係を記憶するという。**実験1**，**実験2**から，1回訓練グループについて，この記憶に応じた行動についてわかることは何か。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **8**

① 1回訓練グループは匂いと水の関係を記憶できないので，行動を変えることもできない。

② 1回訓練グループは，4回訓練グループよりも匂いと水の関係を記憶することや，行動を変えることに時間がかかる。

③ 1回訓練グループは匂いと水の関係を記憶して行動を変えるが，その記憶はおよそ90分でほぼ完全に消失する。

④ 1回訓練グループは，匂いと水の関係を記憶して行動を変えるが，その記憶はおよそ5時間でほぼ完全に消失する。

⑤ 1回訓練グループは，匂いと水の関係を記憶して行動を変えるが，その記憶はおよそ8時間でほぼ完全に消失する。

⑥ 1回訓練グループは，匂いと水の関係を記憶して行動を変える。さらに，PPIを測定している間は記憶が完全に消失することはない。

（下 書 き 用 紙）

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

第3問 生体で重要なはたらきをするタンパク質や，遺伝情報の発現に関する文章を読み，各問い(**問1** ～ **9**)に答えよ。〔**解答番号** 1 ～ 10 〕(配点　25)

動物のからだを構成する物質の中で，水の次に多く含まれる物質はタンパク質である。タンパク質のはたらきには，化学反応の触媒や，ア細胞内における物質輸送，イ生体膜を介する物質の移動，ウ細胞間における情報伝達など多岐にわたる。

このようなタンパク質は，細胞内の エ でDNAの塩基配列に基づいて合成される。このDNAの複製や転写が行われるとき，DNAやRNAのヌクレオチドは，5′ → 3′の方向に連結していく方向性をもっており，2本のヌクレオチド鎖は互いに逆向きの方向性をもって結合する。DNAの2本のヌクレオチド鎖のうちどちらか一方はアミノ酸を指定する オ であり，残りのヌクレオチド鎖は オ と相補的な配列をもつ カ (鋳型となる)である。転写によってmRNAが合成されると，mRNA上を エ が5′ → 3′方向に移動しながらアミノ酸どうしを結合させていく。

図1に，あるタンパク質のアミノ酸を指定するDNAの塩基配列の一部を示している。タンパク質の最初のアミノ酸には必ずメチオニンが指定されるので，図1のDNAの オ では，最初のアミノ酸を指定するトリプレットの塩基配列は キ である。よって，このDNAに指定されるアミノ酸配列は1番目がメチオニン，2番目が ク となり，ケ38番目のアミノ酸はグルタミン酸であった。

3′－A T G G C C G T T A　C C C　G A A T T C T　C C T A ...－5′
5′－T A C C G G C A A T　G G G C T T A A G A G G A T ....－3′

図　1

コドン表

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン フェニルアラニン ロイシン ロイシン	セリン セリン セリン セリン	チロシン チロシン 終止 終止	システイン システイン 終止 トリプトファン	U C A G
C	ロイシン ロイシン ロイシン ロイシン	プロリン プロリン プロリン プロリン	ヒスチジン ヒスチジン グルタミン グルタミン	アルギニン アルギニン アルギニン アルギニン	U C A G
A	イソロイシン イソロイシン イソロイシン メチオニン	トレオニン トレオニン トレオニン トレオニン	アスパラギン アスパラギン リシン リシン	セリン セリン アルギニン アルギニン	U C A G
G	バリン バリン バリン バリン	アラニン アラニン アラニン アラニン	アスパラギン酸 アスパラギン酸 グルタミン酸 グルタミン酸	グリシン グリシン グリシン グリシン	U C A G

問1　下線部**ア**の現象は葉緑体などの細胞小器官が流れるように動く原形質(細胞質)流動として観察できることがある。この現象に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **1**

① 細胞骨格である微小管の上を，モータータンパク質であるミオシンが細胞小器官を積み荷として移動する。

② 細胞骨格である微小管の上を，モータータンパク質であるキネシンが細胞小器官を積み荷として移動する。

③ 細胞骨格であるケラチンの上を，モータータンパク質であるダイニンが細胞小器官を積み荷として移動する。

④ 細胞骨格であるケラチンの上を，モータータンパク質であるキネシンが細胞小器官を積み荷として移動する。

⑤ 細胞骨格であるアクチンフィラメントの上を，モータータンパク質であるミオシンが細胞小器官を積み荷として移動する。

⑥ 細胞骨格であるアクチンフィラメントの上を，モータータンパク質であるダイニンが細胞小器官を積み荷として移動する。

問 2　下線部**イ**に示した物質の移動に関して，エネルギーを用いた輸送として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**

① 酸素は細胞膜を通って細胞内に移動できる。

② ニューロンでは，興奮が軸索の末端まで伝導すると，末端部の細胞膜にあるカルシウムチャネルを通ってCa^{2+}が細胞内に移動する。

③ 静止状態にあるニューロンでは，細胞膜にあるカリウムチャネルを通ってK^{+}が細胞外へ移動する。

④ 軸索が刺激されたニューロンでは，細胞膜にあるナトリウムチャネルを通ってNa^{+}が細胞内に移動する。

⑤ 腎臓にある集合管では，上皮細胞の細胞膜にあるアクアポリンを通って水が細胞内に移動する。

⑥ 神経からの刺激がなくなった筋細胞では，筋小胞体の膜にあるカルシウムポンプを通ってCa^{2+}が筋小胞体内に移動する。

問 3　下線部**ウ**で示した細胞間の情報伝達において，情報を受け取る細胞にはタンパク質でできた受容体がある。そして，この受容体に情報伝達物質が結合することで情報が伝わる。情報の伝達に関する記述として**誤っているもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **3**

① T細胞は，樹状細胞が提示するMHC分子（MHC抗原）上の抗原に，受容体で結合することで活性化される。

② 運動神経から分泌されたアセチルコリンは，筋細胞の細胞表面にある受容体に結合し，筋細胞を収縮させる。

③ マクロファージはトル様受容体にサイトカインが結合すると，食作用を増強する。

④ 脳下垂体前葉から分泌された甲状腺刺激ホルモンは，甲状腺の細胞表面にある受容体と結合すると，甲状腺からチロキシンが分泌される。

⑤ 興奮性シナプスでは，シナプス前細胞から分泌された神経伝達物質が，シナプス後細胞の細胞膜表面にある受容体に結合すると，シナプス後細胞で活動電位が発生する。

問4　DNAやRNAのヌクレオチド鎖の一方の端は5′末端，もう一方の端は3′末端と呼ばれる。この5′や3′はヌクレオチドを構成する何につけられた番号か。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

① リン酸を構成する酸素につけられた番号
② リン酸を構成するリンにつけられた番号
③ 糖を構成する酸素につけられた番号
④ 糖を構成する炭素につけられた番号
⑤ 塩基の窒素につけられた番号
⑥ 塩基の炭素につけられた番号

問5　50ページ文章中の **エ** に入る細胞小器官として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **5**

① ゴルジ体　② リソソーム　③ 中心体
④ ミトコンドリア　⑤ リボソーム

問6　50ページ文章中の **オ** と **カ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **6**

	オ	カ
①	スプライシング	フレームシフト
②	フレームシフト	スプライシング
③	イントロン	エキソン
④	エキソン	イントロン
⑤	センス鎖	アンチセンス鎖
⑥	アンチセンス鎖	センス鎖

問7　50ページ文章中の［キ］に入る塩基配列として最も適当なものを，コドン表を参考にして，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［7］

① AUG　② UAA　③ UAC
④ ATG　⑤ TAA　⑥ TAC

問8　50ページ文章中の［ク］に入るアミノ酸として最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。［8］

① ロイシン　② アラニン　③ プロリン
④ アルギニン　⑤ グルタミン酸　⑥ バリン
⑦ グリシン　⑧ フェニルアラニン

問9　下線部**ケ**で示したグルタミン酸を指定する遺伝子に突然変異が起こり，38番目のアミノ酸がグルタミンに変化した。mRNAの塩基配列にどのような変化が起こったと考えられるか。次の問い(1)・(2)に答えよ。なお，翻訳開始のメチオニンを指定するコドンの一つめの塩基を1番目と数えることとする。

(1)　何番目の塩基が置換したか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［9］番目

① 111　② 112　③ 113　④ 114　⑤ 115

(2)　(1)で答えた位置の塩基は何に置換したか。置換後の塩基として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［10］

① A　② T　③ U　④ C　⑤ G

（下 書 き 用 紙）

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

第4問 植物の進化や配偶子形成と発生に関する文章(**A**・**B**)を読み，各問い(**問1**～**7**)に答えよ。〔**解答番号** 1 ～ 10 〕（配点　26）

A　現在，陸上に生存する植物は，水中で生育するア<u>シャジクモ類</u>から進化してきたと考えられている。進化の過程で，植物が水中から陸上へ進出したのは古生代のオルドビス紀といわれており，これはオルドビス紀の地層から植物の胞子の化石が発見されているからである。最初に上陸した植物は原始的なコケ植物と考えられるが，最古の化石として確認できる陸上植物はシルル紀に出現した イ である。陸上は水中に比べて強い光を得やすく，植物に適した環境であるが，植物の生存にとって不利な点も多い。このような陸上の環境に植物が適応するうち，ウ<u>シダ植物へ進化していった</u>と考えられる。石炭紀は温暖，湿潤であったため，シダ植物は高さ20mを超える木生シダとなって森林を作り，繁栄した。しかし，ペルム紀の寒冷化によって衰退していくと，シダ植物に変わって種子植物の一つである，裸子植物が繁栄するようになった。

問1　生物が陸上進出するために必要な環境は，カンブリア紀に繁栄した藻類のはたらきによって整えられたと考えられている。このはたらき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

① 光合成によって酸素が増加し，酸素を用いて有機物を分解する生物が出現して有機物量が減少した。
② 光合成によって酸素が増加し，オゾン層が形成されて地表に届く紫外線量が減少した。
③ 呼吸によって二酸化炭素が増え，温室効果により気温が安定した。
④ 呼吸によって二酸化炭素が増加し，光合成が盛んになった。
⑤ 呼吸によって酸素が減少し，生物にとって有害な酸化力が弱まった。

問 2　下線部**ア**のシャジクモは，現存する陸上植物の祖先と考えられている。その理由と考えられるシャジクモがもつ特徴として**誤っているもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **2**

① 細胞分裂時に細胞板を形成する。
② 光合成を行い，デンプンとして貯蔵する。
③ セルロースでできた細胞壁をもつ。
④ 水中で固着するための根や，体を支える茎をもつ。
⑤ クロロフィルaとクロロフィルbをもつ。

問 3　前ページ文章中の **イ** に入る語として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **3**

① リニア　② リンボク　③ ロボク
④ フウインボク　⑤ クックソニア

問 4　下線部**ウ**についてコケ植物からシダ植物へ進化したと考えると，シダ植物はどのような仕組みを発達させて陸上の環境に適応していったと考えられるか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **4**

① 有害な紫外線を反射するクチクラ層を発達させた。
② 維管束を発達させて陸上で体を支えられるようになった。
③ 気孔を発達させ，この開閉によって水分を得られるようになった。
④ 激しい温度変化に耐えられる胞子を作るようになった。
⑤ 造卵器や造精器を備え，受精の効率が高くなった。

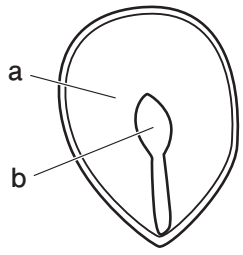
B　種子植物には［ エ ］で包まれている被子植物と，包まれていない裸子植物がある。前者の例にはカキやソラマメなどがあり，後者にはイチョウやソテツなどがある。

被子植物の葯では花粉母細胞が減数分裂を行って花粉四分子となる。この花粉四分子の一つひとつの細胞では細胞分裂が起こり，花粉管細胞とその中にある雄原細胞に分かれる。さらに，雄原細胞からは2個の精細胞ができる。一方，胚珠では胚のう母細胞が減数分裂を経て胚のう細胞となる。胚のう細胞が核分裂を行って8個の核ができると，七つの細胞に分配されて胚のうとなる。この胚のう中の卵細胞が精細胞と合体して受精卵となり，もう一つの精細胞が2個の極核をもつ中央細胞と合体して胚乳細胞となる。受精卵はやがて**オ**胚となり，胚乳細胞は胚乳を構成するようになる。カキや**カ**イネでは，発芽するときに必要な栄養分が種子の胚乳に蓄えられているが，マメ科やアブラナ科の植物では胚乳は退化し，栄養分は子葉に蓄えられる。

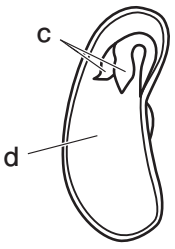
問5　上の文章中の［ エ ］に入る語句として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 5 ］

① 胚のうが珠皮　② 珠皮が胚のう　③ 胚珠が子房
④ 子房が胚珠　⑤ 胚が胚乳　⑥ 胚乳が胚

問6　下線部**オ**の胚には子葉や幼芽，胚軸，幼根などが作られている。次に，カキとインゲンマメの種子を縦断した断面図を示した。カキとインゲンマメの種子にみられる胚の子葉の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。［ 6 ］



カ　キ



インゲンマメ

① a，c　② a，d　③ b，c　④ b，d

問7　下線部**カ**のイネでは胚乳にデンプンが含まれる。このデンプンにはモチ性とウルチ性があり，前者は後者に比べて粘性が高い特徴をもつ。この胚乳のウルチ性やモチ性が1対の対立遺伝子 A と a で支配されており，イネの AA の遺伝子型をもつウルチ品種と aa の遺伝子型をもつモチ品種を交配すると，胚（F_1）の遺伝子型と表現型は［キ］となる。一方，胚乳の遺伝子型は，ウルチ品種の雌しべにモチ品種の花粉を受粉・受精させる（交配Ⅰ）か，モチ品種の雌しべにウルチ品種の花粉を受粉・受精させる（交配Ⅱ）かによって異なる。遺伝子 A は遺伝子 a に対して優性（顕性）であるため，遺伝子 A が一つでもあれば胚乳はウルチ性となる。なお，一般的にイネは自家受精を行うが，偶然に他種の花粉で受精することもある。交配Ⅰ，交配Ⅱに関する次の問い(**1**)～(**4**)に答えよ。

(**1**)　上の文章中の［キ］に入る遺伝子型と表現型の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。なお，各選択肢は遺伝子型，表現型の順に示した。［**7**］

① AA，ウルチ性　② AA，モチ性　③ Aa，ウルチ性
④ Aa，モチ性　⑤ aa，ウルチ性　⑥ aa，モチ性

(**2**)　交配Ⅰによって得られた種子の胚乳の遺伝子型と表現型の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。なお，各選択肢は遺伝子型，表現型の順に示した。［**8**］

① AAA，ウルチ　② AAA，モチ　③ AAa，ウルチ
④ AAa，モチ　⑤ Aaa，ウルチ　⑥ Aaa，モチ
⑦ aaa，ウルチ　⑧ aaa，モチ

(3) 交配Ⅱによって得られた種子の胚乳の遺伝子型と表現型の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。なお，各選択肢は遺伝子型，表現型の順に示した。 9

① *AAA*，ウルチ　② *AAA*，モチ　③ *AAa*，ウルチ
④ *AAa*，モチ　⑤ *Aaa*，ウルチ　⑥ *Aaa*，モチ
⑦ *aaa*，ウルチ　⑧ *aaa*，モチ

(4) ウルチ品種とモチ品種が近接して作付(作物を植えること)されており，出穂(穂が出て受精できる状態になる)時期が重なったとき，問い(2)・(3)からどのようなことが起こると考えられるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 10

① ウルチ品種の稲穂(イネの茎の先に種子がついたもの)にモチ性の胚乳をもった種子が混じることや，モチ品種の稲穂にウルチ性の胚乳をもった種子が混じることもある。
② ウルチ品種の稲穂にモチ性の胚乳をもった種子が混じることはあるが，モチ品種の稲穂にウルチ性の胚乳をもった種子が混じることはない。
③ モチ品種の稲穂にウルチ性の胚乳をもった種子が混じることはあるが，ウルチ品種の稲穂にモチ性の胚乳をもった種子が混じることはない。
④ モチ品種の稲穂にウルチ性の胚乳をもった種子が混じることも，ウルチ品種の稲穂にモチ性の胚乳をもった種子が混じることもない。