

## 高等学校 理科（化学）

### 解答についての注意点

- 1 解答用紙は、マーク式解答用紙と記述式解答用紙の2種類があります。
- 2 大問 **1**～大問 **4** については、マーク式解答用紙に、大問 **5** については、記述式解答用紙に記入してください。
- 3 解答用紙が配付されたら、まずマーク式解答用紙に受験番号等を記入し、受験番号に対応する数字を、鉛筆で黒くぬりつぶしてください。  
記述式解答用紙は、全ての用紙の上部に受験番号のみを記入してください。
- 4 大問 **1**～大問 **4** の解答は、選択肢のうちから、**問題で指示された解答番号**の欄にある数字のうち一つを黒くぬりつぶしてください。  
例えば、「解答番号は  」と表示のある問題に対して、「**3**」と解答する場合は、解答番号  の欄に並んでいる ① ② ③ ④ ⑤ の中の ③ を黒くぬりつぶしてください。
- 5 間違ってぬりつぶしたときは、消しゴムできれいに消してください。二つ以上ぬりつぶされている場合は、その解答は無効となります。
- 6 その他、係員が注意したことをよく守ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません。



1 次の(1)～(8)の問いに答えよ。

(1) 音について述べた次の文を読み、ア～エの語句のうち、正しいもののみを選んだ組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

音の大きさは、音波の(ア 振幅)が大きいほど大きく聞こえる。同じ音の高さでも楽器によって音色が異なるのは、(イ 波長)が異なるからである。

振動数が少しだけ異なる2つのおんさAとBを向かい合わせて同時に鳴らすと、音の大きさが周期的に変化して聞こえた。この現象を(ウ 共鳴)という。また、右向きに進んでいる音源の前方に、音源より遅い速度で右向きに進んでいる観測者がいるとき、観測者が聞く音の振動数は、音源が発する音の振動数より(エ 大きく)なる。

- 1 ア イ
- 2 イ ウ
- 3 ア ウ
- 4 イ エ
- 5 ア エ

(2) 図1のように、入射角AでY軸に垂直に入射している光を点Oで鏡に反射させる。図2は、図1を横から見たものである。その鏡を、図2のようにY軸を中心として時計回りに $a$ 回転させたときの反射角の大きさは、回転させる前の反射角の大きさと比べて何度変わるか。1～5から一つ選べ。ただし、回転角 $a$ の範囲は、 $0 < a < (90 - A)$ とする。解答番号は

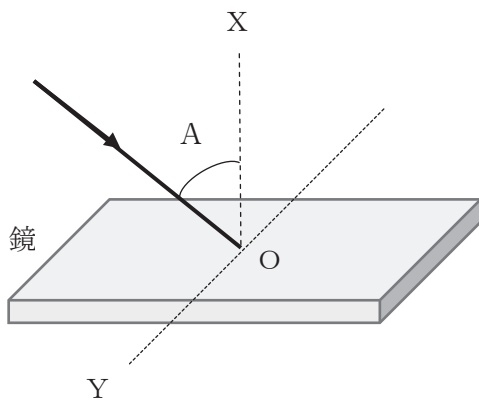


図1

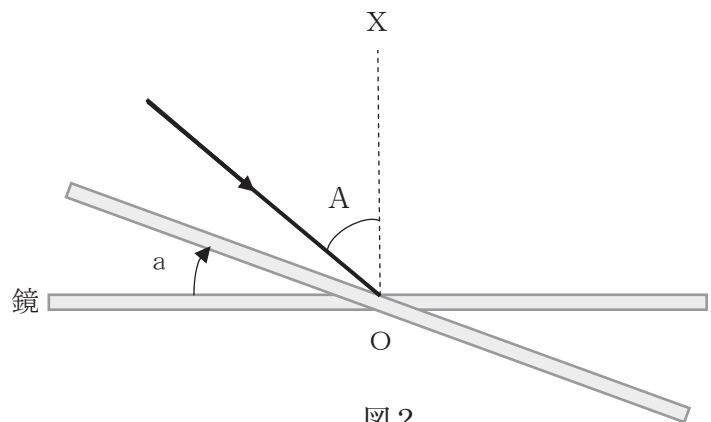


図2

- 1 A
- 2  $2A$
- 3  $a$
- 4  $2a$
- 5 0

(3) 図1のように、焦点距離が  $f$  [cm] の凸レンズを用いて、凸レンズの中心から物体までの距離を  $a$  [cm]、像までの距離を  $b$  [cm] となるよう、物体と凸レンズを置いた。

その後、図2のように、正立虚像ができるように物体を移動させた。このときの凸レンズの中心から物体までの距離を  $a'$  [cm]、像までの距離を  $b'$  [cm] とすると、 $a$ 、 $b$ 、 $a'$ 、 $b'$  の間の関係式として最も適切なものを、1～5 から一つ選べ。ただし、 $a > 0$ 、 $a' > 0$ 、 $b > 0$ 、 $b' > 0$ 、 $f > 0$ 、 $a > f$  とし、この関係式は、 $a$  の値を変化させても、常に成り立っている。

解答番号は

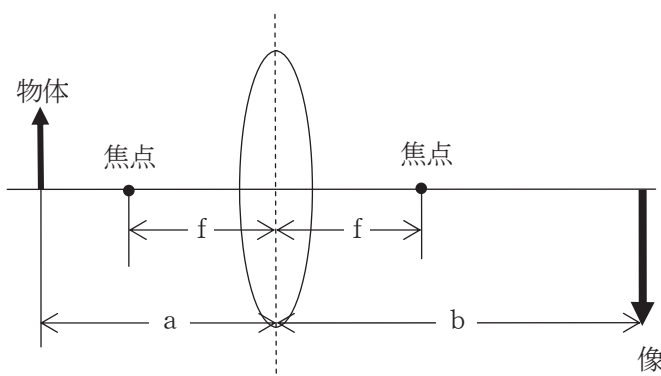


図1

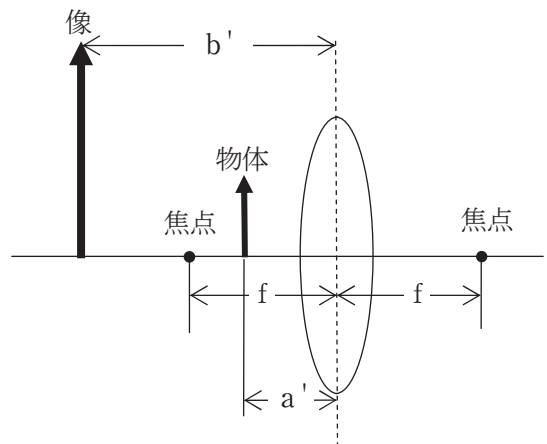


図2

1  $a' + b' = a + b$

2  $a' - b' = a + b$

3  $\frac{1}{a'} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

4  $\frac{1}{a'} - \frac{1}{b'} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

5  $\frac{a'}{b'} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

(4) 4本の伸びないひもA～Dを用いて、図1および図2のように、伸びないひもをつけた質量  $1.5 \times 10^3 \text{ g}$  のおもりを、ひもがたるまないように天井や壁に2点で固定し静止させた。このとき、ひもA～Dのうち、その引く力の大きさが最も大きいものはいくらになるか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とし、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$  とする。解答番号は

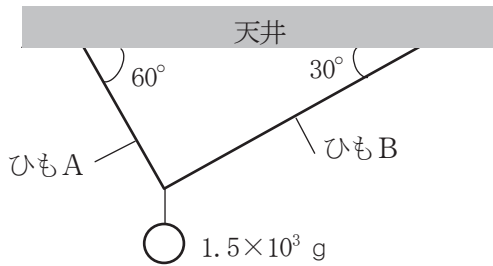


図1

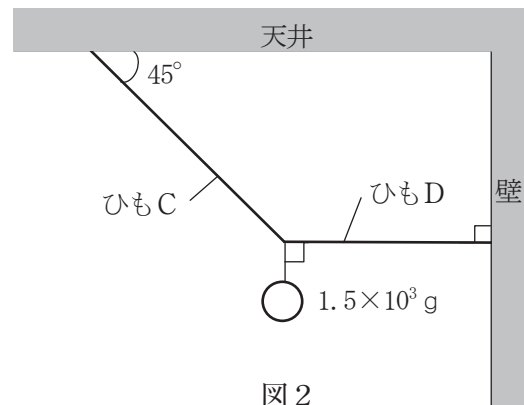
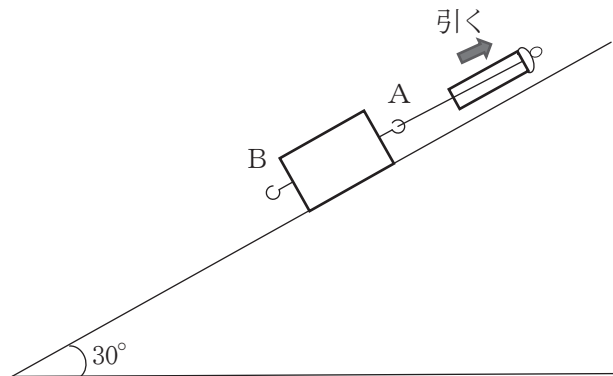


図2

- 1 7.4 N      2 12 N      3 15 N      4 21 N      5 29 N

(5) 図のように、摩擦のある斜面上に重さ4.0 Nの物体を置き、物体のA側にばねばかりをつけ、斜面に沿って引き上げたところ、ばねばかりが物体を引く力の大きさが4.5 Nとなったときに物体が動き出した。このとき、次の問いに答えよ。ただし、このばねばかりは斜面でも使うことができるものとする。



図

ア 物体が動き出す直前の、物体と斜面との間にはたらく最大摩擦力の大きさはいくらか。1～5から一つ選べ。解答番号は

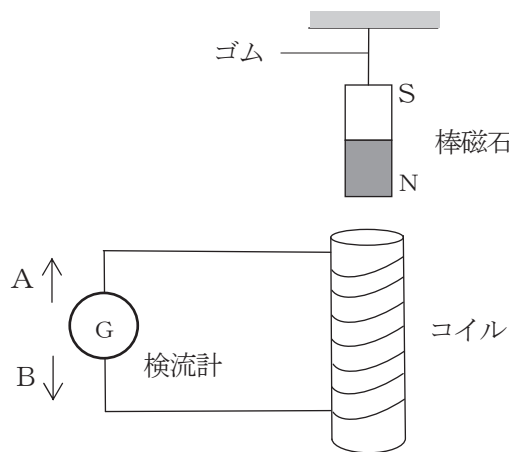
- 1 0.50 N      2 2.0 N      3 2.5 N      4 4.0 N      5 4.5 N

イ 次に、ばねばかりを物体のB側にとりつけ、斜面に沿って引き下ろした。物体が動き出す直前のばねばかりが物体を引く力の大きさはいくらか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 0.50 N      2 2.0 N      3 2.5 N      4 4.0 N      5 4.5 N

(6) 図のように、円筒状に巻いたコイルと検流計を接続し、その上方に、N極を下にした棒磁石を天井からゴムでつり下げて静止させた。次に、棒磁石の下端をコイルの上端の高さまで、手で下向きに引っ張り、コイルに電流が流れなくなるまで固定した。その後、棒磁石を静かに離すと、棒磁石は天井やコイルに触れることなくコイル上方で周期的に上下に振動した。

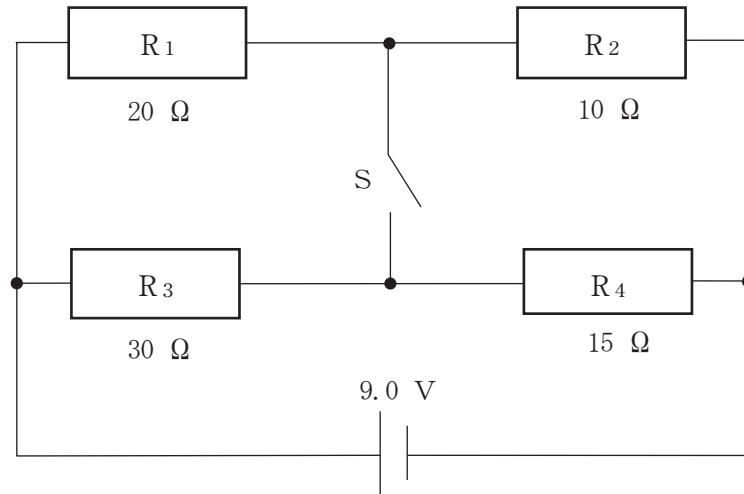
このとき、手を離し棒磁石が上昇するときにコイルの上端にできる極と、手を離し、棒磁石が動き始めたときから振動している間の検流計に流れる電流の向き、この現象名について、最も適切な組合せを1～5から一つ選べ。解答番号は



図

|   | 極 | 検流計に流れる電流の向き   | 現象名  |
|---|---|----------------|------|
| 1 | N | A→B→A→Bと交互に流れる | 電磁誘導 |
| 2 | S | A→B→A→Bと交互に流れる | 電磁誘導 |
| 3 | S | B→A→B→Aと交互に流れる | 電磁誘導 |
| 4 | S | B→A→B→Aと交互に流れる | 光電効果 |
| 5 | N | B→A→B→Aと交互に流れる | 光電効果 |

(7) 図のように、4つの抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ と9.0Vの電源を用いて回路をつくった。スイッチSは最初開いているものとして、次の問いに答えよ。ただし、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ の抵抗値はそれぞれ20 $\Omega$ 、10 $\Omega$ 、30 $\Omega$ 、15 $\Omega$ とする。



図

ア 電源を流れる電流の大きさは何Aか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 0.10A      2 0.12A      3 0.25A      4 0.50A      5 2.3A

イ 次に、スイッチSを閉じた後に電源を流れる電流の大きさは、スイッチSを閉じる前の電流の大きさと比べて、およそ何倍になるか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 0.50倍      2 0.66倍      3 0.82倍      4 1.0倍      5 4.5倍

(8) 次の文を読み、ア～ウに当てはまる語句や数値の組合せとして最も適切なものはどれか。  
1～5から一つ選べ。

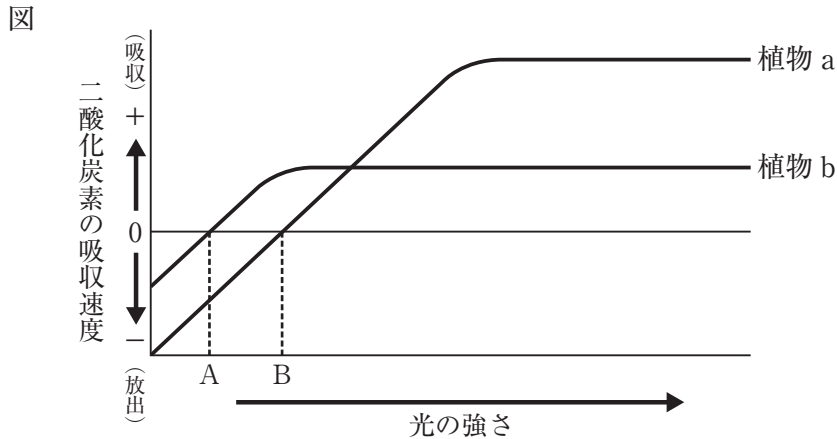
原子核の中には、不安定であるため、自ら放射線を出して他の原子核に変わっていくものがある。放射線には $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、中性子線などがあり、(ア)は、高速の電子の流れである。 $\gamma$ 線は波長の短い電磁波で、 $\alpha$ 線と比べて透過力が(イ)ため、非破壊検査などに用いられている。ウラン238の半減期は $4.47 \times 10^9$ 年なので、1.0 tのウラン238が放射性崩壊によって125 kgになるには、およそ(ウ)年かかる。解答番号は

|   | ア          | イ  | ウ                    |
|---|------------|----|----------------------|
| 1 | $\alpha$ 線 | 弱い | $9.0 \times 10^9$    |
| 2 | 中性子線       | 弱い | $9.0 \times 10^9$    |
| 3 | $\beta$ 線  | 強い | $9.0 \times 10^9$    |
| 4 | 中性子線       | 強い | $1.3 \times 10^{10}$ |
| 5 | $\beta$ 線  | 強い | $1.3 \times 10^{10}$ |



2 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 下の図は、植物 a、植物 b それぞれの葉が受ける光の強さと光合成速度の関係を示したものである。ただし、ここでは光の強さによって呼吸速度は変化しないものとする。次の問いに答えよ。



ア 植物 a について、光の強さ A、B それぞれの光合成速度と呼吸速度の関係を示した式の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5 から一つ選べ。解答番号は

- | A              | B            |
|----------------|--------------|
| 1 光合成速度 < 呼吸速度 | 光合成速度 = 呼吸速度 |
| 2 光合成速度 < 呼吸速度 | 光合成速度 > 呼吸速度 |
| 3 光合成速度 = 呼吸速度 | 光合成速度 < 呼吸速度 |
| 4 光合成速度 > 呼吸速度 | 光合成速度 < 呼吸速度 |
| 5 光合成速度 > 呼吸速度 | 光合成速度 = 呼吸速度 |

イ 植物 a と植物 b を比較した次の①～⑤の記述のうち、正しいもののみをすべて選んだ組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5 から一つ選べ。解答番号は

- ① 植物 a は植物 b より弱い光でも育つ。
- ② 植物 a は育たないが、植物 b は育つ光の強さがある。
- ③ 植物 a も植物 b も光があれば、その強さに関係なく育つ。
- ④ 植物 a は植物 b より光飽和点が低い。
- ⑤ 植物 a は植物 b より光補償点が高い。

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1 ① ④ | 2 ① ⑤ | 3 ② ④ |
| 4 ② ⑤ | 5 ③ ④ |       |

ウ 次の文は、植物bについて述べたものである。次の文中の(①)～(③)にあてはまる語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は 

|    |
|----|
| 13 |
|----|

植物bは(①)と呼ばれ、スダジイや(②)などの植物が例に挙げられる。植物bはその幼木が次々に育って成木と入れ替わるため、森林の構成種に大きな変化が見られなくなる。このような状態は(③)と呼ばれる。

- |   | ①    | ②    | ③  |
|---|------|------|----|
| 1 | 陽生植物 | ブナ   | 極相 |
| 2 | 陽生植物 | アカマツ | 優占 |
| 3 | 陰生植物 | ブナ   | 極相 |
| 4 | 陰生植物 | ブナ   | 優占 |
| 5 | 陰生植物 | アカマツ | 極相 |

(2) a 内分泌系や自律神経系は、組織・器官を構成する各細胞の働きを統一的に調節する。b 体温や血糖濃度などが一定の範囲内に維持されているのも、内分泌系や自律神経系が様々な組織・器官の働きを適正に調節しているためである。次の問いに答えよ。

ア 下線部 a に関する記述として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 成長ホルモンは脳下垂体前葉で、バソプレシンは脳下垂体後葉でつくられ、血液中に分泌される。
- 2 内分泌腺からのホルモン分泌は間脳の視床下部により制御されており、内分泌腺が自律的にホルモンを分泌することはない。
- 3 血液中のチロキシン濃度が高くなり過ぎると、脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌が抑制される。
- 4 自律神経系と内分泌系は独立した調節系であり、自律神経系がホルモンの分泌を調節することはない。
- 5 自律神経は巨大な単一細胞であり、その細胞体はすべて間脳にあり、軸索の末端は各組織・器官に分布している。

イ 下線部 b について、運動することにより体温が上昇し過ぎたときの体温調節に関して述べた次の①～⑤の記述のうち、正しいものをすべて選んだ組合せとして、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 肝臓での物質の分解が促進され、発熱量が減少する。
- ② 副交感神経を通して皮膚の血管が収縮する。
- ③ 交感神経を通して立毛筋が収縮する。
- ④ 副交感神経を通して心臓が刺激され、拍動数が減少する。
- ⑤ 汗腺からの発汗が盛んになる。

- |   |     |   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|---|-----|
| 1 | ① ② | 2 | ① ③ | 3 | ② ⑤ |
| 4 | ③ ④ | 5 | ④ ⑤ |   |     |

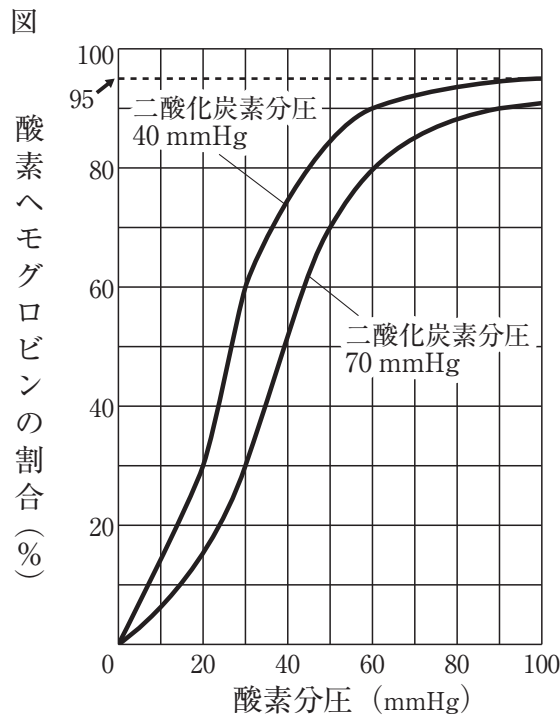
ウ 下線部 b について、低血糖時における血糖濃度の調節に関して述べた次の文中の ( ① ) ~ ( ③ ) にあてはまる語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1 ~ 5 から一つ選べ。

解答番号は

グルコースが消費され、血糖量が減少した血液が間脳の視床下部に達すると、交感神経を通して副腎髄質から ( ① ) の分泌が促進される。また、すい臓のランゲルハンス島の A 細胞 (  $\alpha$  細胞 ) から ( ② ) が分泌される。( ① ) と ( ② ) のホルモンは、肝臓などにたくわえられている ( ③ ) をグルコースに分解し、血糖量を増加させる働きがある。

|   | ①        | ②      | ③      |
|---|----------|--------|--------|
| 1 | 糖質コルチコイド | グルカゴン  | グリコーゲン |
| 2 | 糖質コルチコイド | グルカゴン  | タンパク質  |
| 3 | 糖質コルチコイド | 成長ホルモン | タンパク質  |
| 4 | アドレナリン   | グルカゴン  | グリコーゲン |
| 5 | アドレナリン   | 成長ホルモン | グリコーゲン |

(3) 赤血球中のヘモグロビンは、酸素と結合して酸素ヘモグロビンとなり、全身の組織に酸素を運ぶ役割を担っている。下の図は、二酸化炭素分圧が40 mmHgと70 mmHgでの酸素分圧と、全ヘモグロビンに対する酸素ヘモグロビンの割合との関係を示している。次の問いに答えよ。ただし、肺胞の酸素分圧を100 mmHg、肺胞の二酸化炭素分圧を40 mmHgとし、組織の酸素分圧を30 mmHg、組織の二酸化炭素分圧を70 mmHgとする。



ア 肺胞中の酸素ヘモグロビンの何%が組織で酸素を解離するか。図から考えて最も近いものを、1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 95%                      2 68%                      3 65%  
 4 62%                      5 30%

イ 1 Lの血液が組織へ供給する酸素の量は何mLか。図から考えて最も近いものを、1～5から一つ選べ。ただし、血液中のヘモグロビンは1 L中に150 gあり、1 gのヘモグロビンは最大で1.4 mLの酸素と結合できるものとする。解答番号は

- 1 199.5 mL                  2 142.8 mL                  3 136.5 mL  
 4 130.2 mL                  5 63.0 mL

(4) ある常染色体上で連鎖している3つの遺伝子A、BおよびC（それぞれの劣性対立遺伝子はa、bおよびc）について、それぞれヘテロ接合体と劣性ホモ個体との交配を行い、得られた子の表現型と分離比を調べたところ、下の表の結果が得られた。次の問いに答えよ。

|           |  |
|-----------|--|
| 親の組合せ     | $A a B b \times a a b b$                             |
| 子の表現型と分離比 | $[A B] : [A b] : [a B] : [a b]$<br>= 47 : 3 : 3 : 47 |
| 親の組合せ     | $B b C c \times b b c c$                             |
| 子の表現型と分離比 | $[B C] : [B c] : [b C] : [b c]$<br>= 21 : 4 : 4 : 21 |
| 親の組合せ     | $A a C c \times a a c c$                             |
| 子の表現型と分離比 | $[A C] : [A c] : [a C] : [a c]$<br>= 9 : 1 : 1 : 9   |

ア 連鎖している遺伝子は、遺伝子間の距離が大きいほど組換えが起こりやすい。表の結果をもとに、遺伝子A、B、Cの染色体上の位置の順序を下の図のように①、②、③で表すと、どのようになるか。最も適切な組合せを、1～5から一つ選べ。ただし、図中の①②間の距離は、②③間の距離より大きいものとする。解答番号は



- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | ① | ② | ③ |
| 1 | A | B | C |
| 2 | A | C | B |
| 3 | B | C | A |
| 4 | C | A | B |
| 5 | C | B | A |

イ 次の文は、唾腺染色体について述べたものである。次の文中の(①)～(③)にあてはまる語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

ショウジョウバエやユスリカなどの幼虫には、唾腺染色体と呼ばれる巨大染色体がある。唾腺染色体を観察すると、特定のしま模様の部分が膨らんで見えることがあり、これをパフという。パフでは、盛んにDNAが(①)されて(②)がつけられている。唾腺染色体を発生段階ごとに観察すると、染色体上のパフの位置や大きさは(③)。

- |   |    |      |       |
|---|----|------|-------|
|   | ①  | ②    | ③     |
| 1 | 転写 | mRNA | 変化する  |
| 2 | 転写 | tRNA | 変化しない |
| 3 | 翻訳 | mRNA | 変化しない |
| 4 | 翻訳 | mRNA | 変化する  |
| 5 | 翻訳 | tRNA | 変化しない |

3 次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 太陽について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

a地球から観測した太陽は、見かけ上、月とほぼ同じ大きさに見えるが、実際には半径約70万 km の巨大な恒星である。太陽を構成する主な元素のうち、最も多いのは( ① )、次に多いのが( ② )であり、これら2つの元素で約98%を占め、その他の元素は微量である。太陽が放射する電磁波はいろいろな波長のもを含む。電磁波を( ③ )によって分けたものをスペクトルといい、太陽のスペクトルを調べると、連続スペクトルの中に多くの b暗線がある。この暗線は、発見者にちなんで( ④ )線と呼ばれている。

ア 文章中の①～④にあてはまる語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

|   | ①    | ②    | ③  | ④         |
|---|------|------|----|-----------|
| 1 | 水素   | ヘリウム | 強度 | ブラウン      |
| 2 | 水素   | ヘリウム | 波長 | フラウンホーファー |
| 3 | ヘリウム | 水素   | 強度 | ブラウン      |
| 4 | ヘリウム | 水素   | 波長 | フラウンホーファー |
| 5 | ヘリウム | 水素   | 波長 | ブラウン      |

イ 文章中の下線部 a に関連して、地球から月までの距離は約38万 km、太陽までの距離は約1.5億 km である。太陽の半径は月の半径の約何倍の大きさか。その数値として最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

1 40      2 160      3 400      4 1600      5 4000

ウ 文章中の下線部bに関連して、太陽の連続スペクトルの中にある暗線のでき方について述べた文として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 太陽大気を通過する光が、太陽大気に含まれる元素による反射を受けてできる。
- 2 太陽大気を通過する光が、太陽大気に含まれる元素による吸収を受けてできる。
- 3 太陽大気から出た光が地球の大気圏に入る前に、宇宙空間に存在する元素による反射を受けてできる。
- 4 太陽大気から出た光が地球の大気圏に入る前に、宇宙空間に存在する元素による吸収を受けてできる。
- 5 地球の大気圏を通過する光が、大気圏に存在する元素による反射を受けてできる。

エ 太陽の今後の進化の過程について述べた文として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 原始星となり、金星の公転軌道付近にまで膨張は達する。
- 2 原始星となり、地球の公転軌道付近にまで膨張は達する。
- 3 赤色巨星となり、地球の公転軌道付近にまで膨張は達する。
- 4 赤色巨星となり、海王星の公転軌道付近にまで膨張は達する。
- 5 超新星となり、海王星の公転軌道付近にまで膨張は達する。



(2) 次の問いに答えよ。

ア 台風について述べた次の①～③の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 熱帯低気圧のうち、最大風速がおよそ17.2 m/s以上になったものを台風と呼ぶ。
- ② 台風が衰え温帯低気圧になると、被害が起こる可能性はない。
- ③ 遠浅の海や風が吹いてくる方向に開いた湾では潮位が上がりやすく、高潮が発生しやすい。

|   | ① | ② | ③ |
|---|---|---|---|
| 1 | 正 | 正 | 誤 |
| 2 | 正 | 誤 | 正 |
| 3 | 正 | 誤 | 誤 |
| 4 | 誤 | 正 | 正 |
| 5 | 誤 | 誤 | 正 |

イ 偏西風の一般的な特徴について述べた次の①～③の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 偏西風の吹く地域においては、南北方向の気圧傾度力は地表付近で最も大きい。
- ② 南半球の偏西風の強い地域では、北向きの気圧傾度力が特に大きい。
- ③ 中緯度上空の偏西風は、南北に蛇行しながら吹くことが多い。

|   | ① | ② | ③ |
|---|---|---|---|
| 1 | 正 | 正 | 誤 |
| 2 | 正 | 誤 | 正 |
| 3 | 正 | 誤 | 誤 |
| 4 | 誤 | 正 | 正 |
| 5 | 誤 | 誤 | 正 |

ウ 次の文章は、海陸風について述べたものである。文章中の①～③にあてはまる語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

よく晴れた昼の海岸付近において、海側と陸側とを比べると、( ① ) 側の方の気温が高くなり、( ② ) と呼ばれる風が吹きやすい。このとき、海側と陸側とを比べると、( ③ ) 側の方の気圧が高くなっている。

- |   | ① | ②  | ③ |
|---|---|----|---|
| 1 | 海 | 海風 | 陸 |
| 2 | 海 | 陸風 | 海 |
| 3 | 陸 | 海風 | 海 |
| 4 | 陸 | 海風 | 陸 |
| 5 | 陸 | 陸風 | 陸 |

(3) 化石について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

過去に生物がいたことを示す証拠はすべて化石と呼ばれている。化石は、a地層が堆積した時代の決定、b地層が堆積した環境の決定、生物進化の研究などに用いられる。

ア 生物が化石として残りやすくなる条件について述べた次の①～③の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 生物が骨や歯など破壊されにくい組織をもっていた。
- ② 生物が堆積物に埋もれやすい環境に生息していた。
- ③ 化石が含まれている地層が変成作用を受けた。

|   | ① | ② | ③ |
|---|---|---|---|
| 1 | 正 | 正 | 誤 |
| 2 | 正 | 誤 | 正 |
| 3 | 正 | 誤 | 誤 |
| 4 | 誤 | 正 | 正 |
| 5 | 誤 | 誤 | 正 |

イ 次のうち、化石ではないものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- |            |                 |                         |
|------------|-----------------|-------------------------|
| 1 恐竜の足跡    | 2 恐竜の卵          | 3 <sup>こはく</sup> 琥珀中の昆虫 |
| 4 氷づけのマンモス | 5 クロスラミナ (斜交葉理) |                         |

ウ 文章中の下線部 a と下線部 b に関連して、地層が堆積した時代の決定と地層が堆積した環境の決定とに用いられる化石はそれぞれ何と呼ばれているか。また、地層が堆積した時代の決定に用いられる古生代の生物の化石は何か。最も適切な組合せを、1～5 から一つ選べ。

解答番号は

|   | 地層が堆積した時代の決定 | 地層が堆積した環境の決定 | 古生代の生物の化石 |
|---|--------------|--------------|-----------|
| 1 | 示相化石         | 示準化石         | アンモナイト    |
| 2 | 示相化石         | 示準化石         | サンヨウチュウ   |
| 3 | 示準化石         | 示相化石         | ビカリア      |
| 4 | 示準化石         | 示相化石         | フズリナ      |
| 5 | 示準化石         | 示相化石         | マンモス      |

4 次の(1)～(10)の問いに答えよ。ただし、原子量は次のとおりとする。

H = 1.0、Li = 6.9、C = 12、N = 14、O = 16、S = 32、Cu = 64

(1) 金属結晶の結晶格子について述べた次の①～⑤のうち、正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 体心立方格子は立方体の各頂点と各面の中心に同種の原子が配列された結晶格子である。
- ② 面心立方格子において、1個の原子をとり巻く最近接原子の数(配位数)は8である。
- ③ 単位格子の体積に占める原子の体積の割合は、体心立方格子より面心立方格子の方が大きい。
- ④ 体心立方格子の単位格子の1辺の長さを  $a$  としたとき、格子中に所属する原子の半径は  $\frac{\sqrt{2}}{4}a$  で表される。
- ⑤ 六方最密構造の単位格子中に所属する原子の数は6個である。

1 ①

2 ②

3 ③

4 ④

5 ⑤

(2) 次の①～④は身近な物質に関する記述である。下線部に誤りを含むものはいくつあるか、正しい数を1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 酸化亜鉛の粉末は白色であり、絵の具や塗料に用いられる。
- ② 酸化チタン(IV)は、建物の外壁や窓ガラスの表面に塗布されていると、光触媒として働き、有機物の汚れが分解される。
- ③ ハロゲン化銀は遮光性をもつことを利用して、写真のフィルムに使われている。
- ④ さらし粉は還元作用を持つことを利用して、漂白剤や殺菌剤に使われている。

1 0

2 1

3 2

4 3

5 4

(3) 大気圧が $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、水面から1.00mの深さの水中における圧力〔Pa〕はいくらか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。ただし、この場合の水の密度は $1.00 \text{ g/cm}^3$ 、水銀の密度は $13.6 \text{ g/cm}^3$ とせよ。なお、圧力は $1.01 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$ とせよ。解答番号は

- 1  $9.02 \times 10^3$       2  $9.12 \times 10^3$       3  $1.01 \times 10^5$   
4  $1.11 \times 10^5$       5  $1.21 \times 10^5$

(4) 次の熱化学方程式の反応熱Q〔kJ〕はいくらか。正しいものを、1～5から一つ選べ。ただし、グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ （固）、二酸化炭素 $\text{CO}_2$ （気）、水 $\text{H}_2\text{O}$ （液）の生成熱をそれぞれ1273 kJ/mol、394 kJ/mol、286 kJ/molとする。解答番号は



- 1 -4080      2 -2807      3 -593      4 593      5 2807

(5) 浄水場では、凝析を利用して河川の濁りを除去している。河川の濁りは主に負に帯電したコロイド粒子からなる。濁った河川の水を浄化するために次のどの物質を加えるのが最も有効か。適切なものを、1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 スクロース                      2 硫酸バリウム                      3 硫化ナトリウム  
4 塩化銅(Ⅱ)                      5 塩化アルミニウム

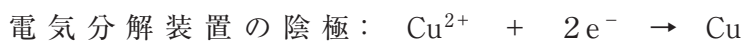
(6) 呼気中の二酸化炭素の量を調べるために、次の実験を行った。0.0200 mol/Lの水酸化バリウム水溶液100 mLを、呼気500 mLとともに密閉容器中でよく振ったところ、炭酸バリウムの沈殿が生じた。しばらく静置して生じた炭酸バリウムを完全に沈降させた後、その上澄み液10.0 mLを取り、フェノールフタレイン溶液を数滴加えてから、この溶液を中和した。完全に中和するのに0.0100 mol/Lの塩酸8.00 mLを要した。

呼気中に含まれる二酸化炭素の体積百分率〔%〕として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、実験は標準状態で行ったものとし、呼気中の二酸化炭素はすべて反応したものとする。また、標準状態における気体1 molの体積は22.4Lとせよ。解答番号は

- 1 1.80                      2 3.60                      3 4.00                      4 7.20                      5 8.00

(7) リチウムイオン電池では、有機溶媒中で負極の黒鉛の層状構造中からリチウムイオンが脱離し、正極のコバルト(Ⅲ)酸リチウムにリチウムイオンが取り込まれることにより放電反応が生じる。このとき、それぞれの電極自身は化学変化しない。

リチウムイオン電池と質量100 gの銅板2枚を電極とする電気分解装置を接続して、0.500 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液1.00 Lの電気分解を行った。電気分解によってリチウムイオン電池の負極の質量がX g減少したとき、負極と接続されていた銅板の質量〔g〕を表す式として最も適切なものを、1～5から一つ選べ。ただし、リチウムイオン電池の負極の反応及び電気分解装置の陰極の反応は次のとおりとする。解答番号は



$$1 \quad 100 + \frac{64}{6.9} X \qquad 2 \quad 100 + \frac{32}{6.9} X \qquad 3 \quad \frac{32}{6.9} X$$

$$4 \quad 100 - \frac{64}{6.9} X \qquad 5 \quad 100 - \frac{32}{6.9} X$$

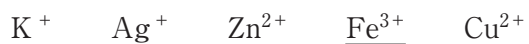


(8) 次の①～③は実験等で使用する薬品の保管や処理に関する留意点について述べた記述である。正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 表面が酸化され反応が起こらないことを確認したうえで、ナトリウム片を濡れたろ紙に包み保管した。
- ② 銀鏡反応で生じた銀イオンを含む廃液中には、爆発性の物質ができる危険性があるため、塩酸を加えて銀イオンを塩化銀として取り出したうえで処理した。
- ③ フッ化水素酸は医薬用外毒物に指定されているため、それがわかるようにラベルをしたうえでポリエチレン容器に保存した。

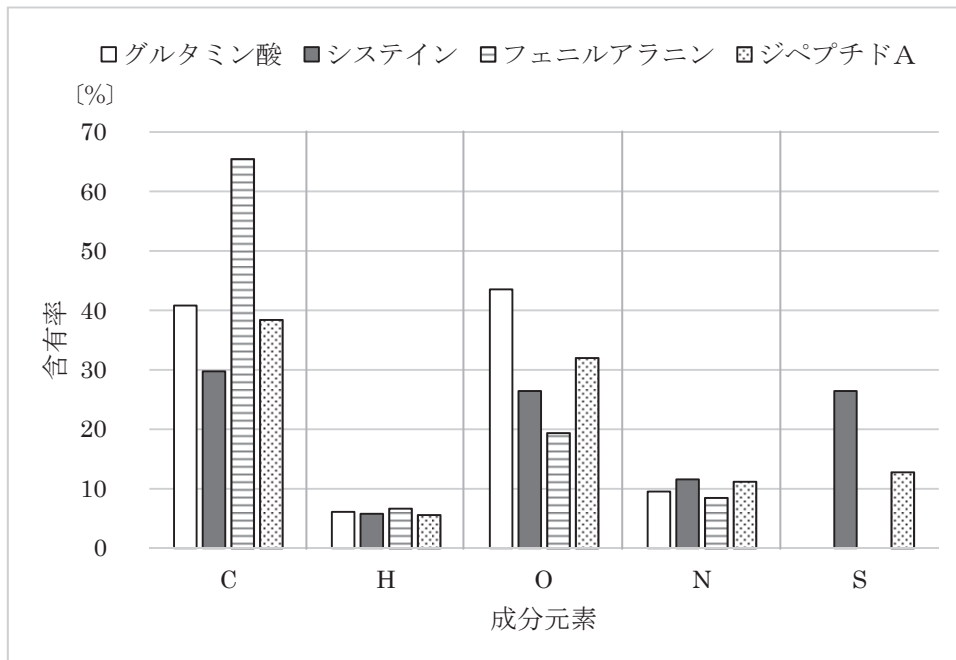
|   | ① | ② | ③ |
|---|---|---|---|
| 1 | 正 | 正 | 誤 |
| 2 | 正 | 誤 | 正 |
| 3 | 誤 | 正 | 正 |
| 4 | 誤 | 正 | 誤 |
| 5 | 誤 | 誤 | 正 |

(9) 次の5種類のイオンを含む水溶液から、下線を引いたイオンのみを沈殿として分離させたい。最も適切な方法はどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は



- 1 常温で希硫酸を加える。
- 2 アンモニア水を加え塩基性にしたのち、硫化水素を通じる。
- 3 炭酸ナトリウム水溶液を加える。
- 4 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
- 5 アンモニア水を過剰に加える。

(10) ジペプチドAは、グルタミン酸 $C_5H_9NO_4$ （分子量147）、システイン $C_3H_7NO_2S$ （分子量121）、フェニルアラニン $C_9H_9NO_2$ （分子量165）の3種類のアミノ酸のうち、同種又は異種のアミノ酸が脱水縮合した化合物である。ジペプチドAを構成しているアミノ酸の種類を決定するために、グルタミン酸、システイン、フェニルアラニン、ジペプチドAの成分元素の含有率を質量百分率〔%〕で比較したところ、下図のようになった。ジペプチドAを構成しているアミノ酸の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

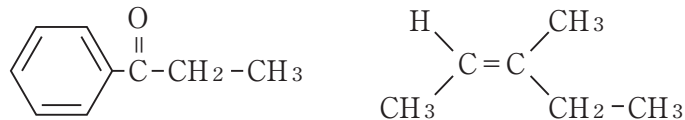


- 1 グルタミン酸とシステイン
- 2 システインとフェニルアラニン
- 3 グルタミン酸とフェニルアラニン
- 4 グルタミン酸とグルタミン酸
- 5 システインとシステイン

5 次の【I】、【II】の文章を読み、(1)～(11)の問いに答えよ。なお、構造式は記入例を参考にして示せ。また、原子量は次のとおりとする。

H = 1.0、C = 12、N = 14、O = 16、Br = 80

記入例



【I】アルケンの分子式は、一般式 $C_nH_{2n}$  ( $n \geq 2$ )で表される。 $n \geq 3$ のアルケンには構造異性体の関係にあるシクロアルカンも存在する。また、炭素原子間の二重結合は自由に回転ができないため、 $n \geq 4$ のアルケンでは幾何異性体(シス-トランス異性体)が生じる。そのため① $C_4H_8$ では、いくつかのアルケンとシクロアルカンの異性体が存在する。

ジカルボン酸 $C_2H_2(COOH)_2$ には互いに幾何異性体であるマレイン酸とフマル酸があり、それらの性質は大きく異なる。例えば、マレイン酸の融点はフマル酸の融点よりも低い。その理由の一つとして、フマル酸は分子間でのみ(ア)を形成するのに対し、マレイン酸では分子内にも(ア)が形成され、フマル酸よりも分子間力が弱くなるからである。また、②マレイン酸を約 $160^\circ C$ に熱すると、1分子中の2個のカルボキシ基から水分子が脱離する。フマル酸では、2個のカルボキシ基が立体的に遠く離れているため、このような反応は起こらない。

1つの分子中に、アミノ基とカルボキシ基をもつ化合物をアミノ酸という。これら2つの官能基が、同一の炭素原子に結合したものをとくに $\alpha$ -アミノ酸という。 $\alpha$ -アミノ酸の一般式は $R-CH(NH_2)-COOH$ で表され、側鎖のRの違いによってアミノ酸の種類がきまる。側鎖のRが水素原子であるグリシンを除いて、 $\alpha$ -アミノ酸は鏡像異性体が存在する。③アミノ酸が脱水縮合してできた化合物をペプチドといい、2分子のアミノ酸が縮合してできたペプチドをジペプチド、3分子のアミノ酸が縮合したものをトリペプチドという。グリシン1分子とアラニン2分子がペプチド結合してできた鎖状トリペプチドは、鏡像異性体を考慮すると、(イ)種類の構造異性体が存在する。

【II】化合物Aおよび化合物Bは、いずれも④ベンゼン環に2つの置換基をもつ化合物である。また、どちらの化合物も1つの置換基の*p*-(パラ)の位置にもう1つの置換基がある。化合物Aおよび化合物Bの構造式を決定するため、以下の(実験1)～(実験4)を行った。なお、すべての実験を通じて、ベンゼン環の二重結合は反応しなかった。

(実験1) 化合物Aと化合物Bをそれぞれ元素分析装置で完全燃焼させたところ、いずれも水と二酸化炭素のみが生じた。

(実験2) 0.10 molの化合物Aと0.10 molの化合物Bを、それぞれ白金触媒を用いた条件の下で水素と反応させたところ、いずれも標準状態において2.24 Lの水素と反応した。また、8.1 gの化合物Aと8.1 gの化合物Bを、それぞれ臭素と少しずつ反応させたところ、最初は臭素の赤褐色は

すぐに消えたが、いずれも8.0 gの臭素を加えた時点から、溶液の色は赤褐色を呈したままであった。

(実験3) 化合物Aと化合物Bを加水分解するため、少量の⑤硫酸の存在下のもと、それぞれ水と十分に反応させた。それぞれの反応溶液を、別々の分液ろうとに入れ、ジエチルエーテルを加えて振り混ぜた。化合物Aの反応溶液のジエチルエーテル層からはベンゼン環を含む化合物Cが得られ、水層からはメタノールが得られた。化合物Bの反応溶液のジエチルエーテル層からはベンゼン環を含む化合物Dが得られ、水層からは酢酸が得られた。化合物C及びDは、それぞれ、白金を触媒に用いた条件の下でいずれも水素と反応した。

(実験4) 化合物A、B、C、Dをそれぞれ炭酸水素ナトリウム水溶液に加えたところ、⑥気体が発生したのは化合物Cのみであった。また、化合物A、B、C、Dをそれぞれ塩化鉄(Ⅲ)の水溶液に加えたところ、化合物Dのみ、水溶液が紫色に呈した。

- (1) 下線部①の異性体の数を答えよ。ただし、幾何異性体はそれぞれ異なる異性体としてその数に含むものとする。
- (2) 空欄 ( ア ) に入る適切な語句を答えよ。また、空欄 ( イ ) に入る適切な数字を答えよ。
- (3) 鏡像異性体を持つ最も分子量の小さいアルカンの構造式を2種類示せ。なお、構造式中の不斉炭素原子の右上に\*記号をつけること。
- (4) 下線部②の反応について、構造式を用いて化学反応式を示せ。
- (5) 下線部③に関して、グリシン1分子とアラニン1分子からなるジペプチドに無水酢酸を作用させると物質Xと酢酸が生成される。物質Xの分子量はいくらか、数値で答えよ。ただし、生成した物質は電離していないものとする。
- (6) (5) の反応で生成した物質X 9.40 g を水に完全に溶解させて、100 mLの水溶液を調製した。この水溶液のpHはいくらか、有効数字2桁で答えよ。ただし、物質Xの電離度は1に比べて非常に小さく、その電離定数は $9.0 \times 10^{-4}$  mol/Lとする。また、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ とする。

(7) 下線部④に関して、ベンゼンについて述べた次の1～6のうち、誤っているものをすべて選び、その番号を答えよ。

- 1 すべての原子は同一平面上にある。
- 2 ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱するとベンゼンスルホン酸が生じる。
- 3 特有のにおいをもつ無色の液体で水にほとんど溶けない。
- 4 ベンゼンに白金を触媒として、高温高圧の水素を反応させるとヘキサンが生じる。
- 5 炭素原子間の結合の長さはエチレンの二重結合よりも短い。
- 6 無極性分子である。

(8) 下線部⑤に関して、次のa・bの記述は主に硫酸のどの性質によるものか。最も適切なものをそれぞれ1～5から一つ選び、その番号を答えよ。

- a 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、塩化水素が発生する。
- b スクロースに濃硫酸を加えると、炭素が遊離する。

- 1 吸湿性
- 2 不揮発性
- 3 酸化作用
- 4 脱水作用
- 5 強酸性

(9) 下線部⑥で発生した気体を化学式で答えよ。

(10) (実験2)より、化合物Aの分子量を答えよ。求める際の計算式や考え方も記せ。

(11) 化合物A、Bの構造式をそれぞれ答えよ。

