

選択問題 生物・化学・数学

(試験時間 13:30 ~ 15:30)

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
 2. この問題冊子は28ページある。
 3. 生物・化学・数学のうち2つを選んで解答すること。
 4. 試験中に問題冊子のページの脱落等に気付いた場合は、手をあげて監督者に知らせること。
 5. 解答用紙に受験番号を記入し、マーク欄にマークすること。また、氏名とふりがなを記入すること。
 6. 選択した科目名を解答用紙の選択科目名欄に記入し、記入した科目名を選択科目マーク欄にマークすること。(マークがない場合は採点されない)。
 7. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
 8. 解答用紙への記入には必ずHBの黒鉛筆を用いること。シャープペンシルなど他の筆記用具を用いると、正確に読み取れない場合がある。
 9. マーク式の解答にあたっては、解答用紙の該当する箇所を
右に示す例に従ってぬりつぶすこと。
例えば2にマークするときは、次のように
①●③とする。
- | | |
|---|-------|
| 例 | |
| 良 | 不良 |
| ● | ● ⊗ ● |
10. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消すこと。
×をつけても消したことはない。また消しゴムのくずを完全に取り除いておくこと。
 11. 解答がマーク式でないものについては、指定の箇所に解答を記入すること。
 12. 解答用紙の指定された場所以外には何も書いてはならない。
 13. 計算には問題冊子の余白あるいは別に配布する計算用紙(白紙)を使用すること。
 14. 辞書機能、計算機能を持つものを使用してはならない。
 15. 携帯電話の電源は切っておくこと。身につけたり机の上に置いたりしてはならない。
 16. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

解答上の注意(数学を選択した場合)

解答上の注意は裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、指示があるまで問題冊子を開いてはならない。

生 物

1 生体膜に関する以下の文章 [I] と [II] を読み、問1～3に答えなさい(解答欄 ア～ケ)。

[I] 原核細胞や真核細胞の細胞膜と、(ア)細胞で発達している細胞(イ)の膜は基本的に同じ構造をしており、これらの膜をまとめて生体膜という。生体膜の(A)脂質二重層は主にリン脂質からできている。生体膜の脂質二重層を通過できるのは、(ウ)や、脂質になじみやすい(エ)の分子で比較的小さなものなどである。(オ)やアミノ酸、糖などのように極性のある分子や、(カ)のように電荷をもった物質は脂質二重層を通過しにくい。

問1 (ア)～(カ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄 ア～カ にマークしなさい。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 原核 | ② 疎水性 | ③ 壁 |
| ④ 酸素 | ⑤ 水 | ⑥ 小器官 |
| ⑦ イオン | ⑧ 真核 | ⑨ 分裂 |

問2 下線部(A)のリン脂質分子に関する記述として適切なものを、次の①～⑦から3つ選び、解答欄 キ にマークしなさい。

- ① 完全に疎水性の分子である。
- ② 親水性の部分の内側に向けるようにして、二層に並んでいる。
- ③ 二層に並んだリン脂質分子は流動的に動かない。
- ④ 疎水性の部分の内側に向けるようにして、二層に並んでいる。
- ⑤ 二層に並んだリン脂質分子は流動的に動く。
- ⑥ 完全に親水性の分子である。
- ⑦ 親水性の頭部と疎水性の尾部をもつ。

(生 物)

[Ⅱ] 脂質二重層を通過しにくい物質は、生体膜に配置された輸送タンパク質を介して移動する。輸送タンパク質の機能には特異性があり、どの物質が通過できるかは、輸送タンパク質の性質による。各細胞は、その細胞に必要な物質を通過させるタンパク質を合成し、細胞膜に配置している。このように、細胞膜は特定の物質を通過させる性質をもっている。これを (B) 選択的透過性という。

問3 下線部 (B) に関する輸送タンパク質として、以下の (ク) と (ケ) の性質をもつものが知られている。(ク) と (ケ) に該当する輸送タンパク質と、それによって輸送される物質の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄 と にマークしなさい。

(ク) 能動輸送を行い、酵素活性が必要である。

(ケ) ゲートのついた管のような構造をもち、受動輸送を行う。

	輸送タンパク質	輸送される物質
①	ナトリウム-カリウム ATP アーゼ	カリウムイオン
②	ナトリウム-カリウム ATP アーゼ	ATP
③	グルコース輸送体	ATP
④	グルコース輸送体	グルコース
⑤	アクアポリン	水
⑥	アクアポリン	ナトリウムイオン
⑦	カルシウムチャネル	アクアポリン
⑧	カルシウムチャネル	UTP
⑨	カルシウムチャネル	インスリン

(生 物)

2 代謝に関する以下の文章 [I] ~ [III] を読み、問1~4に答えなさい
(解答欄 ア ~ オ, A).

[I] 一般的に、細胞内での代謝におけるエネルギーのやりとりは、ATPを仲立ちとして行われている。ATPは、塩基である(a)と糖である(b)が結合した(c)に3個のリン酸が結合した化合物である。ATPのリン酸どうしの結合は高エネルギーであり、この結合が切れて、ATPがADPとリン酸に分解されるときにエネルギーが放出される。生物は、^(A)呼吸などの異化によりエネルギーを取り出し、ATPを合成する。そして、生物物質の合成や筋収縮などの生命活動に必要なエネルギーの大部分をATPの加水分解から得ている。

問1 (a) ~ (c) にあてはまる語を、解答欄 A に解答例のように記しなさい。

解答例：

<input type="checkbox"/> A	(a) GDP
	(b) GMP
	(c)アラニン

問2 下線部(A)に関する記述として適切でないものを、次の①~⑤から2つ選び、解答欄 ア にマークしなさい。

- ① 呼吸の過程は、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系に分けられ、各過程でさまざまな酵素がはたらく。
- ② 解糖系では、基質の分解によってADPとリン酸からATPが合成される。また、酸化還元酵素のはたらきによって、NADHが生じる。
- ③ 電子伝達系では、グルコース1分子当たり36分子のATPが合成される。
- ④ 解糖系では酸素が消費される。
- ⑤ 解糖系で生じたピルビン酸は、ミトコンドリアのマトリックスに運ばれ、アセチル CoA に変換される。

(生 物)

[Ⅱ] クエン酸回路では、アセチル CoA のアセチル基は、(イ) と結合してクエン酸となる。クエン酸は何段階もの反応を経て (イ) にもどる過程で、酸化還元酵素のはたらきによって酸化されるとともに、NADH や FADH_2 を生じる。最終的に、クエン酸回路では、基質レベルのリン酸化によって、アセチル CoA 2 分子当たり、(ウ) 分子の ATP が生じ、4 分子の CO_2 、(エ) 分子の NADH と 6 個の水素イオン、および 2 分子の FADH_2 が生じる。

問 3 (イ) ~ (エ) にあてはまる最も適切な語を、次の①~⑨から 1 つずつ選び、解答欄 イ ~ エ にマークしなさい。

- | | | |
|----------|--------|--------|
| ① フマル酸 | ② コハク酸 | ③ リンゴ酸 |
| ④ オキサロ酢酸 | ⑤ 2 | ⑥ 4 |
| ⑦ 6 | ⑧ 8 | ⑨ 10 |

[Ⅲ] 電子伝達系では、(B) 解糖系とクエン酸回路で生じた NADH や FADH_2 から渡された電子が、ミトコンドリア内膜に埋め込まれた複数のタンパク質複合体の間を受け渡しされる。このとき、水素イオンがミトコンドリアのマトリックス側から外膜と内膜の間 (膜間) に輸送される。膜間で水素イオン濃度が高まると、水素イオンは ATP 合成酵素を通過してマトリックス側に戻る。このとき、ATP 合成酵素により、ATP が合成される。

問 4 下線部 (B) に関する記述として適切なものを、次の①~⑥から 3 つ選び、解答欄 オ にマークしなさい。

- ① NADH が還元されて NAD^+ が生じる。
- ② NADH は他の物質から電子を受けとり、自身は NAD^+ に戻る。
- ③ FADH_2 が酸化されて FAD が生じる。
- ④ NADH が酸化されて NAD^+ が生じる。
- ⑤ FADH_2 が還元されて FAD が生じる。
- ⑥ 哺乳類では、 FADH_2 は解糖系では合成されない。

(生物)

3 遺伝子の発現調節に関する以下の文章 [I] と [II] を読み、問1～5に答えなさい (解答欄 **ア** ～ **ク**)。

[I] 遺伝子の発現調節は、転写の段階で行われることが多い。(A) そのしくみは原核生物と真核生物で基本的には似ているが、異なる点もある。真核生物のDNAは、(ア) などのタンパク質と結合してヌクレオソームを形成している。(イ) と呼ばれる細胞小器官の中で、ヌクレオソームのつながりは折りたたまれ、(ウ) という構造を形成している。このような状態のDNAには、RNAポリメラーゼが近づけず、転写が始まらない。遺伝子とその周辺の(ウ) がほどけた状態になると、RNAポリメラーゼによって転写が開始される。

問1 本文中の(ア)～(ウ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄 **ア** ～ **ウ** にマークしなさい。

- | | | |
|-------|---------|----------|
| ① 細胞質 | ② カドヘリン | ③ クロマチン |
| ④ 小胞体 | ⑤ ヒストン | ⑥ アルブミン |
| ⑦ 核 | ⑧ ゴルジ体 | ⑨ オペレーター |

問2 図1は、真核生物のDNAにおいて、転写調節にかかわる領域の典型的な配置の模式図である。転写の開始に必要な転写調節配列およびプロモーターと複合体をつくるタンパク質として適切なものを、次の①～⑨から3つを選び、解答欄 **エ** にマークしなさい。

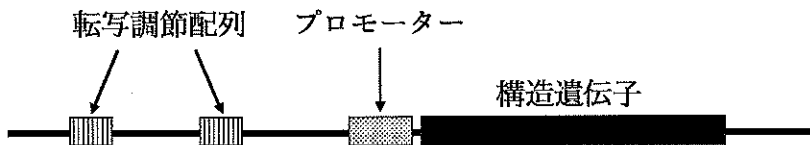


図1

- | | | |
|-----------|--------------|-------------|
| ① 基本転写因子 | ② DNAリガーゼ | ③ DNAポリメラーゼ |
| ④ オーガナイザー | ⑤ 調節タンパク質 | ⑥ RNAポリメラーゼ |
| ⑦ 逆転写酵素 | ⑧ リボソームタンパク質 | ⑨ ATP合成酵素 |

(生 物)

問3 下線部 (A) について、原核生物の遺伝子発現調節に関する記述として適切なものを、次の①～④から1つ選び、解答欄 オ にマークしなさい。

- ① 遺伝子の発現を調節する調節タンパク質の遺伝子をイントロンという。
- ② 遺伝子の発現を調節する調節タンパク質の遺伝子をエキソンという。
- ③ RNA ポリメラーゼは、リプレッサーに直接結合して転写を開始する。
- ④ 複数の遺伝子がまとまって、オペロンとして調節されることがある。

[II] 多細胞生物のからだのすべての細胞は、1個の (カ) から細胞分裂によって増えたものである。しかし、それぞれの細胞で発現する遺伝子が異なることによって、異なる形やはたらきをもつ細胞に (キ) する。(キ) した細胞では、それぞれ発現する遺伝子が異なっている。(B) 遺伝子の中にはどの細胞でも常に発現しているものがあり、このような遺伝子をハウスキーピング遺伝子という。

問4 本文中の (カ) と (キ) にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑨から1つずつ選び、解答欄 カ と キ にマークしなさい。

- | | | |
|------|--------|------------|
| ① 成長 | ② 体細胞 | ③ 卵細胞 |
| ④ 増殖 | ⑤ 受精卵 | ⑥ 発生 |
| ⑦ 分化 | ⑧ 精原細胞 | ⑨ リプログラミング |

問5 下線部 (B) について、あてはまる遺伝子として適切なものを、次の①～⑥から2つ選び、解答欄 ク にマークしなさい。

- | | | |
|----------|------------|-------------|
| ① クリスタリン | ② インスリン | ③ ATP 合成酵素 |
| ④ ヘモグロビン | ⑤ インターロイキン | ⑥ リボソーム RNA |

(生物)

4 動物の行動に関する以下の文章〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕を読み、問1～4に答えなさい(解答欄 [ア]～[カ])。

〔Ⅰ〕動物の行動様式は、神経系の発達と深い関係があり、神経系が発達した動物ほど、複雑な行動様式をもつ。動物は環境から刺激を受け、それに反応すると、多様な行動を示す。動物の行動は、生まれながらに備わった(ア)と、生まれてからの経験によって変化する行動とが複雑に組み合わさって形成される。ショウジョウバエの求愛行動は典型的な(ア)の例である。(ア)において、動物に特定の行動を引き起こさせる外界からの刺激を(イ)という。行動の要素となる色や形、においや動きなどが相手の次の行動を引き出す(イ)になり、こうした反応が一定の順序で連鎖して起こることによって、一連の求愛行動が行われる。

問1 本文中の(ア)と(イ)にあてはまる適切な語を、次の①～⑧から1つずつ選び、解答欄 [ア] と [イ] にマークしなさい。

- | | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| ① 安定反応 | ② 不安定反応 | ③ 生得的行動 | ④ 習得的行動 |
| ⑤ 代謝刺激 | ⑥ かぎ刺激 | ⑦ 対向刺激 | ⑧ 求得的行動 |

〔Ⅱ〕ミツバチはえさ場を探し当てると、巣に戻って、その情報をダンスで仲間に伝える。その結果、仲間のミツバチがえさ場に誘導される。えさ場が近くにある場合は(ウ)によって、その情報が仲間に伝えられる。(ウ)で興奮した^(A)他のミツバチは、触角で踊り手に触れながらその後を追うことで、えさ場にたどり着ける。一方、えさ場が遠くにある場合は、探し当てたミツバチは(エ)を行う。(エ)では、^(B)えさ場までの方向情報が仲間のミツバチに伝えられる。

問2 本文中の(ウ)と(エ)にあてはまる適切な語を、次の①～⑧から1つずつ選び、解答欄 [ウ] と [エ] にマークしなさい。

- | | | | |
|----------|---------|----------|----------|
| ① 四角形ダンス | ② 垂直ダンス | ③ 水平ダンス | ④ Sの字ダンス |
| ⑤ 三角形ダンス | ⑥ 円形ダンス | ⑦ 8の字ダンス | ⑧ Xの字ダンス |

(生 物)

問3 下線部 (A) に関する記述として適切なものを、次の①～④から1つ選び、
解答欄 オ にマークしなさい。

- ① 仲間のミツバチには、えさ場の数の情報が伝えられる。
- ② 仲間のミツバチには、えさ場の大きさの情報が伝えられる。
- ③ 仲間のミツバチには、えさ場が巣の近くにあるという情報が伝えられる。
- ④ 仲間のミツバチには、えさ場の色の情報が伝えられる。

問4 下線部 (B) に関する記述として適切なものを、次の①～④から1つ選び、解
答欄 カ にマークしなさい。

- ① 巣から見て、太陽の方向とえさ場の方向とがなす角度が、ダンスでの鉛直上方とダンスの直進部分の方向とのなす角度に相当する。
- ② 巣から見て、太陽の方向とえさ場の方向とがなす角度が、ダンスでの重力の方向とダンスの直進部分の方向とのなす角度に相当する。
- ③ 巣から見て、太陽の方向とえさ場の方向とがなす角度のさらに約45度時計回りの角度が、ダンスでの重力の方向とダンスの直進部分の方向とのなす角度に相当する。
- ④ 巣から見て、太陽の方向とえさ場の方向とがなす角度のさらに約45度時計回りの角度が、ダンスでの鉛直上方とダンスの直進部分の方向とのなす角度に相当する。

(生物)

5 生物の進化と遺伝に関する以下の文章〔I〕と〔II〕を読み、問1～6に答えなさい(解答欄ア～コ)。

〔I〕真核生物はもともと単細胞生物であったが、その後多細胞生物が出現した。先カンブリア時代の末期(約6.5億年前)に、現在の生物とは類縁関係が不明な(a)生物群が繁栄したとされ、古生代の(b)紀には、現在知られている動物のほとんどの門が海中に出現し、大型の動物も出現した。これを(b)紀の大爆発と呼び、その要因の1つとして、光合成生物の繁栄によって大気中と海中の(イ)濃度が上昇したことが考えられる。脊椎動物もこの時代に出現した。

古生代のデボン紀末までには、原始的な両生類が、肺をもつ硬骨魚類の1グループから出現した。両生類の中から、石炭紀に(a)は虫類が出現した。また、(b)白亜紀末(約6600万年前)の大量絶滅後、新生代に入って、哺乳類や鳥類が繁栄した。

問1 本文中の(a)と(b)にあてはまる最も適切な語の組み合わせを、次の①～⑨から1つ選び、解答欄アにマークしなさい。

- ① (a) オルドビス (b) エディアカラ
- ② (a) オルドビス (b) バージェス
- ③ (a) オルドビス (b) カンブリア
- ④ (a) エディアカラ (b) ゴルンホーフエン
- ⑤ (a) エディアカラ (b) バージェス
- ⑥ (a) エディアカラ (b) カンブリア
- ⑦ (a) カンブリア (b) エディアカラ
- ⑧ (a) カンブリア (b) バージェス
- ⑨ (a) カンブリア (b) オルドビス

問2 本文中の(イ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑧から1つ選び、解答欄イにマークしなさい。

- ① 酸素 ② 二酸化炭素 ③ 窒素 ④ アンモニア
- ⑤ 水素 ⑥ アルゴン ⑦ ネオン ⑧ メタン

(生物)

問3 下線部(A)のは虫類の出現によって、脊椎動物は完全に陸上進出を果たしたと考えられる。両生類とは異なる、は虫類の陸上生活に適応している特徴として適切なものを、次の①～⑦から3つ選び、解答欄 ウ にマークしなさい。

- ① 柔らかな透水性の高い卵を産む。
- ② 羽毛をもつ。
- ③ 乾燥に強い鱗で体が覆われている。
- ④ 羊膜などの胚膜が発達した卵をつくり、乾燥に強い。
- ⑤ 胎生である。
- ⑥ 体外受精を行う。
- ⑦ 体内受精を行う。

問4 下線部(B)の白亜紀末の大量絶滅で絶滅した生物グループとして適切な語を、次の①～⑦から2つ選び、解答欄 エ にマークしなさい。

- ① 三葉虫 ② アノマロカリス ③ 恐竜
- ④ 有孔虫 ⑤ シーラカンス ⑥ ユーステノプテロン
- ⑦ アンモナイト

[II] 自由に交配する二倍体生物について、ある常染色体上の遺伝子座に2つの対立遺伝子 A および a がある。ある集団中のある世代での遺伝子頻度はそれぞれ0.65と0.35であった。遺伝子 A による表現型を[A]型、遺伝子 a による表現型を[a]型とする。遺伝子 a は完全潜性遺伝子(完全劣性遺伝子)である。

問5 このとき、遺伝子型 AA , Aa , aa の頻度は、それぞれ オ, カ, キ である。また、表現型 [A] と表現型 [a] の頻度は、それぞれ ク と ケ である。オ～ケ にあてはまる最も近い数値を、次の①～⑨からそれぞれ1つ選び、解答欄 オ～ケ にマークしなさい。ただし、同じ選択肢を複数回選んでよい。

- ① 0.12 ② 0.23 ③ 0.35 ④ 0.42
- ⑤ 0.46 ⑥ 0.54 ⑦ 0.65 ⑧ 0.78
- ⑨ 0.88

(生 物)

問6 この生物集団がハーディ・ワインベルグの法則を満たしているとき、適切な記述を、次の①～⑨から2つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 世代を経るごとに、遺伝子 A の頻度が上昇する。
- ② 世代を経るごとに、遺伝子 a の頻度が上昇する。
- ③ 遺伝子 A と a の頻度は世代を経ても変わらない。
- ④ 世代を経るごとに、表現型 $[A]$ の頻度が上昇する。
- ⑤ 世代を経るごとに、表現型 $[a]$ の頻度が上昇する。
- ⑥ 表現型 $[A]$ と $[a]$ の頻度は世代を経ても変わらない。
- ⑦ 世代を経るごとに、遺伝子型 AA の頻度が上昇する。
- ⑧ 世代を経るごとに、遺伝子型 Aa の頻度が上昇する。
- ⑨ 世代を経るごとに、遺伝子型 aa の頻度が上昇する。

余 白

化学

必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5

1 以下の問1～問6に答えなさい。

問1 次の記述①～⑤について、正しいものを二つ選びなさい。(解答欄1-ア)

- ① AlとAl³⁺は同位体である。
- ② ¹Hと²Hは同素体である。
- ③ Fe²⁺とFe³⁺の陽子の数は同じである。
- ④ Cl⁻とS²⁻の電子の数は同じである。
- ⑤ ¹⁴Cと¹⁴Nの中性子の数は同じである。

問2 周期表の第3周期元素の原子に関する記述a～cについて最も適するものを、表1の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-イ)

表1

- a イオン化エネルギーが最も大きいもの
- b 電子親和力が最も大きいもの
- c 価電子の数が最も多いもの

	a	b	c
①	Na	Na	Cl
②	Na	Cl	Cl
③	Na	Na	Ar
④	Na	Cl	Ar
⑤	Ar	Na	Cl
⑥	Ar	Cl	Cl
⑦	Ar	Na	Ar
⑧	Ar	Cl	Ar

問3 次の記述①～⑥について、正しいものを二つ選びなさい。(解答欄1-ウ)

- ① 二酸化ケイ素の結晶はイオン結合からなり、結晶には電気伝導性がない。
- ② 水素結合の強さは、イオン結合よりも強く、共有結合よりも弱い。
- ③ F⁻とAl³⁺では、Al³⁺の方がイオン半径が大きい。
- ④ アンモニウムイオンはアンモニア分子に水素イオンがイオン結合している。
- ⑤ 異なる2原子間の共有結合では、共有電子対が電気陰性度の大きい方の原子に引きよせられている。
- ⑥ 金属結晶では自由電子が金属原子を互いに結びつける役割を果たしている。

(化学)

問4 ある金属 M の単体の密度は $d \text{ g/cm}^3$ であり、 1.0 cm^3 に n 個の M 原子が含まれている。このとき、M の原子量を表す式として最も適するものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。ただし、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。(解答欄 1 - エ)

- ① $\frac{d}{6.0 \times 10^{23} n}$ ② $\frac{n}{6.0 \times 10^{23} d}$ ③ $\frac{nd}{6.0 \times 10^{23}}$
④ $\frac{6.0 \times 10^{23}}{nd}$ ⑤ $6.0 \times 10^{23} nd$ ⑥ $\frac{1}{6.0 \times 10^{23} nd}$
⑦ $\frac{6.0 \times 10^{23} d}{n}$ ⑧ $\frac{6.0 \times 10^{23} n}{d}$

問5 次の a～e の操作で発生する気体のうち、有色の気体はいくつあるか。その数として最も適するものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 1 - オ)

- a 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
b 銅に濃硝酸を加える。
c 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加える。
d ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。
e 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱する。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問6 次の記述①～⑥について、正しいものを二つ選びなさい。(解答欄 1 - カ)

- ① Fe^{3+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、緑白色の沈殿を生じる。
② Ag^+ を含む水溶液にヨウ化水素水溶液を加えると、赤色の沈殿を生じる。
③ Pb^{2+} を含む水溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えると、黄色の沈殿を生じる。
④ Cu^{2+} を含む水溶液に希塩酸を加えると、青白色の沈殿を生じる。
⑤ Al^{3+} を含む水溶液にアンモニア水を加えると、白色の沈殿を生じる。
⑥ Zn^{2+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、黒色の沈殿を生じる。

(化 学)

2 炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) の純度に関する以下の問 1 と問 2 に答えなさい。

問 1 不純物を含んだ炭酸水素ナトリウム 30.0 g を加熱し、炭酸水素ナトリウムをすべて分解したところ、標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) で 2.80 L の二酸化炭素、および水と炭酸ナトリウムが得られた。なお、不純物は反応しないものとする。

1) 上記の反応の化学反応式を解答欄 A に書きなさい。

2) 生成した炭酸ナトリウムは何 g か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - ア)

① 6.60 ② 10.5 ③ 13.3 ④ 14.0 ⑤ 21.2 ⑥ 26.5

3) 炭酸水素ナトリウムの純度は混合物中の質量の割合として何%か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - イ)

① 35 ② 45 ③ 50 ④ 67 ⑤ 70 ⑥ 84

問 2 問 1 とは異なる、不純物として塩化ナトリウムを含む炭酸水素ナトリウム 0.25 g に、塩酸を十分に加えたところ、標準状態で 56 mL の二酸化炭素が発生した。

1) 不純物を除いた正味の炭酸水素ナトリウムの物質量は何 mol か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - ウ)

① 0.00125 ② 0.0025 ③ 0.0050 ④ 1.25
⑤ 2.5 ⑥ 5.0

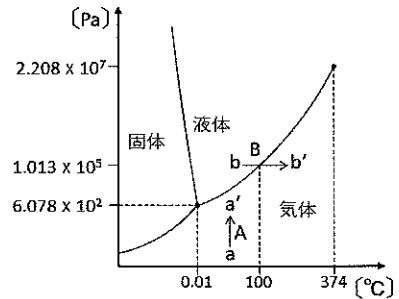
2) 不純物として含まれる塩化ナトリウムは何 g か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - エ)

① 0.01 ② 0.02 ③ 0.03 ④ 0.04
⑤ 0.06 ⑥ 0.12

(化学)

3 次の記述を読み、以下の問1～問5に答えなさい。

純物質の状態は温度と圧力で決まる。物質がさまざまな温度と圧力のもとで、どのような状態にあるかを示した図を状態図という。右図は水の状態図であり、図中の実線は各状態の境界を表す。なお、圧力 1.013×10^5 Paのもとで水は 0°C で融解し、水は 100°C で沸騰する。



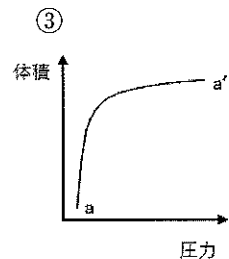
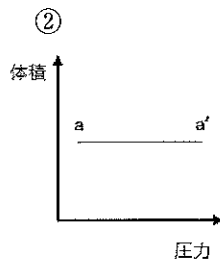
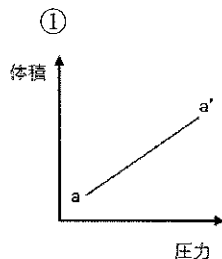
問1 三重点の説明として最も適切なものを、次の①～④から一つ選びなさい。(解答欄3-ア)

- ① 三重点に到達する条件によって、固体、気体、または液体となる。
- ② 時間によって、固体、気体、液体が変化する。
- ③ 固体と液体と気体の3つの状態が共存する。
- ④ 固体と液体と気体の物質量が等しい状態である。

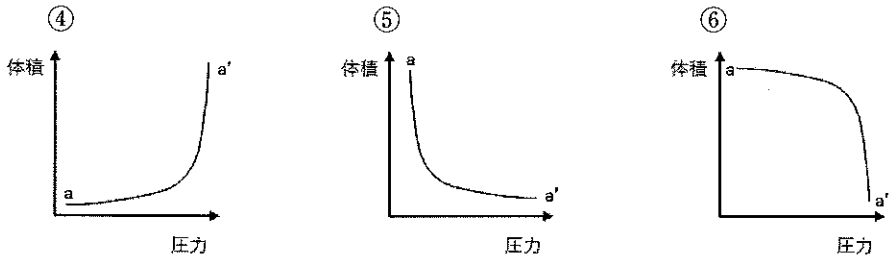
問2 次の①～⑤から正しいものを一つ選びなさい。(解答欄3-イ)

- ① 圧力が 1.013×10^5 Pa よりも高くなると水は 100°C より低い温度で沸騰する。
- ② 圧力が 5.0×10^2 Pa のとき、徐々に温度を上げていくと氷は直接気体になる。
- ③ 圧力が 1.013×10^5 Pa のとき、 374°C を超えると超臨界状態に達する。
- ④ 液体と気体の境界線を昇華(圧)曲線という。
- ⑤ 固体と液体の境界線を凝縮曲線という。

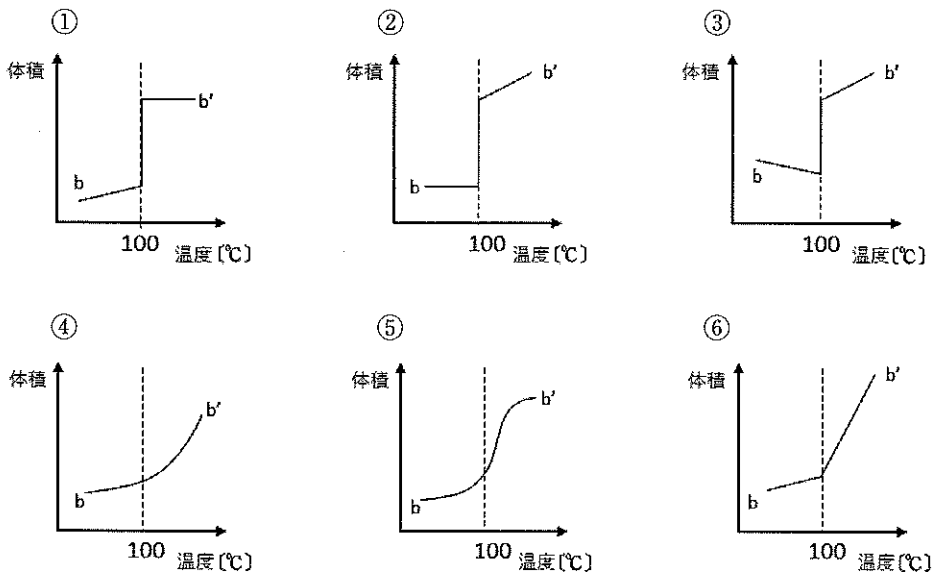
問3 図中の矢印A ($a \rightarrow a'$) のように温度一定の条件のもとで加圧したとき、圧力に対する体積の変化を表す図として最も適切なものを、次の①～③から一つ選びなさい。(解答欄3-ウ)



(化学)



問4 図中の矢印B (b → b') のように圧力一定のもとで加温したとき、温度に対する体積の変化を表す図として最も適切なものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄3-エ)



問5 27℃、 0.60×10^5 Paで16.6 Lの気体がある。この気体の物質量は何 mol か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。ただし気体定数は 8.31×10^3 Pa·L/(mol·K)とする。(解答欄3-オ)

- ① 40 ② 4.0 ③ 0.40 ④ 0.040 ⑤ 0.0040 ⑥ 0.00040

(化学)

4 次の記述 I ~ VI を読み、以下の問 1 ~ 問 5 に答えなさい。

- I 芳香族化合物 A, B および C の分子式は C_8H_{10} である。
- II 化合物 A を過マンガン酸カリウムで酸化すると、安息香酸が得られた。
- III 安息香酸にエタノールと濃硫酸を作用させると、分子式 $C_9H_{10}O_2$ の化合物 D が得られた。
- IV 化合物 B を過マンガン酸カリウムで酸化すると、ペットボトルやポリエステル繊維の原料として用いられる化合物 E が得られた。
- V 化合物 C を過マンガン酸カリウムで酸化すると、化合物 F が得られた。
- VI 化合物 F を加熱すると、分子内で脱水反応が起こり酸無水物 G が得られた。

問 1 分子式 C_8H_{10} で表される芳香族化合物に構造異性体はいくつあるか。次の①~⑧から一つ選びなさい。(解答欄 4 - ア)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4
- ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 0

問 2 212 mg の化合物 A を完全燃焼した際に生じる二酸化炭素の質量は何 mg か。最も近い値を次の①~⑧から一つ選びなさい。(解答欄 4 - イ)

- ① 22.0 mg ② 44.0 mg ③ 88.0 mg ④ 176 mg
- ⑤ 352 mg ⑥ 616 mg ⑦ 704 mg ⑧ 1.06×10^3 mg

問 3 記述 III のような反応を何というか。最も適するものを次の①~⑧から一つ選びなさい。(解答欄 4 - ウ)

- ① 酸化反応 ② エステル化 ③ けん化 ④ ニトロ化
- ⑤ 還元反応 ⑥ アセチル化 ⑦ 付加重合 ⑧ アセタール化

問 4 化合物 A, B, C, D の構造式を、それぞれ解答用紙裏面の解答欄 C, D, E, F に書きなさい。

化合物 A (解答欄 C に書きなさい)

化合物 B (解答欄 D に書きなさい)

化合物 C (解答欄 E に書きなさい)

化合物 D (解答欄 F に書きなさい)

問 5 記述 VI の変化を示す化学反応式を、構造式を用いて解答欄 G に書きなさい。

5 次の記述を読み、以下の問1～問5に答えなさい。

デンプンは多数のグルコースが縮合重合した高分子化合物であり、冷水にほとんど溶けない。約80℃の温水につけておくと、デンプンはのり状になる。このとき、温水に溶ける成分はAと呼ばれ直鎖状構造をもち、温水に溶けにくい成分はBと呼ばれ、Aが枝分かれした構造をもつ。デンプンに希硫酸を加えて加熱して完全に加水分解すると、成分Cが得られる。

問1 成分Aの説明として正しいものを次の①～⑤から二つ選びなさい。

(解答欄5-ア)

- ① グルコースが1位と4位の-OHで縮合重合している。
- ② グルコースが部分的に1位と6位の-OHで縮合重合している。
- ③ グルコースが4位と6位の-OHで縮合重合している。
- ④ グルコース3個で1回転するらせん構造をとる。
- ⑤ α -グルコース分子が縮合重合している。

問2 成分Bの説明として誤っているものを次の①～⑤から二つ選びなさい。

(解答欄5-イ)

- ① グルコースがおもに1位と4位の-OHで縮合重合している。
- ② グルコースが部分的に1位と6位の-OHで縮合重合している。
- ③ グルコースが4位と6位の-OHで縮合重合している。
- ④ グルコース3個で1回転するらせん構造をとる。
- ⑤ α -グルコース分子が縮合重合している。

問3 成分A, B, Cに対して、ヨウ素ヨ

表2

ウ化カリウム水溶液を加えたときの水溶液の色の変化の正しい組み合わせとして最も適するものを、表2の①～⑤から一つ選びなさい。(解答欄5-ウ)

	成分A	成分B	成分C
①	濃青色	無色	無色
②	濃青色	赤紫色	無色
③	赤紫色	濃青色	濃青色
④	濃緑色	赤紫色	濃青色
⑤	無色	赤紫色	無色

(化 学)

問4 次の文の空欄 [エ] ~ [キ] に入る最も適切なものを、下の①~⑦から一つずつ
選びなさい。(解答欄5-エ~キ) また、生じた赤色沈殿の化合物の化学式を解答
欄Bに書きなさい。

成分Cは、水溶液中では [エ] 構造と [オ] 構造とが平衡状態にある混合物となる。
成分Cの [オ] 構造には [カ] 基が存在し、[カ] 基がフェーリング液の [キ] を還元し
て赤色沈殿を生じる。

- ① 鎖状 ② 環状 ③ カルボキシ ④ アミノ
⑤ ホルミル(アルデヒド) ⑥ Cu^+ ⑦ Cu^{2+}

問5 2500個の成分Cが縮合重合した成分A 1分子の分子量は [ク]、[ケ] [コ] $\times 10^5$
である。[ク] ~ [コ] に入る数字をマークしなさい。ただし、割り切れない場合は
小数第3位を四捨五入して解答しなさい。(解答欄5-ク~コ)

(数 学)

数 学

1 以下の空欄 [ア] ~ [ツ] に入る数字をそれぞれ解答欄にマークしなさい。

問1 3点 $(-1, -1)$, $(3, 3)$, $(3, -1)$ を頂点とする三角形を、原点を通る直線で切る。三角形の面積を二等分する直線の傾きは $\frac{[ア]}{[イ]}$ である。

問2 $\sin \alpha = \frac{5}{13}$ で、 $0^\circ \leq \alpha < 360^\circ$ のとき、 $\tan^2 \frac{\alpha}{2}$ の値は

$$\tan^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{[ウ]}{[エオ]}, \text{ または, } [カキ]$$

である。

問3 $x = \log_a \sqrt{3}$ のとき

$$(a^x + a^{-x})^2 = \frac{[クケ]}{[コ]}$$

$$\frac{a^{3x} + a^{-3x}}{a^x + a^{-x}} = \frac{[サ]}{[シ]}$$

である。

問4 関数 $f(x) = 2x^3 - 3x^2 - 12x + 10$ について、 $f(x)$ の極値を求めると

極大値は [スセ], 極小値は - [ソタ]

である。さらに、 $-3 \leq x \leq 3$ における $f(x)$ の最小値は - [チツ] である。

(数 学)

2 2つの円を

$$C_1: x^2 + y^2 + 4x + 3 = 0$$

$$C_2: x^2 + y^2 - 2x - 4y + 3 = 0$$

とする. この2つの円の外部の点 $P(X, Y)$ からそれぞれの円に接線を引いて, 円 C_1 との接点の1つを A , 円 C_2 との接点の1つを B とする. 以下の空欄

\square ア \sim \square キに入る数字をそれぞれ解答欄にマークしなさい.

問1 円 C_1 の中心の座標は $(-\square$ ア $,$ \square イ $)$ であり, 半径は \square ウである.

問2 $X = -4, Y = 3$ のとき, 線分 PA の長さは \square エ $\sqrt{\square$ オ $}$ である.

問3 $PA = PB$ となる点 P の軌跡は

$$\text{直線 } y = -\frac{\square$$
カ $}$ x
 \square キ

である.

(数 学)

- 3 放物線 $y=x^2$ 上に異なる 2 点 $P(p, p^2)$, $Q(q, q^2)$ をとって, P と Q を結ぶ直線を引く. 直線 PQ と放物線 $y=x^2$ とで囲まれた部分の面積を S とし, $p < q$ とする. 以下の空欄 \square ア \sim \square オ および \square ク \sim \square サ に入る数字をそれぞれ解答欄にマークし, 空欄 \square カ, \square キ に入る選択肢の番号を解答欄にマークしなさい.

問 1 $p = -1$, $q = 3$ のとき, 直線 PQ の方程式は

$$y = \square\text{ア}x + \square\text{イ}$$

である.

問 2 $p = -1$, $q = 3$ のとき,

$$S = \frac{\square\text{ウエ}}{\square\text{オ}}$$

である.

問 3 直線 PQ の方程式を p , q を用いて表すと, $y = (\square\text{カ})x - (\square\text{キ})$ となる.

- $\square\text{カ}$, $\square\text{キ}$ の選択肢: ① $p+q$ ② $p-q$ ③ p^2+q^2
④ p^2-q^2 ⑤ pq ⑥ $2pq$

問 4 直線 PQ が円 $x^2 + (y-2)^2 = 1$ と $y < 2$ の部分で接するとき, $pq = t$ とおくと

$$(p+q)^2 = t^2 + \square\text{ク}t + \square\text{ケ}$$

である. したがって, このとき, 面積 S の最小値は

$$\frac{\sqrt{\square\text{コ}}}{\square\text{サ}}$$

である.

(数 学)

選択問題 (4 か 5 の, いずれか1問を選んで解答しなさい. 解答用紙に選んだ問題の番号をマークしなさい.)

4 a, a, b, b, c, c の6個の文字があるものとして, 以下の空欄 ア ~ ク に入る数字をそれぞれ解答欄にマークしなさい.

問1 これら6個の文字を1列に並べるとき, その並べ方は アイ 通りある.

問2 これら6個の文字から3個の文字を選んで1列に並べるとき,

ある同じ文字を2個, その他の文字を1個選ぶ選び方は ウ 通り,

すべて異なる文字を選ぶ選び方は エ 通り

あるので, 6個の文字から3個の文字を選んで1列に並べる順列の総数は

オカ 通りある.

問3 これら6個の文字を正六角形の頂点に配置する方法を考える. このとき a が隣り合う頂点にある場合は キ 通りあり, a が向かい合う頂点にある場合は ク 通りある. ただし, 正六角形をその中心のまわりに回転して重ねることのできる配置の仕方は同一とみなす.

(数 学)

5 以下の空欄 [ア] ~ [ク] に入る数字をそれぞれ解答欄にマークしなさい。

問1 $f(x) = \frac{x-1}{2x+a}$ の逆関数が $f(x)$ と一致するとき、 $a = -$ [ア] である。

問2 $S_n = 1+2+3+\cdots+n$ のとき、

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (\sqrt{S_{n+1}} - \sqrt{S_n}) = \frac{\sqrt{[イ]}}{[ウ]}$$

である。

問3 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{\sqrt{x+1} - 1} =$ [エ] である。

問4 $\int_0^1 x \sqrt{1+x^2} dx = \frac{[オ] \sqrt{[カ]} - [キ]}{[ク]}$ である。

解答上の注意

1. 分数形で解答するときは、既約分数（それ以上約分ができない分数）で答えなさい。

たとえば、 $\frac{3}{4}$ と答えるところを、 $\frac{6}{8}$ のように答えてはならない。

2. 根号を含む形で解答するときは、根号の中に現れる自然数が最小となる形で答えなさい。

たとえば、 $\boxed{ア}\sqrt{\boxed{イ}}$ 、 $\frac{\sqrt{\boxed{ウ}}}{\boxed{エ}}$ に $4\sqrt{2}$ 、 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ と答えるところを、 $2\sqrt{8}$ 、 $\frac{\sqrt{8}}{4}$ のように

答えてはならない。

3. たとえば、 $-\boxed{オ}x^2+\boxed{カ}$ に $-x^2+3$ と答えるときは、 $\boxed{オ}$ に 1 を $\boxed{カ}$ に 3 をマークし

なさい。また $x^{\boxed{キ}}-\boxed{ク}$ に $x-3$ と答えるときは、 $\boxed{キ}$ に 1 を $\boxed{ク}$ に 3 をマークしなさい。

また $\frac{\boxed{ケ}}{\boxed{コ}}\pi$ に $\frac{\pi}{3}$ と答えるときは、 $\boxed{ケ}$ に 1 を $\boxed{コ}$ に 3 をマークしなさい。