

選択問題 生物・化学・数学

(試験時間 10:00 ~ 12:00)

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 36 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. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
 7. 解答用紙への記入には必ず HB の黒鉛筆またはシャープペンシル (HB, 0.5 mm 芯以上) を用いること。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。
 8. 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 |
| ● | ● ⊗ ● |
9. 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に取り除いておくこと。
 10. 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。
 11. 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。
 12. 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。
 13. 辞書機能、計算機能をもつものを使用してはならない。
 14. 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。
 15. 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。

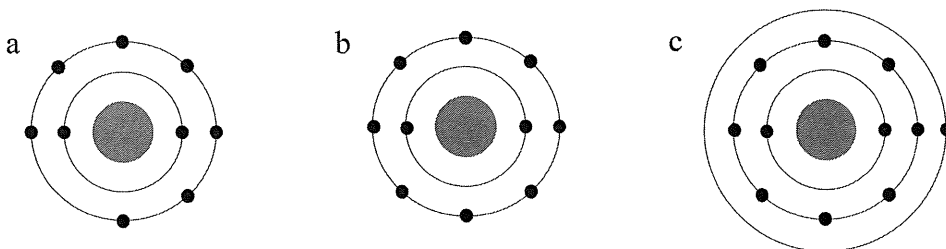
化学

必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Mg = 24, S = 32,
Cl = 35.5, K = 39, I = 127

1 以下の問1～問5に答えなさい。

問1 次の電子配置をもつ原子a～cに関する記述①～⑥のうち、正しいものを二つ選びなさい。ただし、図の中心の丸は原子核を、外側の同心円は電子殻を、同心円上の黒丸は電子を表すものとする。(解答欄1-ア)



- ① aが1価の陰イオンになると、陰イオンの大きさは元の原子よりも小さくなる。
- ② bの電子配置は Al^{3+} と同じである。
- ③ 価電子の数が最も多いのはbである。
- ④ a, b, cで第1イオン化エネルギーが最も小さいのはcである。
- ⑤ aとcではaの方が電子親和力が小さい。
- ⑥ aとcは互いに電子を共有して分子を形成する。

問2 以下のa～cの物質1gに含まれる陰イオンの物質量が多い順に並べたもの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-イ)

a 塩化マグネシウム b 硫酸カリウム c 硝酸ナトリウム

- ① $a > b > c$ ② $a > c > b$ ③ $b > a > c$
- ④ $b > c > a$ ⑤ $c > a > b$ ⑥ $c > b > a$

(化 学)

問3 次の記述①～⑥のうち、正しいものを二つ選びなさい。(解答欄1-ウ)

- ① 炭素には複数の同素体が存在し、いずれも常温常圧で気体である。
- ② すべての原子が、陽子、電子、中性子の三種類の粒子から構成される。
- ③ O^{2-} 、 F^{-} 、 Na^{+} で半径が最も大きいのは O^{2-} である。
- ④ 四塩化炭素分子の形は、塩素原子を頂点とする正四面体形である。
- ⑤ 硫化水素分子は、水素と硫黄の結合間に極性があるが、三つの原子が同一直線上にあるため極性が互いに打ち消し合い、無極性分子になる。
- ⑥ ショ糖は共有結合の結晶となるため、常温で固体の硬い結晶となる。

問4 次の記述①～⑥のうち、正しいものを二つ選びなさい。(解答欄1-エ)

- ① 水素の気体は、すべての気体のうちで最も軽く、水溶液は酸性を示す。
- ② ナトリウムやカリウムは水と激しく反応して水素を発生し、反応後の水溶液は酸性を示す。
- ③ フッ素、塩素、臭素、ヨウ素の単体は、いずれも有色で有毒である。
- ④ ヘリウム、ネオン、アルゴンは、最外殻に8個の電子を配置した安定な電子配置をとり、常温常圧では単原子分子の気体として存在する。
- ⑤ アルミニウム、鉄、銅の酸化物は、酸とも強塩基とも反応して塩を生じる両性酸化物である。
- ⑥ 遷移元素はすべて金属元素で、同じ周期の隣り合う元素どうしで似た性質を示すことが多い。

問5 ある金属 M の酸化物 (M_2O_3) の式量を a とする。この金属 M の塩化物 (MCl_3) 1 g を水に溶かして 500 mL にした水溶液のモル濃度 [mol/L] を表す式として、適するものを次の①～⑧から一つ選びなさい。ただし、 MCl_3 はすべて水に溶けるものとする。(解答欄1-オ)

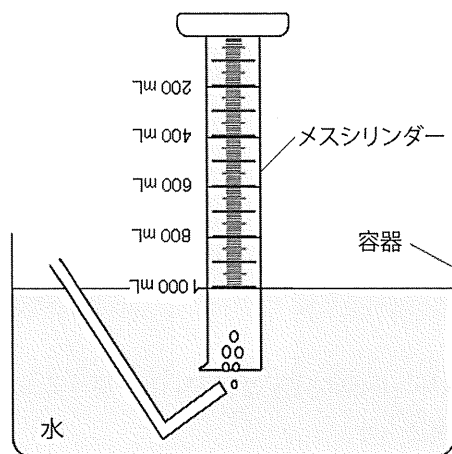
- ① $\frac{a + 165}{4}$
- ② $\frac{a + 165}{2}$
- ③ $\frac{4}{a + 165}$
- ④ $\frac{4}{a - 48}$
- ⑤ $\frac{1}{a + 165}$
- ⑥ $\frac{1}{a - 48}$
- ⑦ $\frac{2}{a + 165}$
- ⑧ $2a + 330$

- 2 酸素の水上捕集に関する次の文章を読み、以下の問1～問6に答えなさい。なお、気体は理想気体としてふるまい、液体に対する気体の溶解は無視できるものとする。また、気体定数 R は $8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 、 27°C における水の飽和蒸気圧は $4.00 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。

大気圧が $1.02 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度が 27°C の条件において、図のように水の入った容器に、内部を水で満たした 1000 mL 用のメスシリンダーを水面に対して垂直に倒立させ、容器の水面とメスシリンダーの内容積の 1000 mL を示す目盛りが一致するように固定した。なお、このメスシリンダーの管内の断面積は 25.0 cm^2 で均一である。

このメスシリンダーの中に、a) ある量の酸素を吹き込み、十分な時間放置したところ、メスシリンダー内の液面は、容器の液面から 20.0 cm の高さになった。

続いて、この装置全体を 57°C 、 $1.02 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保たれた恒温室に移し、十分な時間放置したところ、b) メスシリンダー内の液面は、容器の液面から 10.0 cm の高さになった。



- 問1 下線部 a) のメスシリンダー内の気体の体積は何 mL か。最も近い数値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 2 - ア)

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 200 | ② 250 | ③ 300 | ④ 350 |
| ⑤ 400 | ⑥ 500 | ⑦ 600 | ⑧ 800 |

(化 学)

問2 下線部 a) において、20.0 cm の水柱がその底面に及ぼす圧力は何 Pa に相当するか。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。なお、水柱が及ぼす圧力は水柱の高さに比例し、高さ 1.00 cm の水柱が及ぼす圧力は 98.0 Pa とする。
(解答欄 2 - イ)

- ① 98.0 ② 196 ③ 294 ④ 980
⑤ 1960 ⑥ 2000 ⑦ 2940 ⑧ 9800

問3 下線部 a) において、メスシリンダー内の酸素の分圧は何 Pa か。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 2 - ウ)

- ① 1.96×10^3 ② 4.00×10^3 ③ 8.00×10^3 ④ 9.80×10^3
⑤ 7.30×10^4 ⑥ 9.60×10^4 ⑦ 9.80×10^4 ⑧ 1.06×10^5

問4 下線部 a) において、捕集した酸素の物質は何 mol か。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 2 - エ)

- ① 5.00×10^{-3} ② 1.00×10^{-2} ③ 1.93×10^{-2} ④ 2.10×10^{-2}
⑤ 2.50×10^{-2} ⑥ 2.70×10^{-2} ⑦ 5.00×10^{-2} ⑧ 2.10×10^{-1}

問5 下線部 b) において、メスシリンダー内の酸素の分圧は何 Pa か。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 2 - オ)

- ① 1.96×10^3 ② 4.00×10^3 ③ 8.00×10^3 ④ 9.81×10^3
⑤ 7.04×10^4 ⑥ 9.60×10^4 ⑦ 9.80×10^4 ⑧ 1.06×10^5

問6 57 °C における水の飽和蒸気圧は何 Pa か。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。なお、水柱が及ぼす圧力は水柱の高さに比例し、高さ 1.00 cm の水柱が及ぼす圧力は 98.0 Pa とする。(解答欄 2 - カ)

- ① 1.96×10^3 ② 2.62×10^3 ③ 3.42×10^3 ④ 3.06×10^4
⑤ 3.42×10^4 ⑥ 6.84×10^4 ⑦ 9.80×10^4 ⑧ 1.02×10^5

(化 学)

3 以下の問1～問2に答えなさい。

問1 10 Lの密閉容器に気体A 2.0 molを封入し、温度を T [K]に保ったところ、1.0 molのAが解離して、 A (気体) $\rightleftharpoons 2B$ (気体)で表される平衡状態に達した。

(1)このときの温度 T [K]における平衡定数 K [mol/L]はいくらか。最も近い値を次の①～⑤から一つ選びなさい。(解答欄3-ア)

- ① 0.050 ② 0.25 ③ 0.40 ④ 2.5 ⑤ 4.0

(2)同じ体積の密閉容器に、最初に封入する気体Aを5.0 molとし、温度を T [K]に保ち平衡に到達させた。このときの平衡定数 K [mol/L]の値は、気体Aを2.0 mol封入した場合に比べてどうなるか。最も適当なものを次の①～③から一つ選びなさい。(解答欄3-イ)

- ① 大きくなった ② 小さくなった ③ 変わらなかった

問2 密閉容器に気体Cを封入し、 T [K]に保ったところ、一部の気体Cが解離して、 C (気体) $\rightleftharpoons D$ (気体) + E (気体)で表される平衡状態に達した。

(1)温度 T [K]における平衡定数 K [mol/L]を表す式として最も適切なものを次の①～⑤から一つ選びなさい。ただし、密閉容器中の気体C, D, Eの分圧[Pa]をそれぞれ p_C, p_D, p_E とし、気体定数は、 R [Pa・L/(K・mol)]とする。

(解答欄3-ウ)

- ① $RT \times \frac{p_D p_E}{p_C}$ ② $\frac{1}{RT} \times \frac{p_C}{p_D p_E}$ ③ $\frac{1}{RT} \times \frac{p_D p_E}{p_C}$
④ $\frac{2}{RT} \times \frac{p_C}{p_D p_E}$ ⑤ $\frac{RT}{2} \times \frac{p_C}{p_D p_E}$

(2)気体C, D, Eが平衡状態にある密閉容器内の温度を T [K]よりも5 K高い温度に保ったとき、圧平衡定数 K_p [Pa]と平衡定数 K [mol/L]との比 K_p/K は T [K]のときと比べて、どうなるか。最も適当なものを次の①～③から一つ選びなさい。ただし、温度の違いによって密閉容器の体積は変化しないものとする。(解答欄3-エ)

- ① 大きくなった ② 小さくなった ③ 変わらなかった

(化学)

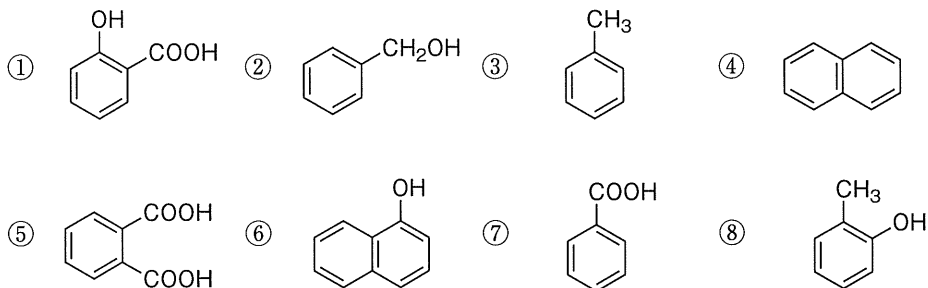
4 次の記述 I～VI を読み、以下の問 1～問 4 に答えなさい。

- I ベンゼン環を有する化合物 A, B および C の分子式は $C_8H_{10}O$ である。
- II 化合物 A はベンゼン環に二つの置換基をもつ化合物であり、オルト異性体である。
- III 化合物 A, B および C に金属ナトリウムを加えたところ、水素が発生した。
- IV 化合物 A, B および C は、塩化鉄(III)水溶液に加えても呈色しなかった。
- V 化合物 B を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液に加えておだやかに酸化したところ、ケトンである化合物 D となった。
- VI 化合物 B および C に濃硫酸を加えて加熱したところ、どちらの化合物も化合物 E となった。

問 1 244 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 - ア)

- ① 44 ② 88 ③ 176 ④ 352 ⑤ 704
- ⑥ 1056 ⑦ 1232 ⑧ 1408

問 2 塩化鉄(III)水溶液と反応させると、青や紫系など特有の呈色反応を示す化合物として適するものを、次の①～⑧から三つ選びなさい。(解答欄 4 - イ)



問 3 記述 VI の反応を何というか。最も適切なものを次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 4 - ウ)

- ① 脱水反応 ② 縮合反応 ③ 付加反応 ④ けん化
- ⑤ 酸化反応 ⑥ エステル化 ⑦ 置換反応 ⑧ 付加重合

(化 学)

問4 化合物 A, B, C, D, E の構造式をそれぞれ解答用紙裏面の解答欄 C, D, E, F, Gに書きなさい。なお、鏡像異性体は考慮しないものとする。

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)

化合物 E (解答欄 G に書きなさい)

(化 学)

5 以下の問1～問3に答えなさい。

問1 糖に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

(解答欄5-ア)

- ① グリコーゲン^①はヨウ素デンプン^②反応で赤褐色を示す。
- ② セルロースは、 β -グルコース^③単位どうしが直鎖状に縮合した構造をしている。
- ③ デンプンをアミラーゼ^④で処理すると、セロビオース^⑤が生じる。
- ④ スクロース^⑥をスクラーゼ(インベルターゼ)で処理すると、グルコースとフルクトースの等量混合物を与える。
- ⑤ グルコース、フルクトース、ガラクトースはどれも還元性を示す。
- ⑥ アミロペクチンは枝分かれの多い構造をもつ。

問2 アミノ酸とタンパク質に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥から二つ選びなさい。(解答欄5-イ)

- ① タンパク質を構成する天然アミノ酸のうち、不斉炭素原子をもたないものは、1種類のみである。
- ② グルタミン酸はアラニンに比べて等電点の値が大きい。
- ③ タンパク質の水溶液に水酸化ナトリウムを加えて加熱後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じることで、タンパク質中の硫黄原子の存在を確認できる。
- ④ ビウレット反応は、二つ以上のペプチド結合をもつトリペプチド以上のペプチドを検出できる。
- ⑤ ニンヒドリン反応は、アミノ酸の検出に使える。
- ⑥ タンパク質の構造を安定化する結合には、二つのカルボン酸が結合したジスルフィド結合がある。

(化 学)

問3 油脂に関する以下の記述を読み、(1)と(2)の間に答えなさい。

グリセリンと高級脂肪酸とのエステルを油脂という。油脂1分子は通常、グリセリン1分子と3分子の高級脂肪酸とからなる。油脂に水酸化カリウム KOH 水溶液を加えて加熱し、エステル結合を加水分解すると、脂肪酸のカリウム塩とグリセリンを生じる。これを、油脂のけん化といい、(a) 油脂1gを完全に加水分解するのに必要な水酸化カリウムの質量を、mg 単位で表した数値をけん化価という。一定質量の油脂のけん化に必要な水酸化カリウムの物質が多いほど、油脂の分子量が小さい。

また、油脂100gに付加するヨウ素 I_2 の質量を、g 単位で表した数値をヨウ素価という。油脂に含まれる不飽和脂肪酸の炭素原子間の二重結合1個に対してヨウ素1分子が付加することから、ヨウ素価が大きい油脂ほど含まれる二重結合の数が多し。

いま、単一の脂肪酸からなる油脂Xがある。油脂Xをけん化し、そのけん化価を求めたところ、190であった。また、別の実験として、油脂Xにヨウ素を付加させヨウ素価を求めたところ、86.2であった。

(1) 下線部 (a) をもとに油脂Xの分子量として最も適切な値を次の①～④から一つ選びなさい。(解答欄5-ウ)

- ① 616 ② 768 ③ 884 ④ 932

(2) 1分子の油脂Xには、炭素原子間の二重結合がいくつ含まれるか、最も適切な値を次の①～④から一つ選びなさい。ただし、油脂Xを構成する脂肪酸には三重結合は含まれないものとする。(解答欄5-エ)

- ① 3 ② 6 ③ 9 ④ 12