

選択問題 生物・化学・物理

(試験時間 10:00 ~ 11:00)

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 40 ページある。
 3. 生物・化学・物理のうち 1 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。
 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、計算機能をも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。

化 学

必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5,
K = 39.0

1 以下の問1～問5に答えなさい。

問1 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表1の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-A)

表1

- a 酸素と硫黄は周期表の同じ族に属する同素体である。
- b ^{14}N は陽子, 中性子, 電子の数が同じである。
- c F^- と Cl^- は電子配置が同じである。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問2 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表2の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-I)

表2

- a アンモニア分子では、電気陰性度が大きい窒素原子に共有電子対が引き寄せられている。
- b 周期表第3周期の元素の原子のうち、第一イオン化エネルギーが最も大きいナトリウムは陽イオンになりやすい。
- c 典型元素はすべて金属元素であり、遷移元素は金属元素と非金属元素から構成される。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(化 学)

問3 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表3の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-ウ)

- a イオン結晶に含まれる陽イオンの数と陰イオンの数は必ず等しい。
- b 塩化ナトリウム水溶液中の Na^+ と Cl^- は、それぞれが水分子と共有結合することで安定な水和状態になっている。
- c 水、0.1 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液、0.1 mol/kg グルコース水溶液では、凝固点、沸点ともに0.1 mol/kg 塩化ナトリウム水溶液が最も低い。

表3

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 次の操作ア～ウで発生する気体に関する、以下の記述 a～c の数について最も適する組み合わせを、表4の①～⑧から一つ選びなさい。ただし、発生する水蒸気は考慮しなくてよい。(解答欄1-エ)

- 操作ア：炭酸カルシウムに塩酸を加える。
- 操作イ：塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
- 操作ウ：硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加える。

- a 極性がある気体分子の数
- b 有色かつ有臭の気体の数
- c 水溶液が酸性を示す気体の数

表4

	a	b	c
①	1	0	2
②	1	0	3
③	1	1	2
④	1	1	3
⑤	2	0	2
⑥	2	0	3
⑦	2	1	2
⑧	2	1	3

(化 学)

問5 ある金属は、質量数 a と質量数 b の二つの同位体のみからなり、その構成比は質量数 a の原子が x [%]、質量数 b の原子が y [%] である。この金属の単体 1g 中に含まれる、原子の数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、それぞれの同位体の相対質量は質量数と等しいものとし、アボガドロ定数を N_A とする。(解答欄 1 - オ)

① $\frac{ax + by}{N_A}$

② $\frac{N_A}{ax + by}$

③ $\frac{100N_A}{(a + b)xy}$

④ $\frac{100N_A}{ax + by}$

⑤ $\frac{100}{(ax + by)N_A}$

⑥ $\frac{(ax + by)N_A}{100}$

⑦ $\frac{N_A(x + y)}{a + b}$

⑧ $\frac{N_A(a + b)}{x + y}$

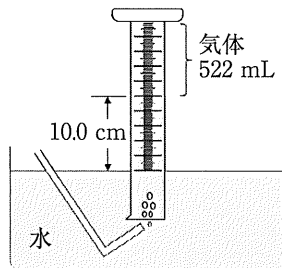
(化学)

- 2 水素の水上捕集に関する次の文章を読み、以下の問1～問4に答えなさい。なお、気体はすべて理想気体としてふるまうものとし、気体定数は $8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、液体に対する気体の溶解は無視できるものとする。

ある金属 M は希塩酸と式 1) のように反応する。



この金属 1.30 g をすべて希塩酸と反応させ、図のような装置を用いて、発生した水素をすべてメスシリンダー内に捕集した。その結果、メスシリンダー内の気体の体積は 522 mL、水面の高さの差は 10.0 cm となった。このときの大気圧は $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度は 27°C 、 27°C における水の飽和蒸気圧は $3.60 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。



- 問1 10.0 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①～⑥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 - ア)

- ① 98.0 ② 196 ③ 294
④ 522 ⑤ 720 ⑥ 980

- 問2 メスシリンダー内に存在する水蒸気の物質量は何 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 - イ)

- ① 3.60×10^{-4} ② 7.55×10^{-4} ③ 1.60×10^{-3}
④ 3.20×10^{-3} ⑤ 3.60×10^{-3} ⑥ 7.20×10^{-3}

- 問3 捕集した水素の分圧は何 Pa 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 3.60×10^3 ② 7.20×10^3 ③ 9.81×10^3
④ 3.60×10^4 ⑤ 7.20×10^4 ⑥ 9.54×10^4

- 問4 この金属 M の原子量はいくつか。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 23 ② 24 ③ 27 ④ 39 ⑤ 56 ⑥ 65

(化 学)

3 以下の問1～問4に答えなさい。

問1 状態変化にともなう熱の出入りに関する記述のうち、「凝縮熱」を表すものはどれか。最も適するものを次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄3-ア)

- ① 液体1 molが気体になるときに吸収する熱量
- ② 固体1 molが気体になるときに吸収する熱量
- ③ 固体1 molが液体になるときに吸収する熱量
- ④ 気体1 molが液体になるときに放出する熱量
- ⑤ 液体1 molが固体になるときに放出する熱量
- ⑥ 気体1 molが液体になるときに吸収する熱量

問2 化学変化とエネルギー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3-イ)

- ① 物質が変化するときの反応熱の総和は、変化の前後の物質の種類と状態だけで決まり、変化の経路や方法には関係しない。
- ② 反応物がもつエネルギーの総和が、生成物がもつエネルギーの総和より小さい場合、発熱反応となる。
- ③ 気体分子中の原子間の共有結合1 molを切断するのに必要なエネルギーを結合エネルギーといい、結合が強いほどその結合エネルギーの値は大きくなる。
- ④ 燃焼熱とは、物質1 molが完全に燃焼するときの反応熱であり、発熱反応と吸熱反応とがある。
- ⑤ 化学反応では、反応物がもつエネルギーと生成物がもつエネルギーの差が、おもに熱の出入りとして現れるが、光や電気エネルギーとして現れる場合もある。
- ⑥ 物質のもつ化学エネルギーは、物質の状態によって異なるため、熱化学方程式では、固体、液体などの状態を付記する。

(化 学)

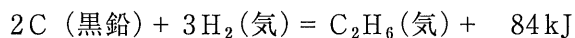
問3 エタノール C_2H_5OH が完全燃焼するときの熱化学方程式は、次のように表される。



エタノール (液)、二酸化炭素 (気) および水 (液) の生成熱が、それぞれ 277, 394 および 286 kJ/mol であるとき、4.6 g のエタノール (液) が完全燃焼したときに発生する熱量は何 kJ になるか。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。なお、エタノールの燃焼により生成する水は液体とする。
(解答欄 3 - ウ)

- ① 40 ② 80 ③ 137 ④ 403 ⑤ 797 ⑥ 1369

問4 H-H および C-H 結合の結合エネルギーを、それぞれ 436 および 413 kJ/mol, C (黒鉛) の昇華熱を 718 kJ/mol とするとき、次の熱化学方程式における、エタン C_2H_6 分子中の C-C 結合の結合エネルギーは何 kJ/mol か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 3 - エ)



- ① 86 ② 143 ③ 182 ④ 266 ⑤ 350 ⑥ 368

(化学)

4 次のⅠ～Ⅴの記述を読み、以下の問1～問4に答えなさい。

- Ⅰ エステル A, B, C および D の分子量は 88 である。
- Ⅱ エステル A, B, C および D の分子式は $C_xH_yO_2$ である。
- Ⅲ エステル A および C を加水分解して生じたカルボン酸は、どちらも還元性を示したが、エステル B および D を加水分解して生じたカルボン酸は、どちらも還元性を示さなかった。
- Ⅳ エステル A および C を加水分解して生じたアルコールを適切な酸化剤を用いて酸化したところ、エステル A から生じたアルコールはアルデヒドとなり、エステル C から生じたアルコールはケトンとなった。
- Ⅴ エステル B を加水分解して生じたアルコールは、ヨードホルム反応を示したが、エステル D を加水分解して生じたアルコールは、ヨードホルム反応を示さなかった。

問1 記述Ⅱの分子式 $C_xH_yO_2$ の x , y として適切な数字を次の①～⑧からそれぞれ選びなさい。(x : 解答欄 4 - ア), (y : 解答欄 4 - イ)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

問2 440 mg のエステル A を完全に加水分解するために最低限必要な水酸化ナトリウムの質量は何 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 - ウ)

- ① 100 ② 200 ③ 300 ④ 400 ⑤ 500 ⑥ 600 ⑦ 700 ⑧ 800

問3 エステル 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。

エステル A (解答欄 C に書きなさい)

エステル B (解答欄 D に書きなさい)

エステル C (解答欄 E に書きなさい)

エステル D (解答欄 F に書きなさい)

問4 エステル D を加水分解して生じたアルコールに金属ナトリウムを加えたところ水素が発生した。このときの化学変化を化学反応式で示し、解答用紙裏面の解答欄 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 アミノ酸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-ア)

- ① アラニンは、分子内に $-COOH$ と $-NH_2$ をもち、酸と塩基の両方の性質を示す。
- ② アラニンにニンヒドリン水溶液を加えて温めると、紫色を呈する。
- ③ アラニンは、水溶液中では陽イオン、双性イオン、陰イオンの平衡状態として存在し、各イオンの存在比はpHによらず一定である。
- ④ アラニンは不斉炭素原子をもち、鏡像異性体が存在する。
- ⑤ アミノ酸の中には、複数のアミノ基を有するものが存在する。
- ⑥ pH 8の緩衝液中では、大部分のグルタミン酸は陽イオンになる。

問2 糖類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 グルコースは、炭素6個からなる単糖であり、分子式は $C_6H_{12}O_6$ である。
- ② フルクトースは、グルコースの構造異性体であり、甘味のある単糖である。
- ③ デンプンを希硫酸と加熱して十分に加水分解すると、最終的にグルコースとなる。
- ④ デンプン水溶液は、還元性を示す。
- ⑤ セルロースは、還元性はないが、ヨウ素デンプン反応を示す。
- ⑥ アミロースとアミロペクチンでは、アミロペクチンの方が枝分かれが多い構造を有する。

(化 学)

問3 表5に示した五つの異なるアミノ酸①～⑤が一つずつペプチド結合によって直鎖状に縮合したペプチドXがある。このペプチドに関する次のI～Vの記述を読み、以下の(1)～(3)に答えなさい。

表5

アミノ酸	構造式	等電点	分子量
①グリシン	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	6.0	75
②アラニン	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	6.0	89
③システイン	$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.1	121
④グルタミン酸	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	3.2	147
⑤リシン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	9.7	146

- I ペプチドXのN末端(アミノ基のある方)のアミノ酸は、酸性アミノ酸であった。また、C末端(カルボキシ基のある方)は、不斉炭素原子をもたないアミノ酸であった。
- II 塩基性アミノ酸のC末端側のペプチド結合を切断する酵素を作用させると、ペプチドAとBに分かれた。
- III ペプチドAとBの各水溶液に、それぞれ水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、ペプチドAのみ黒色沈殿が生じた。
- IV ペプチドAにN末端から順次アミノ酸を遊離させる酵素を作用させて最初に得られたアミノ酸は硫黄原子を含んでおり、2分子のアミノ酸の硫黄原子どうしで(a)を生成した。
- V ペプチドAとBの各水溶液に、それぞれ水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、薄い硫酸銅(II)水溶液を加えるとペプチドAは赤紫色になったが、Bはならなかった。

(1)(a)に入るものとして最も適するものを、次の①～④から一つ選びなさい。(解答欄5-ウ)

- ① 水素結合 ② グリコシド結合 ③ エステル結合
④ ジスルフィド結合

(化 学)

- (2) このペプチド X は、N 末端から C 末端の方向にどのような順序でアミノ酸が結合しているか。上の I～V の記述を読み、空欄 b～f に最も適したアミノ酸を表 5 に示した①～⑤から選びなさい。(b：解答欄 5－エ)，(c：解答欄 5－オ)，(d：解答欄 5－カ)，(e：解答欄 5－キ)，(f：解答欄 5－ク)

N 末端 — — — — C 末端

- (3) ペプチド B 0.275 g をエタノールと反応させ、分子内のカルボキシ基を完全にエステル化すると、何 g の化合物が得られるか。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 5－ケ)

① 0.281 ② 0.292 ③ 0.313 ④ 0.321 ⑤ 0.331 ⑥ 0.351