

## 平成 21 年度学力検査問題

# 理 科

	ページ	ページ	(解答用紙枚数)
物 理	1	～ 10	2 枚
化 学	11	～ 22	3 枚
生 物	23	～ 34	2 枚

○志望学部別，科目選択方法及び解答時間

志望学部	科 目 選 択 方 法	解答時間
医 学 部	物理，化学，生物から 2 科目選択すること。	2 時間 30 分
工 学 部	物理，化学から 1 科目選択すること。 ただし，第 1・第 2 志望にかかわらず電気電子工学科を志望する場合は，物理を選択すること。	1 時間 30 分
生物資源学部	物理，化学，生物から 1 科目選択すること。	1 時間 30 分

### 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. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの解答欄に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄(物理の場合は計 4 箇所，化学の場合は計 6 箇所，生物の場合は計 4 箇所)に，忘れずに本学の受験番号を記入すること。
6. 化学の問題 5 は，〔選択問題〕1 か〔選択問題〕2 のいずれか一題を選択し，解答用紙には選択した問題に☑を記入してから答えること。
7. 試験場内で配布された問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

# 化 学

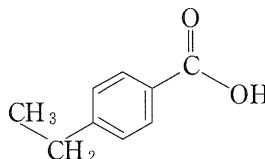
〔注意〕 必要があれば次の値を使うこと。

原子量：H = 1.0, C = 12, Na = 23, O = 16, S = 32, Cl = 35.5,

Ca = 40

理想気体のモル体積：22.4 l/mol [0 °C, 1 atm (= 1.01 × 10<sup>5</sup> Pa)]

構造式は右の例にならって記せ。



1

次の問1～問3に答えよ。計算値は有効数字3桁で答えよ。

問1 石灰石や大理石は、貝殻やサンゴのような生物の死骸が堆積して形成されたり、自然界の水に含まれている炭酸カルシウムが沈殿してつくられる。したがってそれらの石の主成分は炭酸カルシウムである。炭酸カルシウムはより強い酸の水溶液、たとえば希硫酸を加えると二酸化炭素とカルシウム塩に分離する。このカルシウム塩は炭酸カルシウムよりわずかに水に溶けやすい。大気中の硫黄や窒素の酸化物は水と反応して酸をつくり酸性雨となる。これらの石が硫酸を含む酸性雨と反応して硫酸カルシウムが水で流されると、新たに炭酸カルシウムが表面に現れ、それがまた酸性雨と反応するという繰り返しによって石の表面が削られていく。

(1) 下線部(a)の化学反応式を記せ。

(2) 石灰石(成分中重量比で95.0%は炭酸カルシウム)10.0gに希硫酸を十分量加えて反応させた。反応した硫酸は何モルか求めよ。ただし石灰石中の残り5.0%の不純物は硫酸と反応しないとする。

(3) 発生する二酸化炭素は0 °C, 1 atmでどれだけの体積になるか求めよ。ただし石灰石中の残り5.0%の不純物は二酸化炭素を発生しないとする。また二酸化炭素は理想気体と同じふるまいをする。

問 2 塩化カルシウムは水に溶けやすい塩である。

- (1) 0.100 mol/l の濃度の塩化カルシウムの水溶液を 500 ml つくりたい。実験室に塩化カルシウムの 2 水和物があったのでこれを使うことにした。何 g をはかりとって水に溶かせばよいかを求めよ。
- (2) 塩化カルシウムの 2 水和物 20.0 g を 500 ml の水に溶かした。この水溶液を冷却した時には凝固点がどのくらいになると予想されるか。水の比重を 1.00 g/ml, 水のモル凝固点降下を  $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ , 気圧を 1 atm として求めよ。

問 3 炭酸カルシウムは水に溶けにくい塩であるが、二酸化炭素を含む水にはごくわずか溶ける。<sup>(a)</sup> この反応はじっさいに鍾乳洞などでおこっている。自然界では濃度, 温度, 圧力は必ずしも一定ではなくたえず変化している。一般に化学平衡は, 濃度, 温度, 圧力を変化させると, その影響を和らげる方向に移動する<sup>(b)</sup>ことが知られている。

- (1) 下線部(a)の化学反応式を記せ。
- (2) 下線部(b)は何と呼ばれているか。
- (3) 下線部(a)の反応が平衡状態になっているときに以下のような操作をする  
とどのような変化がおこるか。解答欄に収まる程度で述べよ。
  - ① 水酸化カルシウムを溶液に加えカルシウムイオン  $\text{Ca}^{2+}$  の濃度を増加させる。
  - ② 温度を一定のまま表面積を大きくするなどして水溶液から水分を蒸発させる。

2 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合水溶液が200 mlある。溶液中のそれぞれの物質の重量を調べるために、次の実験を行った。

混合水溶液10.0 mlを **ア** を用いて正確にはかりとり、コニカルビーカーへ入れた。これに、指示薬Aの溶液を2～3滴加えた。コニカルビーカー内の水溶液をかき混ぜながら、 **イ** を用いて0.100 mol/lの塩酸を滴下した。その結果、32.5 mlを加えたところで黄色から赤色への変色が見られた。

次に、同様に混合水溶液を10.0 mlはかりとり塩化バリウム水溶液を十分に加えた。さらに指示薬Bの溶液を2～3滴加え、赤色から無色への変色が見られるまで0.100 mol/lの塩酸を滴下した。この時の滴定量は、12.5 mlであった。

問1 文中の **ア** と **イ** に当てはまる最も適切な器具名をそれぞれ記せ。

問2 指示薬A、指示薬Bの名称とそれぞれの変色域を下から選び、記号で答えよ。

指示薬

- |              |              |
|--------------|--------------|
| ① ブロモチモールブルー | ② フェノールフタレイン |
| ③ リトマス       | ④ メチルオレンジ    |
| ⑤ チモールフタレイン  |              |

変色域

- |              |               |              |
|--------------|---------------|--------------|
| ① pH 4.5～8.3 | ② pH 6.0～7.6  | ③ pH 3.1～4.4 |
| ④ pH 8.0～9.8 | ⑤ pH 9.3～10.6 |              |

問3 下線部(a)までに、どのような中和反応が起こったか。反応がおこる順に従って化学反応式を記せ。

問 4 下線部(b)では, どのような反応が起こっているか。化学反応式を記せ。

問 5 この混合水溶液 200 ml 中の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの重量をそれぞれ求めよ。途中の計算式も記せ。計算値は有効数字 3 桁で答えよ。

3 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。

標準状態で 1.68 l を占める気体の炭化水素である化合物 A に標準状態で 11.2 l の酸素を加えて、完全燃焼させた。燃焼後の混合気体から水分を取り除くと、気体の体積は標準状態で 9.52 l となった。さらに二酸化炭素を取り除くと、体積は標準状態で 6.16 l となった。

この化合物 A に塩素( $\text{Cl}_2$ )を付加させると化合物 B が得られ、この化合物 B を加熱分解すると化合物 C が生成した。また、化合物 A にリン酸を触媒として水を付加させたところ、化合物 D になった。さらに、化合物 D を酸化した場合には、化合物 E を経て化合物 F が得られた。この化合物 F を水に溶かしたところ、弱酸性を示した。また、化合物 F のナトリウム塩に水酸化ナトリウムを加え、加熱したところ化合物 G が生成した。さらに、化合物 F のカルシウム塩を乾留すると有機化合物 H が得られた。

一方、炭化水素である化合物 I と化合物 J は、分子量がそれぞれ 42 と 84 であった。これらに硫酸酸性のうすい過マンガン酸カリウム水溶液を作用させると、水溶液は化合物 I によってただちに脱色され、化合物 J では変化がなかった。また、化合物 I は分子中にメチル基をもつが、化合物 J はメチル基をもっていないかった。さらに化合物 I は塩化水素を付加させたところ、主生成物として化合物 K になった。

問 1 化合物 A の組成式と構造式を記せ。

問 2 化合物 B～E, I～K の構造式と化合物名を答えよ。

問 3 下線部(a), (b)で起こる化学変化を化学反応式で示せ。

問 4 化合物 D と化合物 H がもつ官能基の名称を答えよ。

④は次頁につづく

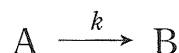
4 次のふたつの反応について、時刻  $t_1$  と  $t_2$  における A および B の濃度をそれぞれ  $[A]_1$  と  $[A]_2$  および  $[B]_1$  と  $[B]_2$  として、次の文章を読み(1)と(2)の指示にしたがって  から  を埋めよ。

(1)  $\log_e x$  は  $e$  を底とする自然対数であり、10 を底とする常用対数  $\log_{10} x$  との間には、 $\log_e x = 2.3 \times \log_{10} x$  の関係がある。必要に応じて次の値を使用せよ。

$$\log_e 2 = 0.69, \quad \log_e 3 = 1.1$$

(2) 数値は単位をつけて有効数字 2 桁で答えよ。

[1] 反応物 A が生成物 B となる反応



について考える。時刻  $t_1$  から  $t_2$  までに A が減少する平均反応速度は  $\bar{v}_A =$   であり、B が増加する平均反応速度は  $\bar{v}_B =$   である。瞬間的な反応速度を  $v$  とすると、反応速度式は A の濃度  $[A]$  と定数  $k$  を用いて、 $v =$   と表される。定数  $k$  は  といわれ、同じ反応であっても  または触媒の種類によって値が異なり、 が上昇すると、一般に、 $k$  の値は増加する。時刻  $t_1$  から  $t_2$  までの  $\bar{v}_A$  と平均濃度  $\bar{[A]}$  との間には  $\bar{v}_A =$   なる関係があり、これを使って  $k$  の値を求めることができるが、つぎのような関係式

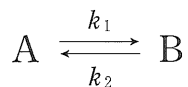
$$\log_e([A]_2/[A]_1) = -k(t_2 - t_1)$$

を用いても  $k$  の値を求めることができる。反応が次の表のように進行したとすると、

$t$ [min]	0	10
$[A]$ [mol/l]	1.0	0.6

$k$  の値は  である。さらに濃度が半分に減少するのに要する時間 (半減期という) は  であり常に一定である。

[2] 次に、BからAにもどる反応を含めた



について考える。このように、どちらの向きにも起こりうる反応を  といい、一方向にしか進行しない反応を  という。右向き→の反応を  , 左向き←の反応を  という。反応開始時Aのみが存在し一定温度のもとで反応が進行すると、時間とともにAの濃度は減少しBの濃度は増加し、最終的には反応は平衡状態に達する。

の反応速度式は  $v_1 =$   ,  の反応速度式は  $v_2 =$   である。Aが減少しBが増加していくことを考慮すると、Aが減少する実質的な反応速度式は  $v_A =$   である。平衡状態でのAとBの濃度をそれぞれ  $[A]_e$  と  $[B]_e$  で表すと、  $[B]_e/[A]_e =$   である。 $x$ を各時刻におけるAの濃度の減少量とし、平衡状態に達した時の  $x$ の値を  $x_e$  とし、  $y = x_e - x$  とすると、  $y$  は反応とともに減少する。以上の変数を用いて  $v_A$  を計算すると、  $v_A$  は  $y$  を使用して  $v_A =$   である。 $y$  はAと同じ速度で減少することから、  $\log_e(y_2/y_1) =$   である。ここで、  $y_1$  と  $y_2$  は時刻  $t_1$  と  $t_2$  における  $y$  の値である。

$t[\text{min}]$	0	10	$\infty$
$x[\text{mol/l}]$	0.0	0.4	$0.6(=x_e)$

上の表のように反応が進行し、反応開始時( $t=0$ )のAの濃度を、  $[A]_0 = 1.0 \text{ mol/l}$  とすると、  $k_1$  と  $k_2$  の値はそれぞれ  と  である。

5 [選択問題] 1 か [選択問題] 2 のいずれか一題を選択し、解答用紙には選択した問題に☑を記入してから答えよ。

[選択問題] 1 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

油脂は、動植物の細胞中に最も多く存在する脂質である。その分子は、ア(数字) 価アルコールであるグリセリン1分子に、イ(数字) 分子の脂肪酸がウ(語句) 結合した構造をしている。そのため、油脂の性質は構成している脂肪酸の種類によって異なる。油脂を構成する脂肪酸は、分子中にエ(語句) 基をもつ鎖状化合物で、水には溶けにくい弱いオ(語句) 性を示す。天然の油脂は、常温で固体のカ(語句) と常温で液体のキ(語句) に大別され、カ(語句) を構成する脂肪酸にはパルミチン酸(示性式  $C_{15}H_{31}COOH$ ) やステアリン酸(ク(示性式)) が最も多い。このような化合物はケ(語句) といい、炭素原子鎖の中に二重結合を含んでいない。また、キ(語句) を構成する脂肪酸には、オレイン酸、リノール酸、 $\alpha$ -リノレン酸、アラキドン酸などがあり、二重結合を含むことからコ(語句) という。コ(語句) を多く含んでいるキ(語句) は、空気中の酸素で二重結合の部分が酸化や重合し、固化しやすい。このような油脂をサ(語句) 油といい、固化しにくいものをシ(語句) 油、固化しないものをス(語句) 油という。コ(語句) を含んだ加工食品は、高温下、長時間の空気や光にさらされるとアルデヒドやセ(語句) 数が少ない脂肪酸を生じるため、悪臭と酸味が増し、味や風味が落ちる。この現象をソ(語句) という。また、大豆油やコーン油のように融点が低く、常温で液体である植物油にニッケル<sup>(1)</sup>を触媒として水素を付加させると固体となる。

問 1  内の指示に従って，文中の  ア  ～  ソ  を埋めよ。

問 2 下線部(1)の方法によって，つくられた油脂を何というか。また，その代表的な食品を一つ記せ。

問 3 文中の脂肪酸 1 種類からつくられた油脂(分子量 878)250 g には，1.71 mol のヨウ素を付加させることができた。その脂肪酸 1 分子に含まれている二重結合の数を記せ。また，その脂肪酸の示性式を記せ。

〔選択問題〕2 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

ヒトや動物の治療に用いられる物質を **ア(語句)** という。**ア(語句)** には、植物や動物などの天然資源を乾燥させた **イ(語句)** やこれら数種類を混合した漢方薬、そして動植物から抽出された有効成分を化学合成した物質などが含まれる。ケシの未熟な果実から得られた乳液中には、鎮静・ **ウ(語句)** 作用を示す **エ(語句)** が含まれている。その物質は、末期ガン患者の痛みを和らげる目的で使用されている医療用の麻薬であり、治療に用いる投与量でも使用目的に合わない作用として便秘などを引き起こすことが知られている。また、その乳液を乾燥させた **オ(語句)** は、**エ(語句)** を含んでおり、人体に対して健康被害を起こす物質である。

**ア(語句)** がヒトや動物に対して与える作用を **カ(語句)** 作用という。クロロホルムやジエチルエーテルは **キ(語句)** 作用、エタノールやクレゾールセッケン水溶液、ヨードチンキは **ク(語句)** 作用、炭酸水素ナトリウムや水酸化アルミニウムは **ケ(語句)** (胃腸用)作用をもつ薬として用いられる。

p-アミノベンゼンスルホンアミドを基本構造にもつ **コ(語句)** (スルファニルアミドなど)は、**サ(語句)** を合成する酵素の働きを抑制することによって、大腸菌やサルモネラ菌などの発育を阻止する。

**シ(語句)** の発見は、ブドウ球菌を培養しているとき、**ス(語句)** が混入し、その **ス(語句)** から一定の距離までのブドウ球菌を死滅させたことがきっかけとなっている。その抗生物質の名前は **ス(語句)** に由来して名づけられた。**シ(語句)** は五員環と四員環が一辺を共有した特異な構造をもっており、**セ(数字)** 員環の部分はβ-ラクタムであり、化学的に不安定な部分である。**シ(語句)** は細菌の細胞壁をつくる酵素の働きを阻害することで、細菌に対して高い選択 **ソ(語句)** を示す。しかし、その多用により、病原菌がβ-ラクタマーゼをつくりだし、**シ(語句)** を壊すことで抵抗力を持つようになる。そのため、治療上、抗生物質の乱用は好ましくないと考えられている。

問 1  内の指示に従って，文中の  ア  ～  ソ  を埋めよ。

問 2 下線部(1)の働きを表す最も適切な語句を記せ。また，医薬品がそのような状況を引き起こす要因を 2 つ記せ。

問 3 下線部(2)のような性質を示す菌を何というか。