

平成 27 年度入学試験問題(前期)

理 科

物 理	(新教育課程 物理基礎, 物理) (旧教育課程 物理 I, 物理 II)	1~ 8 ページ
化 学	(新教育課程 化学基礎, 化学) (旧教育課程 化学 I, 化学 II)	9~18 ページ
生 物	(新教育課程 生物基礎, 生物) (旧教育課程 生物 I, 生物 II)	19~31 ページ
地 学	(新教育課程 地学基礎, 地学) (旧教育課程 地学 I, 地学 II)	32~40 ページ

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配布している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから、下に表示する。
 - (1) 物理を選択した受験者
該当する学部全学科 ① ② ③ ④
 - (2) 化学を選択した受験者
教育学部 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
医学部医学科 ① ② ③ ④
医学部保健学科 ① ② ③ ⑤
理工学部 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
農学生命科学部分子生命科学科 ① ② ④ ⑤
農学生命科学部生物学科, 生物資源学科, 園芸農学科 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
 - (3) 生物を選択した受験者
教育学部 ① ② ④ と ⑤ または ⑥ の 4 問
医学部医学科 ① ② ③
医学部保健学科 ① ② ③
理工学部 ① ② ④ と ⑤ または ⑥ の 4 問
農学生命科学部分子生命科学科 ① ② ③
農学生命科学部生物学科, 生物資源学科, 園芸農学科 ① ② ④ と ⑤ または ⑥ の 4 問
 - (4) 地学を選択した受験者
該当する学部全学科 ① ② ③ ④
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名と受験番号を記入すること。
7. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

化 学

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H = 1.00 He = 4.00 C = 12.0 N = 14.0

O = 16.0 Cu = 63.6

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

1 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ で示される物質 A は、アルカリ性水溶液中でヨウ素と反応し、黄色沈殿を与えた。同じ分子式を有する物質 B は、フェーリング反応に陽性であった。一方、物質 C は分子式 C_4H_8 を有するアルケンであった。

問 1 物質 A の分子量を求めよ。

問 2 物質 A 0.100 kg を完全燃焼させたとき、発生する二酸化炭素の物質質量 [mol] を求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

問 3 物質 A の構造式を記せ。

問 4 物質 A から生じた黄色沈殿の物質名とその構造式を記せ。

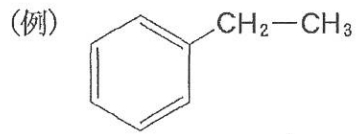
問 5 物質 A はアルコールの酸化により合成可能である。原料となるアルコールの化学構造式を記せ。

問 6 物質 B の下線①の性質を示す官能基名を記せ。

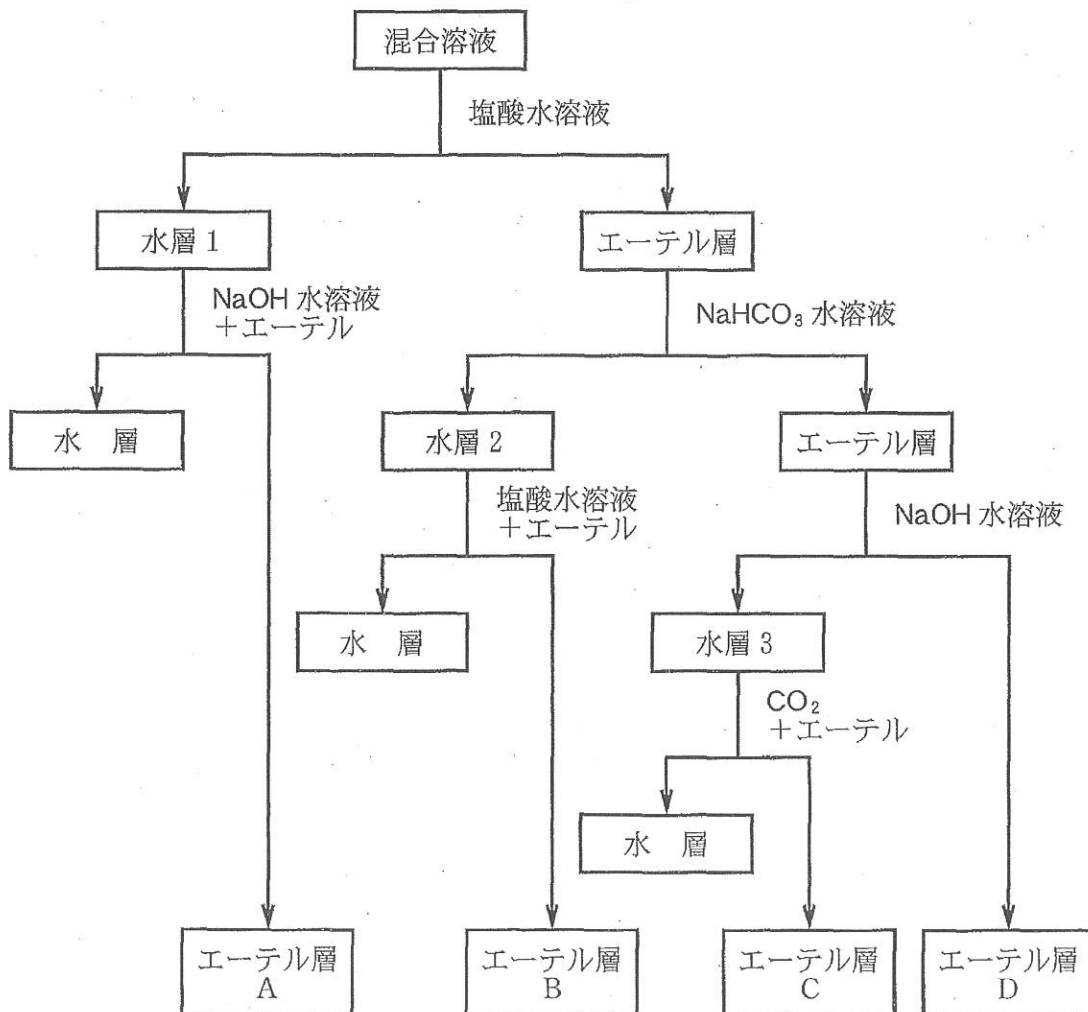
問 7 物質 B の構造式を記せ。

問 8 物質 C として可能な異性体の構造式をすべて記せ。

2 (I), (II)の各問いに答えよ。なお、構造式は下の例にならって記すこと。



(I) 4種類の芳香族化合物(フェノール, 安息香酸, トルエン, アニリン)を含むジエチルエーテル(エーテル)溶液(混合溶液)から、図のようにして各物質を分離した。以下の各問いに答えよ。



問 1 A から D の各エーテル層に存在する芳香族化合物の物質名および構造式を記せ。

問 2 水層 1, 水層 2, 水層 3 に溶解した状態の芳香族化合物の構造式を記せ。

問 3 同じ操作を次の物質に行った場合, A から D のどのエーテル層に分離されるか記せ。

- (a) サリチル酸
- (b) *p*-クレゾール
- (c) ナフタレン

〔II〕 フェノールに関する以下の文章を読み, 各問いに答えよ。

フェノールは工業的にベンゼンを原料としてつくられる。従来は, ベンゼンを濃硫酸とともに加熱して化合物 A を得た後, 水酸化ナトリウムのような塩基を加えて融解する方法で主に合成されていた。しかし現在は, ベンゼンに触媒を用いてプロペンを付加させて化合物 B とした後, 酸素ガスと反応させて得られる化合物 C を硫酸で分解する方法で合成されることが多い。

フェノールはニトロ化反応を起こしやすく, 濃硫酸と濃硝酸の混合物(混酸)と反応させることにより, 火薬として使用される化合物 D (ピクリン酸) が生成する。

問 1 化合物 A, B, C, D に該当する物質の構造式を記せ。

問 2 ピクリン酸は, フェノールからいくつかの中間化合物を経て生成する。この中間化合物として可能な物質を全て構造式で記せ。

3 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

白金を電極に用いて、硫酸銅(II)水溶液に 0.500 A の電流を 5790 秒間通じて電気分解を行った。この電気分解の電源には、電解液として濃度 C (mol/L) の硫酸 1.00 L を満たした鉛蓄電池を用いた。

問 1 電気分解の際に陽極および陰極で起こる反応を、それぞれ電子を含むイオン反応式で記せ。

問 2 電気分解後に白金電極上に析出した銅の質量 [g] を計算せよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。なお、流した電流はすべて銅の析出に使われたものとする。

問 3 鉛蓄電池の放電の際に正極および負極で起こる反応を、それぞれ電子を含むイオン反応式で記せ。

問 4 電気分解の後、鉛蓄電池から硫酸電解液を取り出し、10.0 倍に希釈した。この希釈した硫酸水溶液 10.0 mL を中和するのに、0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 7.80 mL 要した。電気分解前の硫酸の濃度 C (mol/L) を計算せよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。ただし、鉛蓄電池の硫酸電解液の体積は、電気分解の前後で変化しないものとする。

- 4 以下の文章を読み、各問いに答えよ。ただし、計算問題については、計算の過程を示し、答えは有効数字2桁で求めよ。また、時間の〔分〕を表す単位記号を〔min〕とする。

100 mL の希塩酸水溶液中で、温度を 30 °C に保ちながら初濃度 1.00 mol/L ($t = 0$ min) となる酢酸エチルの分解を行った。ただし、この濃度の酢酸エチルは完全に水に溶解しているものとする。この反応では酢酸エチルから酢酸が生成する。反応開始後、ある時間ごとに反応液 1.0 mL をピペットで取り出し、それを 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定し、以下の表のような結果を得た。

表 反応時間と水酸化ナトリウム水溶液の滴定量

反応時間 t 〔min〕	0	20	40	80	160	320	640	1280	2560
滴定量〔mL〕	3.0	3.8	4.3	5.0	6.0	6.7	7.0	7.0	7.0

ある時間間隔 Δt における酢酸エチルの濃度変化を ΔC とし、その時間における初期の酢酸エチルの濃度を C とすると、酢酸エチルの分解の平均反応速度 \bar{v} は

$$\bar{v} = -(\Delta C / \Delta t) = kC$$

で表される。ただし、 k は反応速度定数である。反応溶液内の物質の蒸発はないものとする。

問 1 酢酸エチルが分解して酢酸が生じる反応式を示せ。

問 2 反応開始後 20 min までのデータから反応速度定数を求めよ。ただし、反応速度定数の単位も解答に示せ。

問 3 平均反応速度 \bar{v} は、時間経過にともなってどのように変化するか。「大きくなる」、「変化しない」、「小さくなる」の中から答えよ。また、そのような変化が起こる理由を、正反応と逆反応の点から答えよ。

問 4 酢酸の電離は無視できるものとして、 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ における平衡時の酢酸エチルの濃度 (mol/L) を計算して答えよ。

問 5 この分解反応では、温度が $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 上昇するごとに、平均反応速度が 2.0 倍増加するものとする。もし、 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ で同じ実験を行った場合、中和に必要な水酸化ナトリウムの滴下量が 6.7 mL となる時間 (min) を表のデータから計算して求めよ。

5 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

二酸化炭素の固体は〔ア〕と呼ばれ、冷却剤に使用される。〔ア〕は、固体から直接気体になる性質をもち、この現象は〔イ〕と呼ばれる。二酸化炭素は〔ウ〕個の原子から構成される分子であり、その形は〔エ〕形である。一方、水分子の形状は〔オ〕形であり、二酸化炭素とは異なっている。

二酸化炭素は黒鉛の完全燃焼によって発生させることができる。この二酸化炭素^①を水酸化カルシウム水溶液に吹き込むと〔カ〕色沈殿が生じる。この沈殿を^②強熱すると生石灰が得られる。生石灰に水を加えると再び水酸化カルシウムが生^③じる。^④

二酸化炭素を水酸化ナトリウム水溶液に吹き込むと、炭酸ナトリウムが得られる。この炭酸ナトリウムに塩酸を加えると二酸化炭素が発生する。炭酸ナトリウ^⑤ムは炭酸水素ナトリウムを加熱することによっても得られる。^⑥

問 1 説明文中の〔 〕内のアからカにあてはまる適切な語または数字を入れよ。

問 2 下線①から⑥の反応を化学反応式で記せ。

問 3 生石灰は、一般にどのような用途に用いられているか。次の(A)から(H)の選択肢の中から最も適当なものを2つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|----------|------------|---------|
| (A) セッケン | (B) 凝固剤 | (C) 発熱剤 |
| (D) 漂白剤 | (E) 乾燥剤 | (F) 造影剤 |
| (G) 消火剤 | (H) 医療用ギブス | |

- 6 以下の文章を読み、各問いに答えよ。ただし、計算問題については、計算の過程を示し、答えは有効数字2桁で求めよ。

合計で1.80 molとなるヘリウムとエタノールの混合気体を入れた風船を作った。ヘリウムとエタノールの気体は、理想気体として振る舞い、風船内に完全に密閉されているものとする。風船は化学的に安定で、風船自体の重さは無視できるほど小さく、自由に伸縮でき、風船内外の圧力差はないものとする。大気圧は 1.00×10^5 Pa、27℃のエタノールの蒸気圧は 0.10×10^5 Paとする。

問1 風船内のエタノールがすべて蒸気として存在すると仮定した場合、風船が空中に浮き続けるためのヘリウムの最低限の体積分率はいくらか計算して求めよ。ただし、空気の成分は、窒素と酸素のみからなるものとし、窒素と酸素は4.0 : 1.0の体積比で含まれているとする。

問2 風船内にヘリウムとエタノールが0.90 molずつ入っている場合、大気圧下、27℃での風船内における液体のエタノールの物質量を求めよ。

問3 問2の条件で風船は空気中に浮き続けられるか。根拠となる計算を示し、浮き続けられる場合は○を、浮き続けられない場合は×を記せ。ただし、液体のエタノールの体積は、無視できるくらい小さいものとする。

問4 風船を開けてエタノールを回収する際、わずかな量(1%以下)の水がエタノールに混入した。この水分を含んだエタノールの蒸気圧、沸点、凝固点は、純粋なエタノールに比べて、どのように変化するか。次の表の中から正しいと思われる組み合わせを選び、記号で答えよ。

表

記号	蒸気圧	沸点	凝固点
(ア)	高くなる	高くなる	高くなる
(イ)	高くなる	高くなる	低くなる
(ウ)	高くなる	低くなる	高くなる
(エ)	高くなる	低くなる	低くなる
(オ)	低くなる	高くなる	高くなる
(カ)	低くなる	高くなる	低くなる
(キ)	低くなる	低くなる	高くなる
(ク)	低くなる	低くなる	低くなる