

2018 年度 入学 試験 問題

理 科

(試験時間 10:30~12:10 100分)

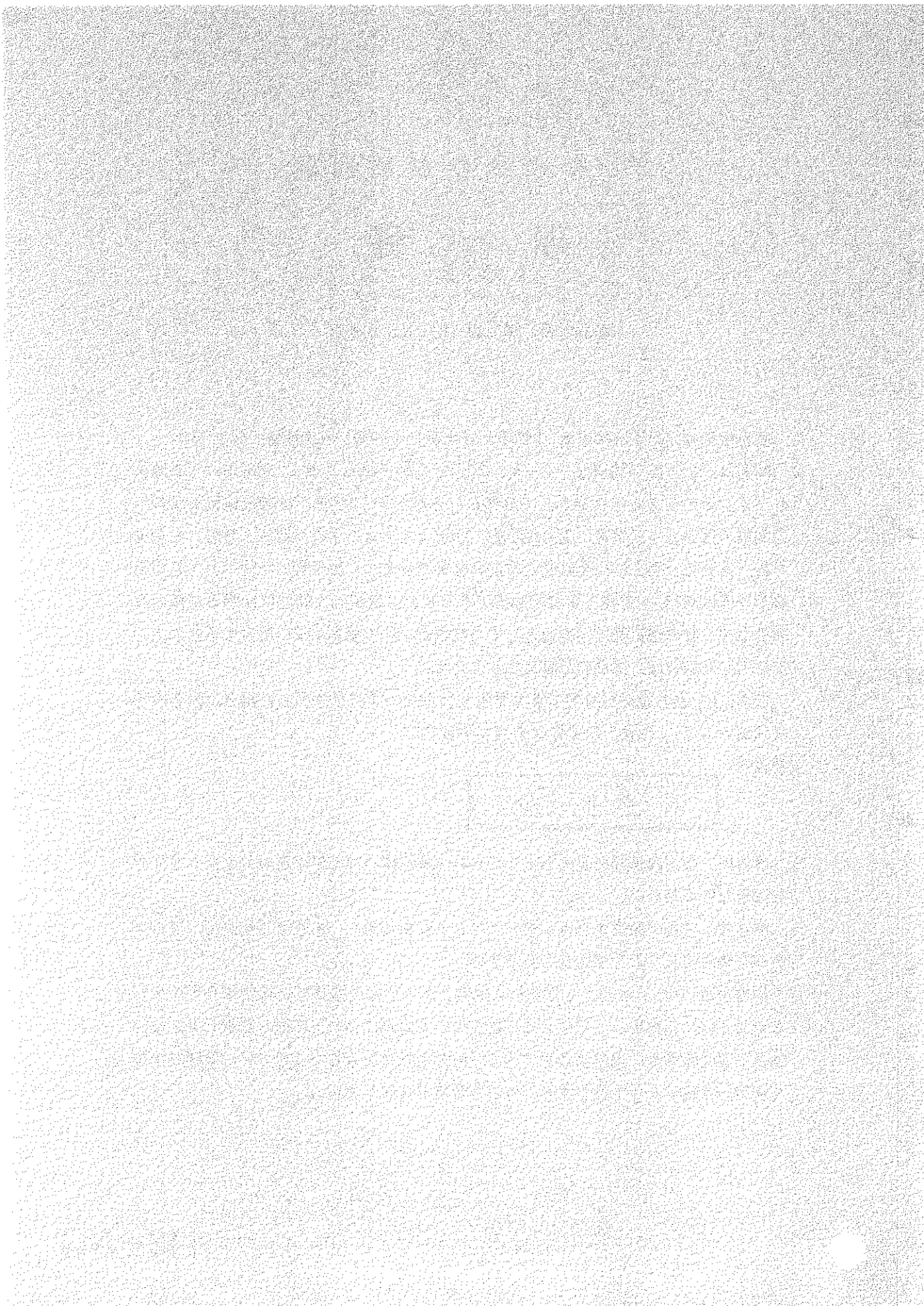
1. 解答用紙は、記述解答用紙（「物理」・「化学」・「生物」の3種類）のみです。
2. 問題は、I～IX（「物理」：I～III，「化学」：IV～VI，「生物」：VII～IX）の9題あります。そのうち3題を選択して解答してください。「生物」は精密機械工学科，電気電子情報通信工学科，応用化学科，経営システム工学科，情報工学科，生命科学科，人間総合理工学科受験者のみ選択解答できます。数学科，物理学科，都市環境学科受験者は，「生物」を選択解答できません。選択した問題には解答用紙の設問番号の右側の選択欄に○を記入してください。○の記入がない場合や4題以上○を記入した場合は，採点の対象となりません。

なお，「生物」を選択解答できる学科とできない学科を併願した場合，後者の学科においては，「生物」の解答はすべて無効です。

(記入例)

I	選 択	○
---	-----	---

3. 解答は，必ず解答欄に記入してください。解答欄以外に書くと無効となりますので注意してください。
4. 解答は，HBの鉛筆またはシャープペンシルを使用し，訂正する場合は，プラスチック製の消しゴムを使用してください。
5. 解答用紙には，「物理」・「化学」・「生物」すべてに受験番号と氏名を必ず記入してください。（「物理」，「化学」，「生物」のいずれかについて1題も選択していない場合でも受験番号，氏名は必ずすべての解答用紙に記入してください。試験終了後，「物理」・「化学」・「生物」すべての解答用紙を回収します。）



IV 以下の文章中の (a) ~ (h) にあてはまる正しい語 (気体の名称) や数値を解答欄に記入しなさい。気体はすべて理想気体とする。数値については有効数字2桁で求めなさい。(c) および (f) については計算過程も書きなさい。(50点)

次ページの図1は水の蒸気圧曲線と呼ばれ、純水が各温度で示す飽和水蒸気圧の値をグラフにしたものである。温度0℃(273 K)以下については氷の昇華圧の値を示してある。各温度で空気中の水蒸気分圧が曲線上の値をとったときが相対湿度(以下単に「湿度」と書く)100%である。

いま、地上で空気の温度が35℃、湿度が80.0%であるとすると、水蒸気^(ア)の分圧は (a) Paである。気圧が 1.00×10^5 Paであるとして、これに比べて水蒸気圧は無視できない大きさである。水蒸気を完全に除いた乾燥空気の組成として、体積比で窒素が78.1%、酸素が21.0%、(b) が0.9%という値が報告されているが、水蒸気も考慮した場合、下線部(ア)の空気中の酸素の体積比は (c) %が正しい値になる。

下線部(ア)の空気を、気圧を 1.00×10^5 Paに保ちながら25℃まで冷やそうとするとき、水蒸気を除かずに単に温度を下げるだけでは (d) °Cまで冷やした段階で湿度が100%になってしまい、結露が起こってしまう。しかし、空調機に取り込んだ空気の温度を、気圧を 1.00×10^5 Paに保ちながら、まず15℃まで下げれば、もとの空気に含まれていた水蒸気の (e) %は凝縮して水になる。水を取り去ったのち、改めて空気の温度を25℃まで上昇させて室内に戻すようにすれば、快適な湿度が得られる。

下線部(ア)の空気が、上昇気流によって高度3000 mくらいに達したとする。この高さでは気温が-5.0℃、気圧は 7.00×10^4 Paであり、地上にあったときと比べ空気の体積は大きくなる。この状態でも水蒸気が気体のままであると仮定すると、その分圧は (f) Paになると計算される。しかし、この値は-5.0℃における飽和水蒸気圧を上回っているため、もとの水蒸気の (g) %は水や氷の雲となり、いずれは雨や雪となって地上に戻ってくることになる。水分子は空気の成分の中では軽い方であるにも関わらず、地球の大気圏から失われずに地球上の生命活動を維持してくれているが、これは極めて幸運なことである。

地球より太陽に近い金星でも大気中に水蒸気があるが、地表の温度が高すぎて液体の水は生じない。太陽から遠い火星でも気温が高くなった限られた場所で水が生じている証拠が見ついているが、平均的には地表温度が -23°C くらいであり、やはり液体の水は存在しにくい。金星でも火星でも地球より重力が小さく、大気の主成分は窒素よりも分子量の大きい (h) である。太古の地球でも大気の主成分はやはりこの気体であったと考えられているが、海洋の誕生および生命活動を経て、現在の組成に変わってきたのである。

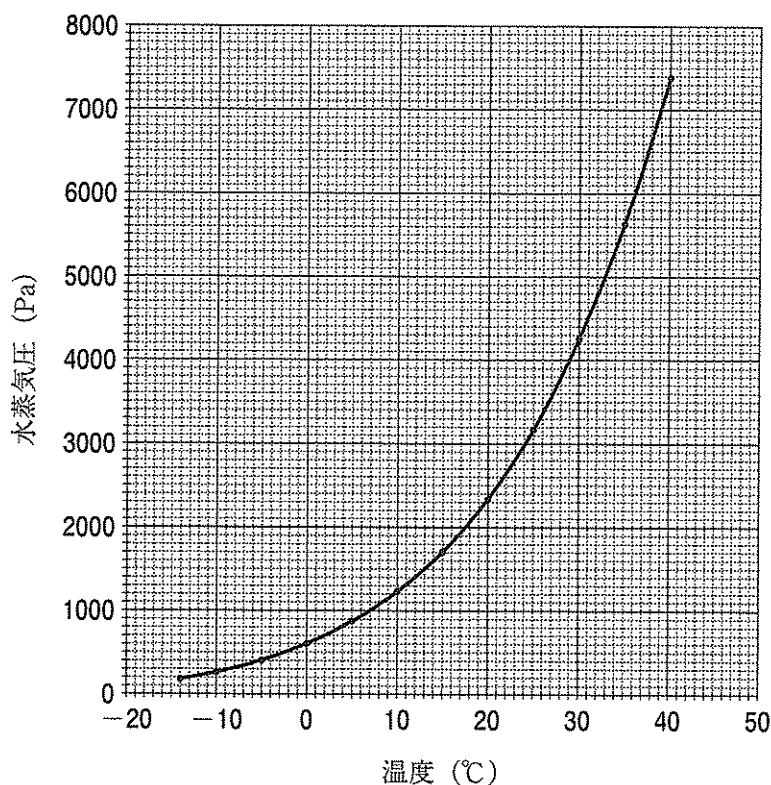


図1 水の蒸気圧曲線

V 次の文章を読み、以下の問い(1)~(6)に答えなさい。(50点)

電解質でない水溶性化合物 X がある。図 1 の曲線は純水 (曲線 A) と化合物 X のある濃度の水溶液 (曲線 B) を徐々に冷却した時の温度変化を示したものである。このことについて以下の問いに答えなさい。

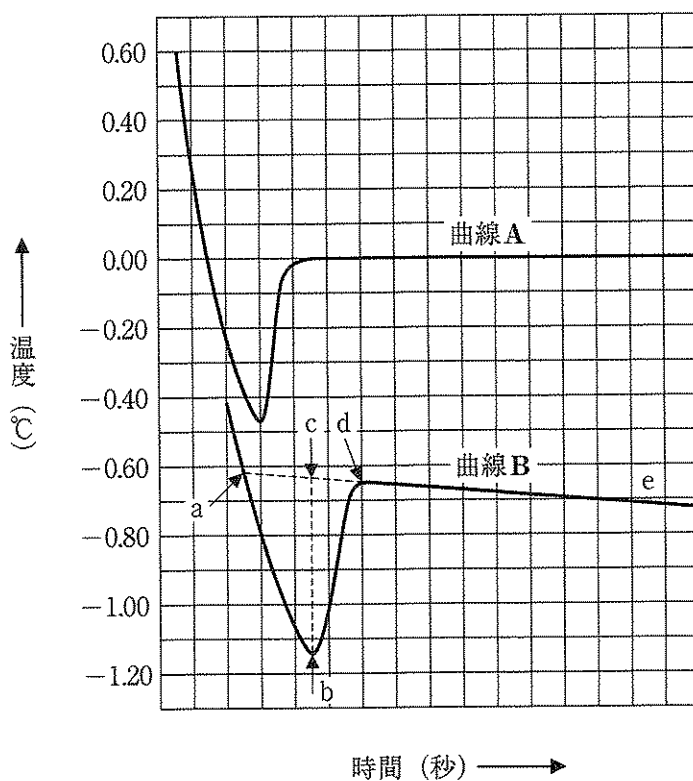


図 1 冷却曲線と溶液の凝固点

問い

- (1) 下線部(ア)の水溶液の凝固点(温度)を表すのは, a, b, c, dのうちどれか, 答えなさい。
- (2) 下線部(ア)の水溶液の凝固点は何℃か。小数点第2位まで求めよ。
- (3) 下線部(ア)の水溶液は化合物X 5.58 gを純水 100 gに溶かしたものである。この化合物Xの分子量を M とした時, この水溶液の質量モル濃度 m [mol/kg] を求める式を書け。
- (4) 化合物Xの分子量を有効数字2桁で求めよ。ただし, 水のモル凝固点降下(モル凝固点降下定数)は 2.0 [K·kg/mol] とする。
- (5) 曲線Bの点d~eの部分は, 曲線Aと異なり右下がりとなっている。その理由を30字以内で記せ。
- (6) 点dを過ぎて, 化合物Xの水溶液の温度が下がって行く過程で, 温度が -0.80 ℃になった段階で起こっていることは, 次の記述のうちどれに最も近いのか。以下の中から正しい記述を番号で答えなさい。ただし, 化合物Xの溶解度は十分大きいものとする。
 - ① 氷はできない。
 - ② およそ 20 gの氷ができています。
 - ③ およそ 30 gの氷ができています。
 - ④ およそ 40 gの氷ができています。
 - ⑤ およそ 50 gの氷ができています。
 - ⑥ およそ 60 gの氷ができています。
 - ⑦ およそ 70 gの氷ができています。
 - ⑧ 水はすべて氷になっている。

VI 次の文章を読み，以下の問い(1)～(6)に答えなさい。(50点)

アルコールの性質や反応性は，炭化水素基部分の構造によって大きな影響を受けることが知られている。アルコールの性質に関する以下の問い(1)～(6)に答えなさい。ただし，構造式は図1の例にならって書きなさい。

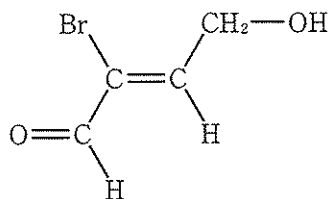


図1 構造式の例

問い

- (1) エタノールを濃硫酸と反応させて脱水反応を行わせるとき、130℃程度の温度で反応を行うと縮合反応により化合物Aが生成するが、170℃程度の条件では脱離反応により化合物Bが生成する。AおよびBの構造式を書きなさい。
- (2) 化合物Bを臭素水に触れさせると、臭素水の色が変化した。何色から何色に変化したか。解答欄の記述にあてはまるものを解答群から選び、①～⑥の番号で答えなさい。

[解答群]

- ① 無色 ② 黒色 ③ 赤褐色
④ 赤紫色 ⑤ 深青色 ⑥ 黄緑色

- (3) 2-ブタノールに濃硫酸を加えて加熱すると、脱水反応が進行して、互いに異性体（立体異性体を含む）の関係にある3種のアルケンの混合物が得られた。それら3種の化合物の構造式を、違いがわかるように書きなさい。
- (4) (3)のようなアルコールの脱水反応の際に生成する異性体の割合に関しては、一般に次のようになることが知られている。

(ア) -OH 基の結合した炭素原子に隣接した炭素原子に何個の水素原子が結合しているかを比較して、水素原子の数が少ないほうの炭素原子から水素原子が脱離したアルケンが主生成物となる。

(イ) トランス形とシス形では、より安定なトランス形が主生成物となりやすい。

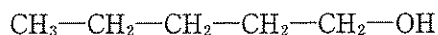
このことから、(3)で答えた化合物の中で最も多く生成したと考えられるものはどれか。構造式の下欄に○を付けて答えなさい。

(5) アルコールの沸点は、(ア) $-OH$ 基どうしの間働く $\boxed{\text{(a)}}$ による引力と、(イ) 接触し合うすべての分子の間働く $\boxed{\text{(b)}}$ の2種類の分子間力により決まる。 $\boxed{\text{(a)}}$ は、 $-OH$ 基どうしが接近しやすいほど強く、第一級 $>$ 第二級 $>$ 第三級アルコールの順である。一方、 $\boxed{\text{(b)}}$ は分子の表面積が大きく分子間の接触が多い直鎖状分子で強く、分子内の枝分かれが増えると弱まる。そして、全体としての分子間力が大きい程、沸点は高くなる。炭素数が数個程度のアルコールでは $\boxed{\text{(a)}}$ の影響がより強く現れやすい。

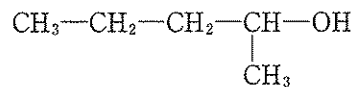
(a), (b)にあてはまる結合や力の名称を答えなさい。

(6) 沸点について(5)で述べた傾向が成り立つとしたとき、次のアルコールの沸点の順序を推定し、高いものから解答欄の不等号に従って、①～④の番号で答えなさい。

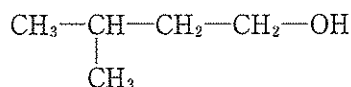
①



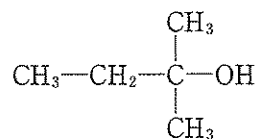
②



③



④



(計算用紙)

(設問は次のページにつづく)