

平成 22 年度入学試験問題(前期)

理 科

物 理 1～9 ページ 化 学 10～20 ページ
生 物 21～31 ページ 地 学 32～43 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. 解答用紙を別に配付している。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

教育学部 ① ④ ⑤

医学部医学科 ② ③ ⑤

医学部保健学科，看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ① ④

医学部保健学科，放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ② ③ ④

理工学部 ① ② ③ ⑤

農学生命科学部 ① ④ ⑤

(2) 化学を選択した受験者

教育学部 ① ② ③ ⑤

医学部医学科 ② ④ ⑥

医学部保健学科，看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ① ③ ④

医学部保健学科，放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ② ④ ⑥

理工学部 ① ② ③ ④ ⑤

農学生命科学部 ① ② ③ ⑤

(3) 生物を選択した受験者

教育学部 ① ② ③ ならびに ⑥ または ⑦ の 4 問

医学部医学科 ① ② ⑤

医学部保健学科 ① ② ④

理工学部 ① ② ③ ④ ならびに ⑥ または ⑦ の 5 問

農学生命科学部 ① ③ ⑤ ならびに ⑥ または ⑦ の 4 問

⑥ と ⑦ は選択問題である。教育学部，理工学部及び農学生命科学部の受験者は⑥または⑦のいずれかを選択のこと。

(4) 地学を選択した受験者

理工学部 ① ② ③ ④ ⑤

農学生命科学部 ① ② ③ ⑤

6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び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

単位 L はリットルを表す。

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H = 1.00 C = 12.0 O = 16.0

1 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

我々の身体を構成している元素のうち、質量の約 60 % は酸素である。酸素は〔ア〕族の〔イ〕元素で、〔ウ〕個の価電子を持つ。人体の構成元素として O と H が多いのは、水 H_2O を多く含むからである。酸素は〔エ〕が大きい元素であるため、 H_2O 分子中の H 原子はわずかに正の電荷 ($\delta+$) を帯びる。 H_2O 分子のように、分子全体として電荷のかたよりの持つ分子を〔オ〕という^①。一方、分子全体として電荷のかたよりが打ち消された二酸化炭素 CO_2 などは〔カ〕という。 H_2O 分子は、分子間で相互作用をしている。これは、〔エ〕の大きい原子に結合した H 原子が、他の分子中の〔エ〕の大きい原子との間で〔キ〕を作ることができるからである。〔キ〕は、気体の水素^② H_2 と酸素 O_2 が反応して生成する H_2O 中の H—O 間のような共有結合に比べると弱い結合であるが、DNA の二本鎖を安定な構造に保つことや、遺伝情報を保持することに重要な働きをしている。また、純粋な水もわずかながら電離して平衡状態に達しているが、^③ これも生体構成分子として重要な水の性質の 1 つである。

〔ク〕族の〔ケ〕元素で原子番号 26 の鉄 Fe も生体には欠かせない元素である。鉄(II)イオン Fe^{2+} はヘモグロビンというタンパク質中で、呼吸により^④ 体内に取り込まれた O_2 を、6 番目の〔コ〕として結合している。これは Fe の〔サ〕殻にある電子の電子軌道の性質から、〔シ〕の立体構造を持つ分子となるからである。このような一方の原子の〔ス〕が、他方の原子に提供されてできる結合を、とくに〔セ〕という。

問 1 []内のアからセに適切な語を入れよ。ただし、ア、ウおよびクには適切な数字を入れよ。

問 2 H_2O の電子式を示せ。

問 3 下線①について、分子全体として水分子が電荷のかたよりを持っている理由を、二酸化炭素の場合と比較しながら説明せよ。

問 4 下線②について、表 1 の結合エネルギーの値を用い、次の反応の反応熱を求めよ。有効数字を 3 桁とし、途中の計算の過程も示せ。

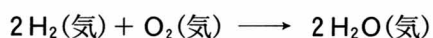
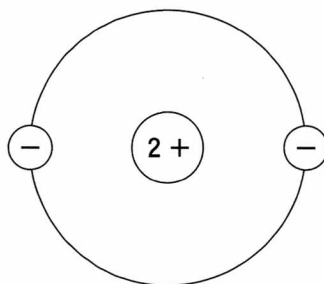


表 1 結合エネルギー

結 合	結合エネルギー [kJ/mol]
H—H	432
O—H	459
O=O	494

問 5 下線③について、 25°C における純水の電離度 α は 1.81×10^{-9} 、水 1.00 L の質量は 997 g として、水の水素イオン濃度を求めよ。有効数字を 3 桁とし、途中の計算の過程も示せ。

問 6 下線④について、例にならって Fe^{2+} の電子配置を書け。



例) ヘリウム原子の電子配置

2

〔I〕, 〔II〕, 〔III〕の各問いに答えよ。

〔I〕 化学反応はほぼ瞬時に起こる反応^①, 数年もかかるような反応, あるいはその中間で数時間かけて起こる反応^②などさまざまである。また, 同じ反応でも^③
反応を行う条件によって反応の速度は大きく変化する^④。

問 1 次の(ア)から(ウ)の3つの反応は下線①から③のどれに該当するか, 答えよ。

- (ア) 酢酸エチルを希塩酸と混合すると加水分解が起こる。
- (イ) 希塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えると中和反応が起こる。
- (ウ) 空気中に銅板をおくと青緑色のさびが生じる。

問 2 下線④に関連して, スチールウールは空気中で熱すると表面は酸化されるが内部は変化しないのに対し, 酸素中では火花を発して激しく燃焼する。この理由を反応速度の観点から簡潔に説明せよ。

〔II〕 化学反応を工業的に応用する際, 触媒が用いられることがある。触媒には, 反応物と均一な状態で働く均一触媒^①と, 反応物と不均一な状態で働く不均一触媒が存在する。工業的応用ではハーバー・ボッシュ法によるアンモニアの合成^②, オストワルト法による硝酸の合成^③などに触媒が用いられる。

問 1 下線①に関連して, 化学反応において触媒の添加によって変化するものを次の(ア)から(ウ)の中からすべて選べ。

- (ア) 反応熱
- (イ) 活性化エネルギー
- (ウ) 反応速度

問 2 下線②および下線③について, これらの反応の化学反応式(複数段階ある場合は複数)および用いられる触媒を答えよ。また, その触媒は均一触媒・不均一触媒のいずれか, 解答用紙の正しいほうを○で囲め。

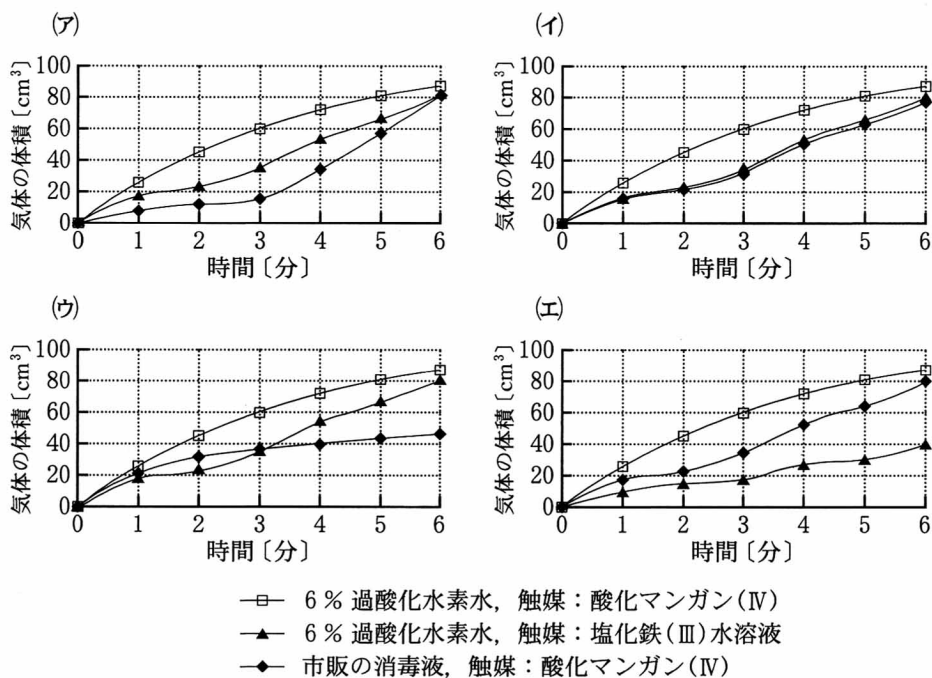
〔Ⅲ〕 Pさんは市販の消毒液に含まれる過酸化水素の濃度を求める実験を計画した。そこで、Pさんは過酸化水素の分解で生じる気体の体積を測定することにより、過酸化水素の濃度を求めることを考えた。触媒として酸化マンガン(Ⅳ)の粉末または塩化鉄(Ⅲ)水溶液を用い、6%過酸化水素水を用いて実験を行ったところ、過酸化水素は分解し、気体が発生した。次に、触媒として酸化マンガン(Ⅳ)①を使って市販の消毒液で同様の実験を行った。②なお、実験はすべて同量・同体積で行ったものとする。

問1 下線①の反応の化学反応式を記せ。

問2 下線②について、以下の実験器具を用い、適切な実験装置を図示せよ。ただし、実験装置は、使用薬品を含め反応開始前のものとする。

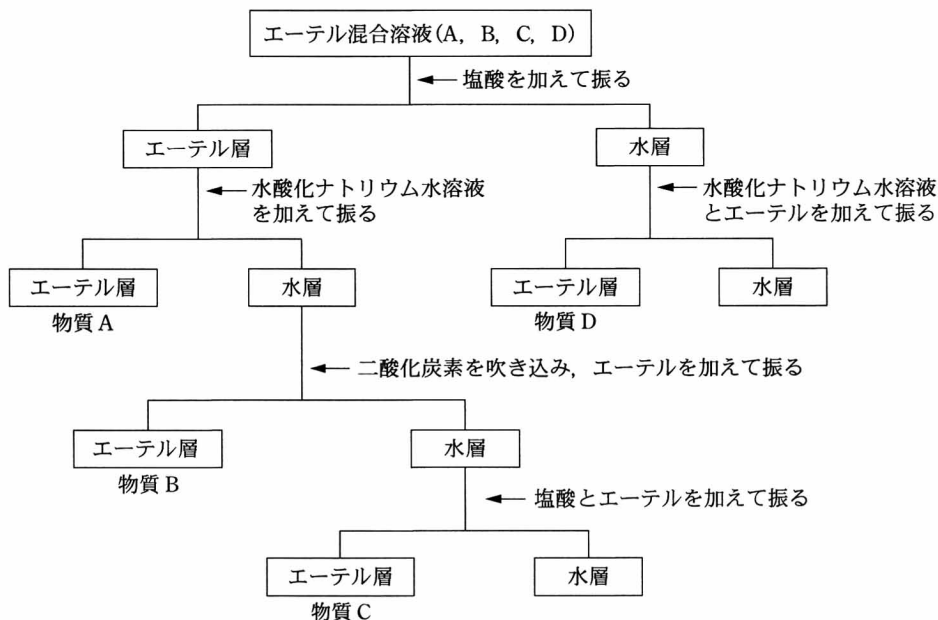
メスシリンダー、水浴、ふたまた試験管、ガラス管、ゴム管、ゴム栓

問3 Pさんの実験の結果、市販の消毒液の過酸化水素濃度は3%であることがわかった。このときグラフはどのようなになるか、次の(ア)から(エ)の中から最も適切なものを1つ選べ。また、それを選んだ理由を簡潔に説明せよ。



3 〔I〕, 〔II〕の各問いに答えよ。

〔I〕 アニリン、フェノール、ベンジルアルコールおよび安息香酸のエーテル混合溶液について下図に従い分離操作を行った。図中の A, B, C および D はそれぞれ上記 4 種類の物質のうちのどれかである。次の(1)から(3)の文章を読み各問いに答えよ。



- (1) 物質 A はナトリウムと反応し、水素を発生する。また、物質 A を過マンガン酸カリウムで酸化すると物質 C が得られた。
- (2) クロロベンゼンと水酸化ナトリウム水溶液の混合物を加圧・加熱し、生成した物質 E の水溶液に炭酸ガスを通したところ物質 B が得られた。
- (3) 物質 D の塩酸水溶液に 0 から 5℃ で亜硝酸ナトリウム水溶液を加える
^①と物質 F が得られた。また、物質 F の水溶液に物質 E を加えたところ、
^②赤橙色の物質 G が得られた。

問 1 物質 A, B, C および D の構造式と化合物の名称を記せ。

問 2 物質 E の構造式と化合物の名称を記せ。

問 3 下線①の反応名と物質 F の構造式を記せ。

問 4 下線②の反応名と物質 G の構造式を記せ。

問 5 分離操作の中で二酸化炭素を吹き込む理由を記せ。

〔Ⅱ〕 分子式 $C_4H_{10}O$ をもつ化合物は金属ナトリウムと反応する異性体群 I と、化学的に不活性であるが、沸点が低く引火しやすい異性体群 II に大別される。

異性体群 I 中の物質 A を酸化したところ物質 B に変化し、それ以上反応しなかった。物質 B はアンモニア性硝酸銀水溶液を還元する性質はないが、ヨウ素を含む水酸化ナトリウム水溶液と反応し黄色の沈殿を生成した。異性体群 I 中の物質 C, D を酸化したところ、それぞれ物質 E, F に変化し、物質 E, F はアンモニア性硝酸銀水溶液を還元し試験管内壁に銀鏡ができた。異性体群 I 中には酸化を受けなかった物質 G もあった。

問 1 異性体群 I と異性体群 II に含まれるそれぞれの異性体の個数を記せ。

問 2 物質 A の構造式と化合物の名称および物質 B の構造式を記せ。

問 3 物質 C, D の構造式と化合物の名称および物質 E, F の構造式を記せ。

問 4 酸化されなかった物質 G の構造式と化合物の名称を記せ。

4 図1のように温度に対して蒸気圧が変化する化合物AからDがある。これらの化合物について、以下の各問いに答えよ。

問1 化合物AからDの中で、沸点が最も高いものはどれか。

問2 化合物Cを40℃で沸騰させるためには、外部の圧力をいくら以下にしなければならぬか。

問3 80℃、400 mmHgの条件から、圧力一定のまま温度を40℃まで下げていくと、化合物AからDのうち状態変化が起こるものを答えよ。また、その状態変化の名称も答えよ。

問4 化合物Dの液体に砂糖を少量溶解させると、蒸気圧曲線は純粋なDの場合に比べて、高压側に移動する、低压側に移動する、変化しないのいずれになるか答えよ。

問5 化合物Dの液体に化合物Cの液体を少量溶解させると、その溶液の融点は純粋なDの場合に比べて、どうなるか答えよ。

問6 化合物AからDの分子の大きさや形が同じであると仮定した場合、最も理想気体に近い気体になる化合物はどれか答えよ。また、そのように考える理由も説明せよ。

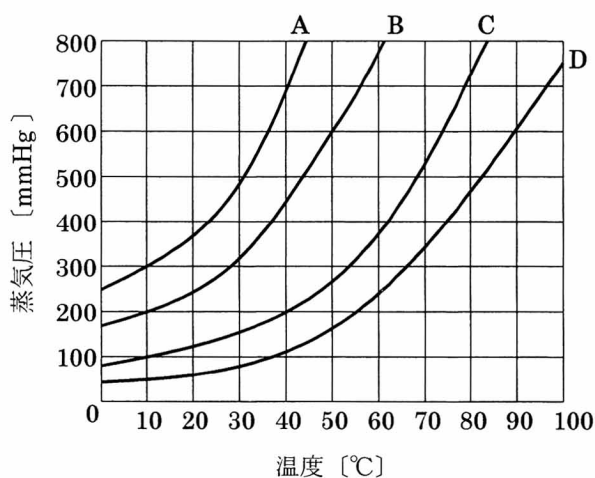


図1

問 7 化合物 A から D を用いて以下の実験を行った。

[実験] 4本の試験管に水銀を満たし、これを水銀浴表面から高さ 800 mm だけ出るようにして倒立させると、試験管内上端に空洞ができた。先を曲げたスポイトで化合物 A から D の液体の少量を別々の試験管内に入れると、液体は試験管内の水銀表面に浮かび、ほとんどが蒸発し、飽和蒸気圧に達した。その結果、水銀面の高さは図 2 のようになった。なお、実験中の温度は 10°C 、外部の圧力は $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保たれていた。

- (1) 図 2 の試験管 I から IV のうち、化合物 B の液体を注入したものはどれか。
- (2) 化合物 B の液体を注入した試験管の場合、水銀面は試験管の上端から何 mm 下がるか。計算の過程も示せ。
- (3) 試験管 II から IV に含まれる蒸気を 1 つの試験管にまとめた。いずれの化合物の蒸気も理想気体として振る舞うと仮定した場合、蒸気中に最も多く含まれる化合物のモル分率はいくらになるか。計算の過程も示せ。
- (4) 水銀を満たした試験管を上端の高さ 600 mm に変えて水銀浴に倒立させ、化合物 B の液体を注入すると、水銀面は注入前に比べて何 mm 下がるか。計算の過程も示せ。

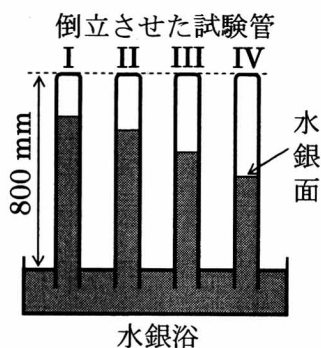


図 2

5 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

炭化水素の混合物であるガソリンは枯渇が心配され、代替燃料の研究が盛んに行われている。その中の候補としてエタノールがあり、ガソリンと比べてかなり異なった性質を持っている。エタノールは非常に燃えやすく、オクタン価が極めて高い。また、蒸発熱がガソリンよりも大きく、^①エンジンの燃焼室の温度を下げる^②ことができる。しかし、エタノールの持つエネルギー量は同じ体積のガソリンより少ない^④。

問 1 下線①について、ガソリンの能力を示す指標に、オクタンを基準として算出したオクタン価がある。オクタンは炭素原子の数が 8 の飽和炭化水素である。オクタンの完全燃焼の化学反応式を記せ。

問 2 下線②について、エタノールの蒸発熱がガソリンより大きいのは、エタノール分子のどのような性質によるものか記せ。

問 3 下線③について、燃焼室の温度が高いと窒素酸化物 NO_x ができやすくなる。窒素酸化物 NO_2 に紫外線が作用すると原子状の酸素が遊離し、有害な^⑤オゾンが生成する^⑥。これら 2 つの反応の化学反応式を記せ。

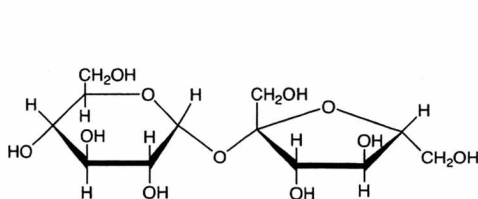
問 4 下線④について、エタノールの燃焼熱は 1367 kJ/mol 、ガソリンの燃焼熱は 46800 kJ/kg 、エタノールの密度は 0.79 g/cm^3 、ガソリンの密度は 0.78 g/cm^3 である。エタノールの単位体積あたりのエネルギー(燃焼熱)は、ガソリンの何倍か。有効数字を 2 桁とし、計算の過程も示せ。

問 5 エタンの燃焼熱は 1560 kJ/mol である。問 4 におけるエタノールの燃焼熱との差はおもに何を意味しているのか記せ。

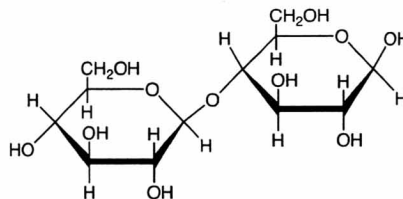
問 6 エタノールは濃硫酸との反応において反応温度の違いにより、2 種類の生成物が得られる。これら 2 つの反応の化学反応式と生成物の名称を記せ。

6

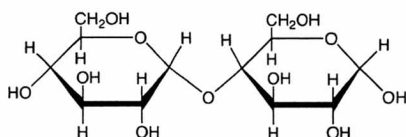
以下のような化学構造の化合物 A から C がある。化合物 A を加水分解すると、化合物 D と化合物 E を生じる。なお、化合物 D はセルロースをセルラーゼで分解することによっても得られる。以下の各問いに答えよ。



化合物 A



化合物 B



化合物 C

- 問 1 化合物 A から E の名称を記せ。
- 問 2 化合物 D は水溶液中ではおもに 3 つの構造が平衡状態で存在している。
3 つの構造を上記の化合物の構造式にならって記せ。
- 問 3 化合物 E は水溶液中ではおもに 5 つの構造が平衡状態で存在している。
5 つの構造を上記の化合物の構造式にならって記せ。
- 問 4 化合物 A から E の中で、フェーリング液を還元するものをすべてあげ、
記号で答えよ。該当するものがない場合には、「なし」と答えよ。

問 5 化合物 A から E の中で、酵素を用いてデンプンを分解させたときに生じる化合物をすべてあげ、記号で答えよ。該当するものがない場合には、「なし」と答えよ。

問 6 化合物 A から E の中で、ヨウ素溶液を加えたときに青色あるいは青紫色になるものをすべてあげ、記号で答えよ。該当するものがない場合には、「なし」と答えよ。

問 7 溶液中のセルロース(希薄水溶液)を加水分解するとどうなるか。以下の中から正しいものを2つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 浸透圧は増加する。
- (イ) 浸透圧は変化しない。
- (ウ) 浸透圧は減少する。
- (エ) 沸点は上昇する。
- (オ) 沸点は変化しない。
- (カ) 沸点は下降する。