

平成20年度 理 科

科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

理学部の受験者

各受験コースで指定された科目を解答すること。

医学部の受験者

物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）と、化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）を解答すること。

工学部の受験者

機械工学科，電気電子工学科を受験する者は，物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）を解答すること。

環境建設工学科，機能材料工学科，応用化学科，情報工学科を受験する者は，物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理），化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）のいずれか1科目を解答すること。

農学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

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 出題科目及びページは，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ
物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）	1～11
化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）	12～21
生物Ⅰ・生物Ⅱ（生物）	22～35
地学Ⅰ・地学Ⅱ（地学）	36～43

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は，すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。

化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）

教育学部、理学部、工学部および農学部受験生は、**1**、**2**、**3**を解答すること。さらに、**4**、**5**のいずれか一方を選択し、解答用紙の「選択意思表示欄」に○印を付けて解答すること。

医学部受験生は、**1**、**2**を解答すること。さらに、**4**、**5**のいずれか一方を選択し、解答用紙の「選択意思表示欄」に○印を付けて解答すること。

以下の問題を解くのに必要があれば、下記の値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

1 次の文章Ⅰ～Ⅲを読み、問1～問7に答えよ。

Ⅰ

1気圧(1013 hPa = 760 mmHg)の条件下で、一端を封じた長さが900 mmの肉厚ガラス管に水銀を満し、水銀を入れた容器の中で倒立させる。スポイトを使って少量の液体Aをガラス管の下端に注入し、水銀柱の上に極少量Aが液体で存在する状態で水銀柱の高さを測定したところ、685 mmであった。図1は、水、エタノー

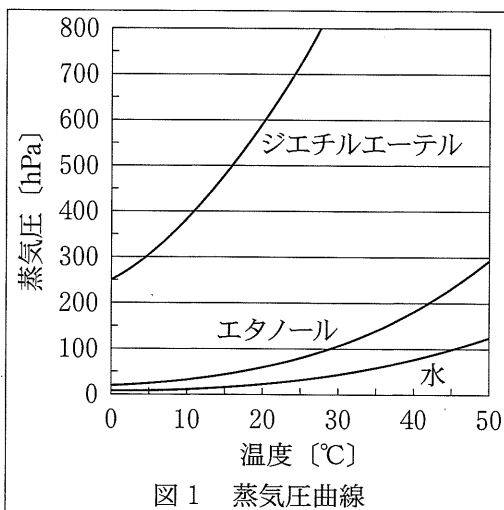


図1 蒸気圧曲線

ル、ジエチルエーテルの蒸気圧曲線であり、液体Aはそのうちの一つである。室内の温度と本実験装置の温度は等しい状態にある。ただし、室内の温度は0℃以上40℃以下であるとする。

問1 この部屋の温度[°C]と液体Aの名称を答えよ。

問2 問1の理由を答えよ。

II

大気は物質量の比で窒素：酸素＝4：1の混合気体であるとする。各気体の分圧が1気圧であるとする、20℃における水に対する各気体の飽和溶解度(水1.0 mlに溶解している気体の体積[ml])は、それぞれ窒素：0.015、酸素：0.031[ml/ml-水]である。20℃で1気圧の大気が純水に接しており、気体は飽和状態まで溶解しているとする。ただし、窒素と酸素の水中濃度は、周囲の空気中の窒素、酸素と常に平衡状態にあるとする。解答は、有効数字2桁として示せ。

問 3 この場合の窒素、酸素の水中濃度を[mol/l]で求めよ。

問 4 周囲の圧力を下げて酸素の水中濃度を1.0 mg/lまで減少させた時、その圧力は何 hPa であるか。また、この場合の窒素の水中濃度は何 mg/l か。

III

金属は、金属元素の原子が多数金属結合してできている。金属の主な結晶格子には、体心立方格子と面心立方格子がある。

問 5 金属の主な性質を4つ、具体的に述べよ。

問 6 結合の仕方を表す「共有結合」、「イオン結合」、「金属結合」について、それぞれ分かり易く説明せよ。

問 7 体心立方格子と面心立方格子について、対比して説明せよ。

2 水酸化バリウム水溶液と硫酸との反応について操作ⅠからⅤの手順で実験を行った。この実験に関する文章を読み、問1～問7に答えよ。ただし、この実験操作では空気中の二酸化炭素の影響はないものとする。

操作Ⅰ：ビーカー(500 ml)に水酸化バリウム水溶液 25.00 ml を正確にはかりとり、蒸留水を加えて約 250 ml にうすめた水溶液をつくり、3～5 滴のフェノールフタレイン溶液を加えた。

操作Ⅱ：この水溶液に2本の白金線を入れ、図2に示すように電子ブザー、乾電池およびスイッチからなる電気回路を組み立てた。

操作Ⅲ：ビュレット(50 ml)に0.10 mol/lの硫酸を満し、液面の目盛りを0.00 mlに合わせ、図2のように配置した。

操作Ⅳ：電気回路のスイッチを入れたところ、電子ブザーが鳴った。

操作Ⅴ：ビュレットから硫酸を滴下しながら、ガラス棒でビーカーの溶液をかき混ぜ、電子ブザーの音量、溶液の色およびpHの変化を観察した。

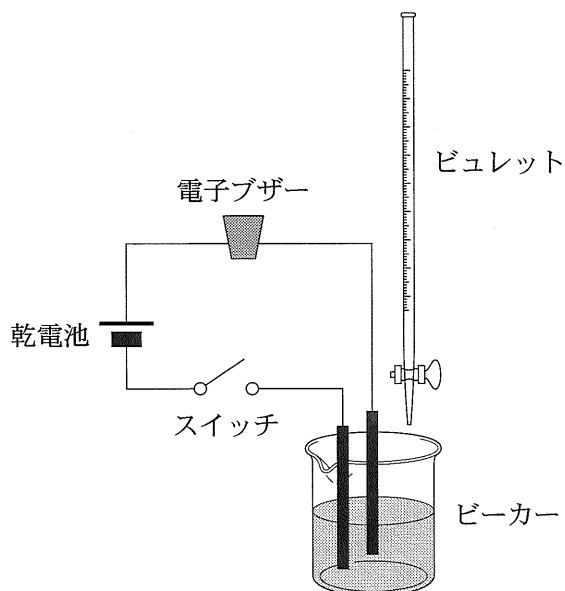


図2 実験装置

- 問 1 操作Ⅰの溶液はどんな色を呈するか。溶液の色を記せ。
- 問 2 操作Ⅳで電子ブザーが鳴るのは、溶液中のどんな成分によるのか。成分 2つを化学式で記せ。
- 問 3 操作Ⅴでビュレットから硫酸を滴下すると、溶液が白くにごった。この時、進行した反応の化学反応式を記せ。
- 問 4 操作Ⅴにおいて、硫酸を滴下するにつれて溶液の pH が変化し、中和点が観察された。pH の変化を表すグラフを示せ。ただし、図の縦軸は pH の値、横軸は硫酸の滴下量とする。
- 問 5 操作Ⅴにおいて、中和点が観察されたとき、滴下した硫酸の量は 29.50 ml であった。希釈する前の水酸化バリウム水溶液のモル濃度 [mol/l] を小数点以下第三位を四捨五入して答えよ。
- 問 6 操作Ⅴにおいて、硫酸を滴下するにつれて電子ブザーの音量が変化した。この変化の様子を表すグラフを示せ。ただし、図の縦軸は電子ブザーの音量、横軸は硫酸の滴下量とする。
- 問 7 問 6 の変化の理由を 70 字以内で説明せよ。

3 有機化合物を分類する場合、官能基と呼ばれる原子団にもとづく方法がある。

官能基に関するⅠとⅡの文章を読み、問1～問10に答えよ。

Ⅰ アルコールは炭化水素の水素原子を 基-OH で置き換えた構造の化合物である。またアルコールの 基の水素原子を炭化水素基で置き換えた化合物をエーテルという。

らせん状に巻いた銅線をガスバーナーの炎で加熱し、炎から取り出し冷やしたところ、銅線の色が変化していた。この銅線を再び加熱し、試験管に入れたメタノールの液面に近づけるという操作をくりかえしたところ、刺激臭を持つ
気体が新たに発生した。

問1 に適当な語句を入れよ。

問2 炭素には質量数12の炭素が98.9%、質量数13のものが1.1%存在する。メタノール1l中には質量数13の炭素を含むメタノールは何gあるか。答えは小数点以下第二位を四捨五入して答えよ。ただしメタノールの密度は0.79 g/mlとする。

問3 下線部(a)において、銅線は何色に変化したか。

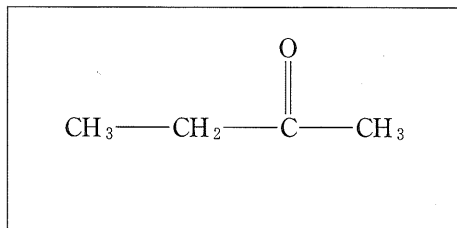
問4 下線部(b)の反応式を書け。

問5 エチルエーテルと1-ブタノールの分子式は同じであるが、沸点はそれぞれ34℃、117℃である。この沸点の違いが生ずる理由について説明せよ。

問6 $C_5H_{12}O$ の分子式をもつエーテル化合物は何種類存在するか。ただし、光学異性体は考えないものとする。

問 7 問 6 のエーテル化合物のうち、光学異性体を持つ化合物の構造式を書け。なお、構造式は下記の記入例にならって書け。

記入例



Ⅱ 分子中に 基-COOH を持つ化合物をカルボン酸という。また、カルボン酸とアルコールが縮合するとエステルが生成する。

問 8 に適当な語句を入れよ。

問 9 安息香酸をメタノールに溶かし、硫酸を加え加熱すると安息香酸メチルが生成する。このとき、収率よく安息香酸メチルを得ようとするならば、実験に使うフラスコ、冷却管は水で濡れていない乾燥した物を使う必要がある。その理由を書け。

問10 分子式 C₁₈H₃₀O₂ で表されるカルボン酸には、炭素-炭素二重結合は何個あるか。ただし、このカルボン酸には環状構造、三重結合はないものとする。

4 次の文章Ⅰと文章Ⅱを読み、問1～問10に答えよ。

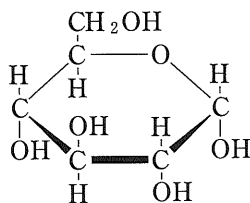
Ⅰ

デンプンは、多数の α -グルコースが脱水縮合して結びついた構造をもち、植物の種子や地下茎などに含まれている。数十個から数千個のグルコース単位が枝分かれせずに直鎖状につながったものを **ア** とよぶ。数万個のグルコース単位が枝分かれの多い構造でつながったものを **イ** とよぶ。

デンプンの水溶液に **ウ** 溶液を加えると、青～青紫色を示す。この呈色反応は鋭敏な反応であり、デンプンの検出に用いられる。

デンプンが食物として摂取されると、消化液中に含まれる酵素アミラーゼのはたらきによって加水分解され、二糖類の **エ** になる。さらに酵素マルターゼのはたらきによって加水分解され、グルコースになる。

グルコースは水溶液中では、下図のような環状構造の α -グルコース、その **オ** 体である β -グルコース、および鎖状構造のグルコースの3種類が混ざり合った状態で存在する。グルコース水溶液にフェーリング液を加えて加熱すると、赤色沈殿 **A** が生じる。グルコース水溶液にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると **カ** が析出する。



問1 **ア** ～ **カ** に適当な語句を入れよ。

問2 **A** の物質を化学式で示せ。

問3 下線部(a)の鎖状グルコースの構造式を、上図の書き方にならって書け。

問4 下線部(b)の反応で赤色沈殿が生じた理由を、反応に関わる官能基とそのはたらきを示しながら説明せよ。

II

卵白を使ってタンパク質の性質を調べてみる。卵白をビーカーに取り、6倍量の水と少量の塩化ナトリウムを加えてかき混ぜた。この卵白水溶液を使って以下の5つの実験を行った。

実験1 卵白水溶液に濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した。

実験2 卵白水溶液に薄い水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、硫酸銅(II)水溶液を少量加えた。

実験3 卵白水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、酸で中和した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えた。

実験4 卵白水溶液に濃硝酸を加えて加熱し、冷却させた後、アンモニア水を加えて塩基性にした。

実験5 卵白水溶液に硫酸ナトリウム粉末を徐々に加え、溶解させていった。

問5 実験1を行ったところ、刺激臭の強い気体が発生した。この気体の分子式を書け。

問6 実験2を行ったところ、赤紫色になった。この呈色反応の名称を書け。

問7 実験3を行ったところ、黒色沈殿が生じた。この黒色沈殿の化学式を書け。また、この沈殿から、どのような元素が卵白に含まれていたことがわかるか。その元素の名称を書け。

問8 実験4を行ったところ、橙色になった。この呈色反応の名称を書け。

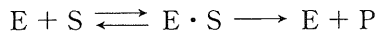
問9 実験4での色の変化は、タンパク質のどの部分がどのように変化したことによるのか説明せよ。

問10 実験5ではどのような変化が見られるか述べよ。

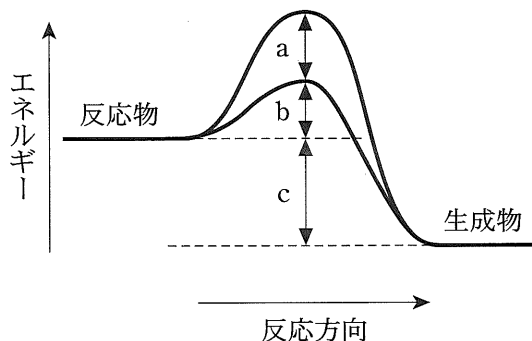
5 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

触媒とは化学反応の前後で、それ自身は変化せず、反応速度に影響を与える物質^(a)のことである。生体内で起こる化学反応では、おもにタンパク質からなる酵素が触媒としてはたらく。酵素が触媒として作用する場合は、温度やpHなど、反応条件に影響を受ける。酵素は、どの反応に対してもはたらくわけ^(b)ではない。たとえば、胃液や膵(すい)液の酵素 **ア** は、脂肪を **イ** と **ウ** に加水分解するが、タンパク質を加水分解しない。タンパク質は、プロテアーゼによりペプチドに加水分解される。このように酵素がはたらきかける相手(基質)はそれぞれの酵素によって決まっており、これを酵素の基質特異性という。

酵素がそのはたらきを示す場合、まず酵素Eと基質Sとが結合して酵素基質複合体E・Sが形成される。このとき、基質と結合する酵素の部位を活性中心という。活性中心に結合した基質は生成物Pに変化し、酵素から離れる。このような酵素反応は一般に以下の式で表される。



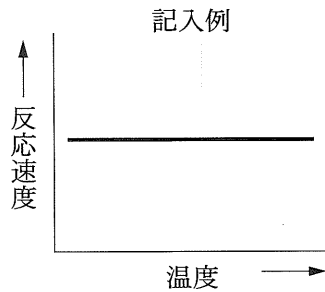
問1 下線部(a)に書かれているように、触媒がある場合とない場合で化学反応は影響を受ける。下の図は、触媒がある場合とない場合の反応経路とエネルギーとの関係を示している。触媒により反応が速くなる場合について、次の(1)から(3)を図中のa, b, cを用いて表せ。



- (1) 触媒がない場合の活性化エネルギー
- (2) 触媒がある場合の活性化エネルギー
- (3) 触媒がある場合の反応熱

問 2 文中の ア , イ , ウ に適当な語句を入れよ。

問 3 下線部(b)にあるように、酵素反応の反応速度は温度に影響を受ける。どのように影響されるかその様子を図示せよ。



問 4 問 3 の解答理由を 60 字以内で説明せよ。

問 5 酵素反応の反応速度は、酵素 E の量と基質 S の濃度により影響される。
酵素 E の量を一定として、基質 S の濃度を増加させた場合、反応速度はどう変化するか図示せよ。問 3 の記入例を参考にせよ。

問 6 問 5 の解答理由について 70 字以内で説明せよ。

問 7 酵素を含めてタンパク質のポリペプチド鎖は、らせん状やシート状構造をとることが多い。このような構造がつけられる理由を 60 字以内で説明せよ。