

〔「物理基礎・物理」「化学基礎・化学」「生物基礎・生物」〕

(時間：2 出題科目で 120 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 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ペ ー ジ	選 択 方 法
「物理基礎・物理」	1～3	左の3出題科目のうちから、あらかじめ届け出た2出題科目について解答しなさい。
「化学基礎・化学」	4～6	
「生物基礎・生物」	7～9	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁およ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、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 5 字数制限のある設問では、指示がない限り句読点や英数字も1字につき解答欄1マスを使い解答しなさい。
- 6 問題冊子の余白は、計算等に用いて構いません。
- 7 試験終了後、解答用紙のみを回収します。

化学基礎・化学

必要があれば、原子量は次の値を用いること。H 1.0, C 12, O 16, S 32, Fe 56, Cu 64, Zn 65
計算は有効数字2桁で求めよ。

〔1〕 次の文章を読んで、後の問い(問1～5)に答えよ。

金属A～Fは、ナトリウム、鉄、銅、亜鉛、銀、白金のいずれかである。これらの金属について、実験結果(1)～(9)を得た。

【実験結果】

- (1) Aは、常温の水と激しく反応して水素を発生したが、他の金属は反応しなかった。
- (2) BとCは、いずれも希硫酸と反応して水素を発生した。
- (3) DとEは、いずれも希硫酸には溶解しなかったが、硝酸には溶解した。
- (4) Fは、希硫酸や硝酸には溶解しなかったが、王水(濃硝酸と濃塩酸を体積比1:3で混合した溶液)には溶解した。
- (5) Cの板の表面にBをめっきしたものはトタンであり、Cの板の表面にスズをめっきしたものはブリキである。トタンとブリキの表面に傷をつけて内部のCを露出させ、そのまま長期間放置した。トタンと比べて、ブリキの内部のCの方がさびていた。
- (6) Eのイオンを含む水溶液にDの板を入れたところ、Eの金属樹が生じた。無色であった水溶液にも色がついた。
- (7) 希硫酸にBの板とDの板を離して入れ、導線で結んだところ、Bが負極、Dが正極となる電池となった。
- (8) BとDからなる合金10.0gを酸化力のある酸で完全に溶かし、酸性の水溶液とした。この水溶液に硫化水素を十分に通じたところ、純粋な化合物として9.6gの黒色沈殿が得られた。
- (9) 両極にFを用いて、硫酸銅(II)水溶液を電気分解した。ある時間10 Aの電流を通じたところ、陰極では6.4gの金属が析出し、陽極では^{アンペア}気体が発生した。

問1 実験結果から、A～Fに該当する金属の元素記号を答えよ。

問2 実験結果(6)について、Eの金属樹が生じた後、水溶液は何色になったか。理由を含めて説明せよ。また、説明にはイオン反応式を用いること。

問3 実験結果(7)について、両極で起きる反応を、電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ記せ。

問4 実験結果(8)について、この合金中のBとDの質量比(B:D)を最も簡単な整数比で示せ。

問5 実験結果(9)について、次の問い(i)～(iii)に答えよ。ただし、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

- (i) 両極で起きる反応を、電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ記せ。
- (ii) 電流を流していた時間は何分間か。
- (iii) 陽極で発生する気体は標準状態(0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)で何Lか。

[3] 次の文章Ⅰ～Ⅲを読んで、後の問い(問1～5)に答えよ。

Ⅰ グルコースのような単糖はヘミアセタール構造をとりやすく、ヘミアセタール構造の炭素原子に結合したヒドロキシ基-OHと同一あるいは異なる単糖分子の-OH基との分子間で脱水縮合し、エーテル結合を形成する。この結合を **ア** という。多糖は、**ア** により多数の単糖が縮合重合した化合物であり、動植物中に存在する。植物体内で光合成によってつくられるものをデンプン、動物の肝臓や筋肉に含まれるものを動物デンプンまたは **イ** と呼ぶ。いずれも分子式は重合度を n とすると(あ)と表される。

Ⅱ デンプンの分子は、 α -グルコース約6分子で1回転するらせん構造を形成しており、その形状は分子内の-OH基どうしで水素結合によって保持されている。デンプンには、 α -グルコースが1位と4位の炭素原子で脱水縮合し、1-4結合を形成した鎖状構造をもつ **ウ** と、1-4結合以外に1-6結合を含む枝分かれ構造をもつアミロペクチンがある。デンプンの水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液(ヨウ素溶液)を加えると、青～青紫色に呈色するヨウ素デンプン反応を示す。デンプンを酵素アミラーゼで加水分解すると、デンプンより分子量が小さい多糖の **エ** やマルトースを生成する。マルトースの水溶液にフェーリング液を加えて加熱すると、(い)の赤色沈殿が生じる。一方、植物の細胞壁の主成分となるセルロースは β -グルコースが縮合重合した多糖であるが、ヨウ素デンプン反応を示さず、**丈夫な繊維をつくる構造**をもっている。

問1 文章中の **ア** ~ **エ** に適切な語句を、(あ)と(い)に該当する化学式をそれぞれ書け。

問2 下線部(a)が起こる理由を説明せよ。

問3 下線部(b)に関して、還元性を示さない糖類を次の①～⑤のうちからすべて選び、数字で答えよ。

- ① スクロース ② フルクトース ③ セロピオース ④ トレハロース ⑤ ガラクトース

問4 下線部(c)に関して、セルロースが丈夫な繊維をつくる理由を、セルロースの構造上の特徴と関連させて説明せよ。

Ⅲ 分子量 2.43×10^5 のアミロペクチンAの-OH基のすべてをメトキシ基-OCH₃に化学変換(実験1)した後に、希硫酸ですべての **ア** を加水分解(実験2)すると、 α -グルコースの-OH基が部分的に-OCH₃基に変換された3種の生成物B, C, Dが得られた(図1)。3種の生成物の中では、生成物Bの分子量が最も大きく、次いで、生成物C, 生成物Dの順であった。なお、この加水分解では、-OCH₃基は反応しないものとする。

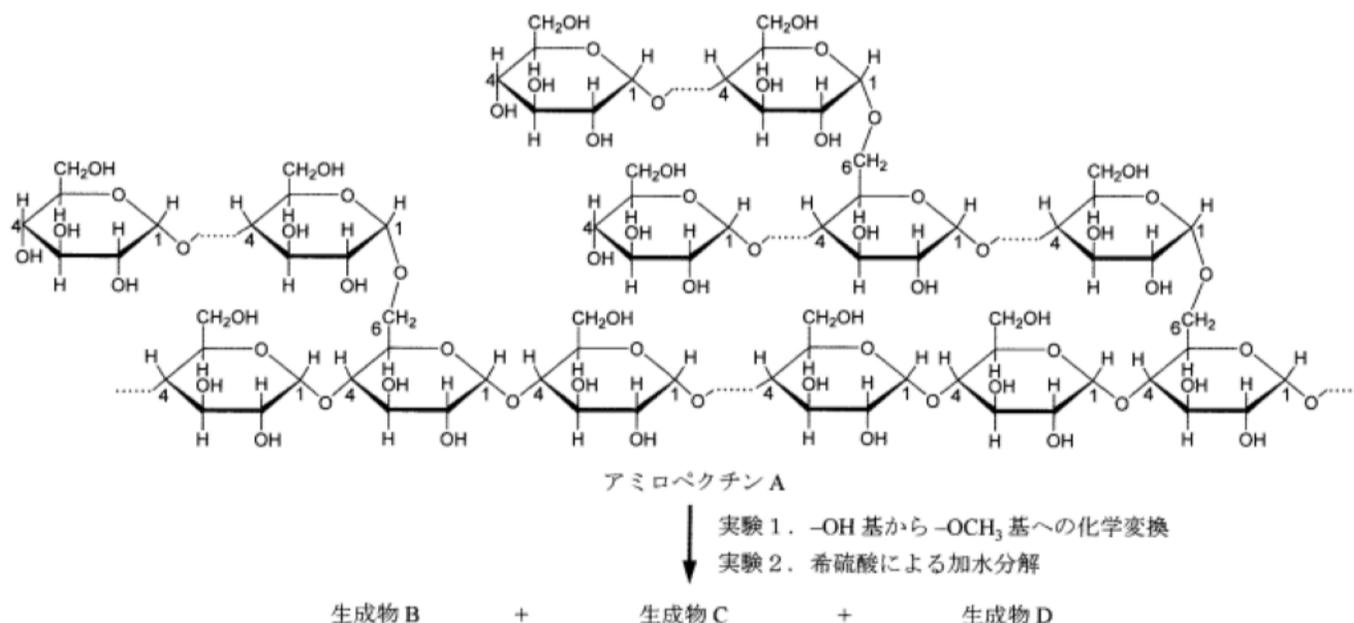


図1 アミロペクチンAの構造と加水分解後の生成物

問5 次の問い(i)～(iv)に答えよ。ただし、アミロペクチンAの分子量は大きいため、図1のアミロペクチンAの最下段の鎖の両端から生成する加水分解生成物を考慮する必要はない。

(i) アミロペクチンAを構成する α -グルコース単位の個数を求めよ。

(ii) α -グルコースの-OH基が部分的に-OCH₃基に変換された生成物B, C, Dの構造式をそれぞれ示せ。なお、構造式は図1にならって示せ。

(iii) 2.916gのアミロペクチンAを用いたとき、生成物Bが0.2124g、生成物Cが3.5964g、生成物Dが0.1872g得られた。このアミロペクチンAでは、何個の α -グルコース単位ごとに1個の枝分かれ構造が存在するか。

(iv) 1分子のアミロペクチンAに存在する枝分かれ構造の個数を求めよ。