

(一般前期)

近畿大学

平成28年度入学試験問題

(2科目選択)

理 科

(物理, 化学, 生物)

注意事項

1. 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること.
2. 物理, 化学, 生物の中から2科目のみ解答すること.

物 理 (問題用紙 1)

解答に必要な式や答えは解答用紙の指定されたところに書きなさい。

I 図1のように、水平面から角度 θ だけ傾いたなめらかな斜面上に置かれた質量 m の物体Aと質量 $2m$ の物体Bの運動を考える。斜面には質量が無視できるばね定数 k のばねが置かれ、一方は斜面の下端に、もう一方は物体Bに固定されている。ばねが自然長から縮んでつり合った状態での物体Bの位置を原点 O として、斜面に沿って上向きに x 軸をとる。

物体Bが原点 O に静止しているとき、物体Aを x 軸上の $x = H$ ($H > 0$)の位置から静かに運動させ、物体AとBを衝突させた。衝突した瞬間の時刻を $t = 0$ 、衝突直前のAの速さを V 、AとBの反発係数(はねかえり係数)を e 、重力加速度の大きさを g とする。なお、2つの物体の運動は x 軸上で起こり、物体の速度は x 軸方向の速度を表すものとする。

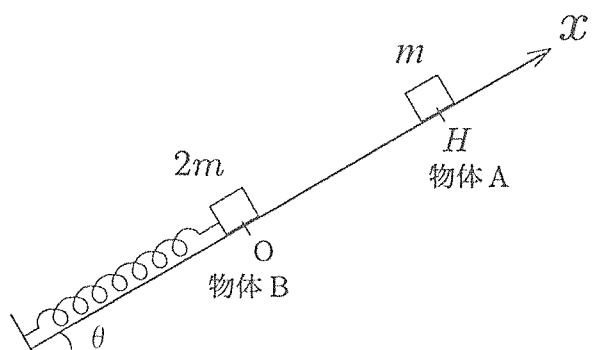


図1

- (1) 次の空欄 ~ に適切な表式や値を入れよ。

衝突直前のAの速さ V を g , H , θ を用いて表すと、 $V =$ である。衝突直後のAとBの速度をそれぞれ

v_1 と v_2 とするとき、 $\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 =$ であり、衝突直後のAの運動方向は、 $e >$ の場合は斜面

に沿って上向き、 $e <$ の場合は斜面に沿って下向きである。また、衝突の前後において失われた力学的

エネルギーの大きさを e, m, V を用いて表すと である。

- (2) AとBの衝突が完全非弾性衝突($e = 0$)のとき、2つの物体は衝突の後に一体となり、一体のまま斜面上を単振動し続けた。

(i) この単振動の振動の中心の x 座標を m, g, k, θ を用いて表せ。

(ii) この単振動の振動の周期を m, k を用いて表せ。

- (3) AとBの衝突が完全弾性衝突($e = 1$)のとき、 $t = 0$ での衝突後のA, Bの運動について以下の問いに答えよ。

(i) 衝突直後、Aは x 軸の正の向きに運動をはじめ、あるとき、速度が初めてゼロとなった。そのときの時刻とAの x 座標を g, θ, V を用いて表せ。

(ii) 衝突直後、Bは x 軸の負の向きに運動をはじめ、あるとき、速度が初めてゼロとなった。そのときの時刻とBの x 座標を m, k, V の中から必要なものを用いて表せ。

物 理 (問題用紙 2)

解答に必要な式や答えは解答用紙の指定されたところに書きなさい。

II 以下の空欄 1 ~ 7 に適切な表式や語句, 値を入れよ。

図2-1のように起電力が E [V] の電池 E , 抵抗値が R_0 [Ω] の抵抗 R_0 , 抵抗値 R [Ω] の抵抗 R からなる回路がある。ただし, 電池の内部抵抗は R_0 に含まれるとする。 R を流れる電流の大きさを I_0 [A], R の両端にかかる電圧の大きさを V_0 [V] とする。 I_0 を E, R_0, R を使って表すと $I_0 =$ 1 である。

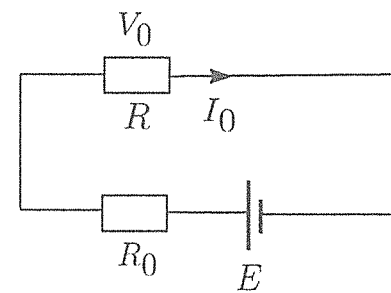


図 2-1

以下 (A), (B) の順番で, I_0 を測定する電流計 A や V_0 を測定する電圧計 V をつけていき, 測定装置が回路に及ぼす影響を考える。特に電流計 A を流れる電流の大きさ I [A] (A が示す測定値) と I_0 の差 $I - I_0$ と I との比 $\frac{I - I_0}{I}$ に注目する。

(A) まず, 図 2-2 のように電流計 A のみを回路に直列につける。A は図 2-3 のように測定部分 C_A , 抵抗値 r [Ω] の内部抵抗 r からなる構造を持つ。測定部分 C_A は電流を流すコイルとコイルの外側に置いた永久磁石からなる。このとき, コイルに流れる電流の大きさを I_1 とするとこれが測定電流値 $I = I_1$ である。コイル内には I_1 に比例する大きさを持つ 2 が発生する。コイルにバネをつけて適当な向きに回転するようにしておくと, コイルは永久磁石から受ける力とバネの復元力が釣り合うところまで回転して静止する。従ってコイルの回転角が電流の大きさを示すことになる。また, このコイルの抵抗が内部抵抗 r である。抵抗 r のため, I_1 と I_0 は一致しない。比 $\frac{I_1 - I_0}{I_1}$ を R_0, R, r を使って表すと符号を含めて 3 である。

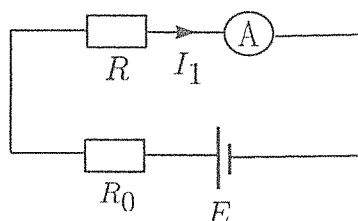


図 2-3

図 2-2

(B) つぎに, 図 2-4 のように図 2-2 の回路に電圧計 V を追加する。このときの A の測定値, すなわち C_A を流れる電流の大きさを $I = I_2$ とする。V は図 2-5 のように測定部分 C_V , 抵抗値 r [Ω] の内部抵抗 r からなる。 C_V は C_A と同様の構造を持つ。V の両端の電圧の測定値 V [V] は, (A) と同様の原理で, コイルを流れる電流の大きさ I_c [A] が測定できれば, I_c を使って $V =$ 4 と求めることができる。図 2-4 の回路で電池 E を流れる電流の大きさ I' [A] を R_0, R, r, E を使って表すと $I' =$ 5 である。また比 $\frac{I_2 - I_0}{I_2}$ を R_0, R, r を使って表すと, 符

号を含めて 6 $\frac{I_2 - I_0}{r(R + R_0)}$ である。このときの比の絶対値 $\left| \frac{I_2 - I_0}{I_2} \right|$ と電流計 A だけを単独につけたときの値 $\left| \frac{I_1 - I_0}{I_1} \right|$ を比較すると, 大小関係 $\left| \frac{I_2 - I_0}{I_2} \right|$ 7 $\left| \frac{I_1 - I_0}{I_1} \right|$ が成り立つ。(7 は等号「=」または不等号「<」, 「>」より選択せよ)

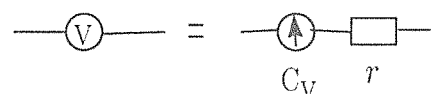
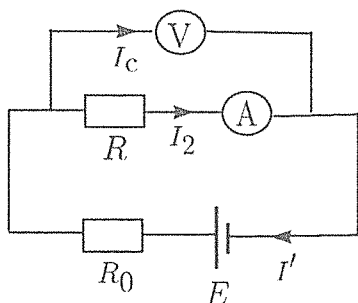


図 2-5

図 2-4

物 理 (問題用紙 3)

解答に必要な式や答えは解答用紙の指定されたところに書きなさい。

III 以下の空欄 ~ に適切な表式や値を入れよ。また、(4)の問いに答えよ。

超音波のドップラー効果を用いて血流の速さを測定する原理を考える。図3-1のように、体表に静止した測定器から振動数 f_0 の音波を赤血球に照射する。すると、赤血球は音波を反射し、測定器は元と異なる振動数 f' をもつ音波を受信する。以下、周波数の変化量から赤血球の速さを求めるための関係式を導出する。簡単のため、赤血球の大きさは十分小さく、測定器および赤血球から出される音波の体内における速さ c は一定で、測定器と赤血球の距離は十分大きいとする。

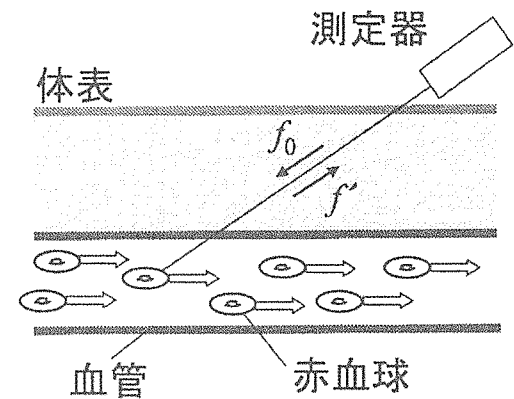


図3-1

- (1) はじめに、赤血球を動く観測者と考え、測定器が発した音波を赤血球が観測する場合を考える。図3-2のように、赤血球は x 軸上を、速さ v ($v < c$) で正の向きに等速直線運動しているものとする。点 P で静止した測定器から振動数 f_0 の音波が原点 O に向かって出ており、 x 軸と直線 OP のなす角度を θ とする。赤血球が O を通過するとき、観測者の運動を音源方向 (直線 OP 方向) の運動とそれと直交する方向の運動に分解して考えると、赤血球が観測する音波の振動数 f_1 は c, v, θ を用いて $f_1 = \text{1} \times f_0$ と表せる。赤血球から反射される音波の振動数はこの f_1 である。

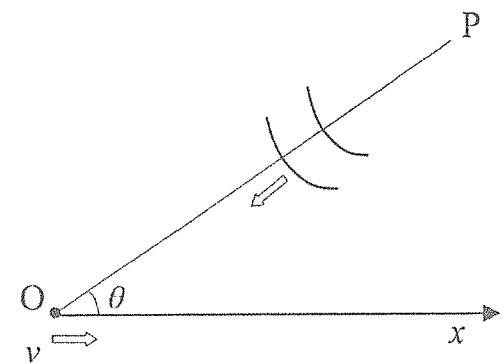


図3-2

- (2) 次に、動いている赤血球から発せられた振動数 f_1 の音波を、点 P で静止した測定器が観測する場合を考える。図3-3のように、原点 O から P までの距離を d とする。赤血球が原点 O を通過した時刻を $t = 0$ として、このとき出される音波の波面を W_0 とする。点 X を通過した時刻に 1 周期遅れた次の波面 W_1 が出されたとき、2 点間の距離 \overline{OX} は v と f_1 を用いて $\overline{OX} = \text{2}$ で与えられる。最初の波面 W_0 が P に到達する時刻 t_0 は $t_0 = \text{3}$ であり、次の波面 W_1 が P に到達する時刻 t_1 は $t_1 = \text{4} + \frac{\overline{XP}}{c}$ である。 が \overline{OP} に比べ十分小さいとき、 $\overline{OP} - \overline{XP} = \text{2} \times \cos \theta$ とかける。したがって、P で観測される波の振動数 f' は c, v, θ を用いて $f' = \text{5} \times f_1$ と表せる。

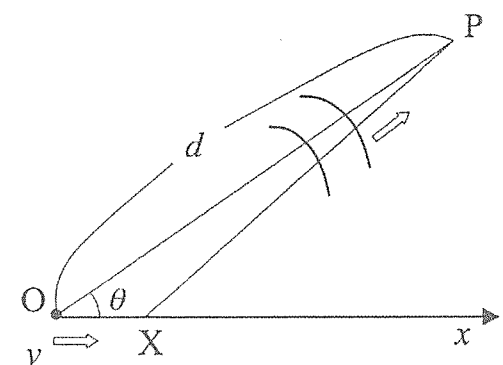


図3-3

- (3) 実際の現象は以上の (1) と (2) の組み合わせである。すなわち、測定器から照射された振動数 f_0 の音波は赤血球で反射され、再び測定器で受信されるが、測定器が受信する音波の振動数 f' と f_0 の関係は $f' = \text{6} \times f_0$ と表せる。したがって、 f' を観測すれば振動数の差 $f' - f_0$ から赤血球の速さ v を求めることができる。 $\frac{v}{c}$ が 1 より十分小さいとき、振動数の差は v, f_0, θ, c を用いて $f' - f_0 \cong \text{7} \times \frac{v}{c}$ と表せる。ただし、右辺で $\frac{v}{c}$ の 2 乗以上の項を無視した。($|a|$ が 1 に比べて十分小さいとき、近似式 $(1+a)^{-1} \cong 1-a$ が成り立つことを用いてもよい。)
- (4) 以上において $f_0 = 5.0 \times 10^6 \text{ Hz}$, $c = 1.5 \times 10^3 \text{ m/s}$, $\theta = 60^\circ$ のとき、振動数の差は $f' - f_0 = 300 \text{ Hz}$ であった。赤血球の速さ v は何 cm/s か? 有効数字 1 桁で求めよ。

化 学 (問題用紙1)

必要があれば次の値を使用せよ。原子量: H = 1.00, C = 12.0, O = 14.0, N = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5, Ca = 40.0, $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{1.25} = 1.12$, $\sqrt{6.8} = 2.61$, $\sqrt{8.5} = 2.92$, $\log 6.80 = 0.833$, $\log 8.50 = 0.929$

I 次の問(1), 問(2)に答えよ。

問(1) 次の金属イオン群のうち6種のイオンを含む水溶液に対して, 以下の操作①~操作⑥を順次おこない, これらの金属イオンを分離した。

以下の設問(a), (b)に答えよ。[金属イオン群: Ag^+ , Al^{3+} , Ba^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , K^+ , Li^+ , Mn^{2+} , Na^+ , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Sn^{2+} , Zn^{2+}]

操作① この溶液に希塩酸を加えたところ, 沈殿が生じた。この沈殿を一部取り出し, 熱湯を加えたが溶解しなかった。

→ (操作②) → (操作③) → (操作④) → (操作⑤) →

操作⑥ 沈殿をろ過した後, ろ液を白金線につけて炎色反応を行ったところ赤色となった。

(a) 上記の(操作②)~(操作⑤)の内容として最も適切なものを, 次のA~Eの中から選び, 記号で答えよ。

A: 沈殿をろ過した後, ろ液を煮沸し硝酸を加えた後, 塩化アンモニウムとアンモニア水を加えたところ, 赤褐色沈殿が生じた。

B: 沈殿をろ過した後, ろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えたところ白色沈殿が生じた。

C: 沈殿をろ過した後, ろ液に水酸化ナトリウム水溶液を十分に加えたところ, 白色沈殿が生じた。

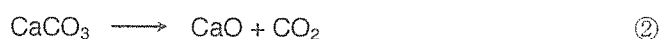
D: 沈殿をろ過した後, ろ液に硫化水素を吹き込んだところ, 白色沈殿が生じた。

E: 沈殿をろ過した後, ろ液に酸性条件下で硫化水素を吹き込んだところ, 黒色沈殿が生じた。

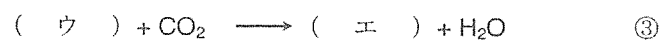
(b) 操作①~操作⑤で得られた沈殿の化合物名を答えよ。また, 操作⑥で得られたろ液中に含まれる金属イオンの化学式を答えよ。

問(2) 次の二酸化炭素に関する文章を読み, 以下の設問(a)~(c)に答えよ。

二酸化炭素は無色無臭の気体で, 実験室では炭酸塩に希塩酸を加えて発生させる(式①)が, 工業的には石灰石の熱分解から得られる(式②)。



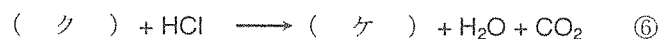
二酸化炭素は水に溶けて(ア)性を示す。また, 実験室でのガス捕集の際には(イ)置換で行う。二酸化炭素を石灰水に通じると白色沈殿を生じる(式③)が, 過剰に通じると沈殿が溶ける(式④)。



いま, 水酸化ナトリウム約2 gを500 mLビーカーに入れ水500 mLに溶解させて, 放置した。翌日, ビーカーの縁に白い固体が生じていた。これは空気中の二酸化炭素が, 水酸化ナトリウム水溶液に吸収されて炭酸ナトリウムを生じたためである(式⑤)。



この白い固体をガラス棒で掻き落とし, 溶解させて均一にした後, ホールピペットで15.0 mLを取りコニカルビーカーに入れた。これをフェノールフタレインを指示薬として, 0.100 mol/L塩酸標準溶液で滴定したところ, 終点までに15.9 mLを要した。つぎに同様の実験をメチルオレンジを指示薬として行ったところ, 終点までに17.4 mLを要した。この時, 終点直前で主に起こっている反応は, 式⑥で表される。



2つの滴定値の差から, 水酸化ナトリウム水溶液中に含まれている炭酸ナトリウムの物質量を計算できる。これより滴定溶液15.0 mL中に含まれている, 炭酸ナトリウムの物質量は(コ)molであり, 水酸化ナトリウムの物質量は(サ)molであることがわかる。以上のことより, 調製直後の水酸化ナトリウム水溶液の濃度は(シ)mol/Lと算出できる。

(a) 空欄(ア), (イ)に適切な語句を答えよ。

(b) 空欄(ウ)~(ケ)に適切な化学式を答えよ。なお, 1以外の係数についても答えよ。

(c) 空欄(コ)~(シ)にあてはまる適切な数値を計算し, それぞれ有効数字3桁で答えよ。

II 次の問(1), 問(2)に答えよ。

問(1) アボガドロ数の求め方に関する次の文を読み, 以下の設問(a)~(e)に答えよ。

天然のケイ素には3種類の安定同位体 ^{28}Si , ^{29}Si , ^{30}Si が含まれる。同位体濃縮の方法が進歩した現在, ほぼ純粋な ^{28}Si を得ることができる。ケイ素の結晶の単位格子は, 図1に示すように, ダイヤモンドの単位格子と同じ型であり, Si-Si結合の長さが $d = 2.35 \times 10^{-8}$ cm, また, 単位格子の体積は $a^3 = 1.60 \times 10^{-22}$ cm³であることがわかっている。いま, 極めて純度の高い ^{28}Si 同位体の単結晶から, 質量が正確に1.00 kgの球を切り出したところ, その体積は正確に429 cm³であった。有効数字3桁で答えよ。

(a) 下線部の ^{28}Si 単結晶の密度を計算せよ。

(b) ケイ素の結晶の格子定数 a を求めよ。

(c) 単位格子に含まれるSi原子の数は何個か。

(d) 下線部の単結晶に含まれる ^{28}Si 原子の数を, アボガドロ数を使わずに計算せよ。考え方のわかる式とともに示せ。

(e) ^{28}Si のモル質量を28.0 g/molとして, アボガドロ数を計算せよ。考え方のわかる式とともに示せ。

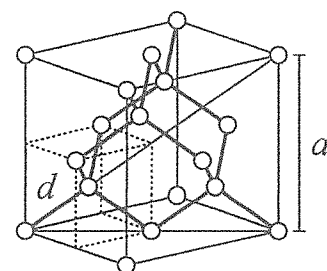


図1.

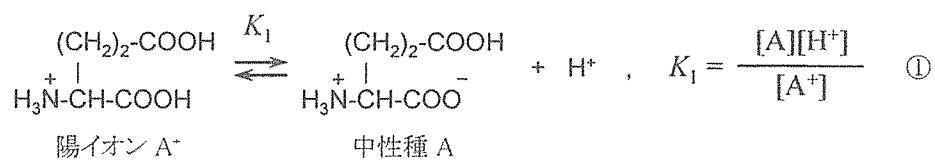
化 学 (問題用紙2)

II (つづき)

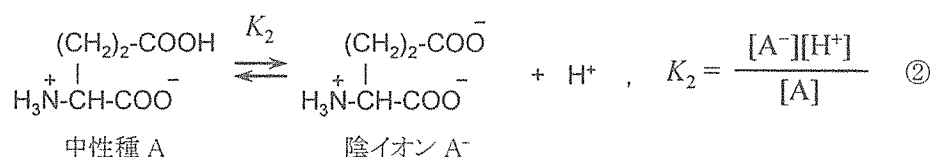
問(2) グルタミン酸に関する次の文を読み、以下の設問(a)~(e)に答えよ。

グルタミン酸は分子内に2個のカルボキシ基と1個のアミノ基をもつ。水素イオン濃度が減少するとそれぞれが順にプロトンを放出するため、グルタミン酸は陽イオン、中性種、陰イオン、2価の陰イオンのかたちで存在する。中性種は、カルボキシ基の負電荷とアミノ基の正電荷が打ち消しあって、分子として電荷をもたない。

グルタミン酸の水溶液では、適当な緩衝剤を用いて水素イオン濃度を調整することができる。また、以下の設問の条件では、2価の陰イオンの濃度は極めて低く、その存在を無視して考えることができる。その場合、右に示す2段階の解離平衡だけを考えればよい。

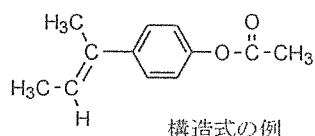


水溶液中のモル濃度をそれぞれ陽イオン[A⁺], 中性種[A], 陰イオン[A⁻]とし、A⁺からAへの反応の解離定数をK₁ = 6.80 × 10⁻³ mol/L(①式)、AからA⁻へ反応の解離定数をK₂ = 8.50 × 10⁻⁵ mol/L(②式)とする。水の電離は無視し、有効数字3桁で答えよ。



- グルタミン酸の中性種のように、1個の分子が正電荷と負電荷をあわせもつイオンを何と呼ぶか。
- 陽イオンのモル濃度と中性種のモル濃度が等しくなるときの pH はいくらか。
- ある水素イオン濃度において、水溶液中に存在するグルタミン酸の電荷の総量がゼロになった(等電点)。このときの pH はいくらか。
- 設問(c)の条件において、グルタミン酸の総濃度に対する中性種のモル濃度の割合は何パーセントか。グルタミン酸の総濃度を $c = [\text{A}^+] + [\text{A}] + [\text{A}^-]$ とおき、 $[\text{A}]/c$ の値を計算すればよい。
- グルタミン酸の総濃度が $c = 1.00 \times 10^{-3}$ mol/L の水溶液において、水素イオン濃度を設問(c)と同じ条件に保ったとき、陽イオンのモル濃度はいくらになるか。

III 次の問(1)~問(3)に答えよ。なお、構造式は下の例にならって示せ。



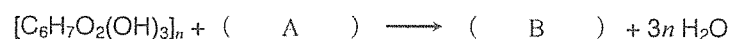
問(1) 芳香族化合物に関する次の設問(a)~(d)に答えよ。

- キシレンには、3種類の構造異性体が存在する。それらの構造式と名称を答えよ。
- (a)の3種類の構造異性体を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化するとジカルボン酸が得られる。それぞれのジカルボン酸の構造式と名称を答えよ。
- (b)の3種類のジカルボン酸の中で、加熱することにより分子内で縮合反応が進行して酸無水物を与えるものがある。その化学反応式を示せ。
- (b)の3種類のジカルボン酸の中で、エチレングリコールと縮重合させるとPET(ペットボトルとして飲料容器に大量に使用されている)を生成するものがある。その構造式を答えよ。

問(2) サリチル酸について次の①および②の操作を行った。以下の設問(a)~(c)に答えよ。

- サリチル酸 0.1 g を試験管にとり、水 5 mL を加えてよく振り、0.1 mol/L 塩化鉄(III)水溶液を2滴加えた。
 - サリチル酸 2.9 g を 100 mL のビーカーにとり、まず無水酢酸 4 mL を加えてガラス棒でよくかき混ぜた。次に濃硫酸 10 滴を加えてかき混ぜ続けると、反応溶液は一度透明になったあと白濁した。さらに、反応溶液を5分間かき混ぜたのち、水 25 mL をかき混ぜながら少しずつ加えた。最後に、ビーカーを氷水で5分間冷したのち、反応溶液を吸引ろ過して、得られた結晶を冷水で数回洗浄した。
- ①で液は何色になるか。また、同様の呈色反応を示す化合物を2種類あげ、その構造式と名称を答えよ。
 - ②で無水酢酸と反応した官能基の名称を書け。また、その化学反応式を書け。
 - ②でできた結晶は何か、名称を書け。また、反応が90%の収率で進行したとすれば、結晶は何g得られるか。有効数字2桁で答えよ。

問(3) セルロース(示性式 $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n$)に濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると、分子中に存在するヒドロキシ基が次々と硝酸と反応し、硝酸エステルとなる。その化学反応式を次に示した。なお、得られた硝酸エステルはトリニトロセルロースといい、無煙火薬の原料となる。以下の設問(a), (b)に答えよ。



- 空欄(A), (B)に適当な示性式を入れ、化学反応式を完成させよ。なお、1以外の係数についても答えよ。
- この反応が完全に進行する場合、トリニトロセルロース 100 g を得るには、セルロースは何g必要か。有効数字3桁で答えよ。

(一般前期)

生 物 (問題用紙 1)

< 問題用紙は3枚ある >

< 漢字の生物用語は、原則として正しい漢字を用いて解答すること。 >

I.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

細胞周期のS期には、DNAの複製により、母細胞に含まれるものと同じDNAがもう一組作られる。このDNA複製の過程では、まず2本鎖DNAの塩基どうしの結合が切れて1本鎖にほどける。その際、特定部分の塩基間の **ア** 結合が切れて2本鎖が開裂し、部分的に一本ずつのヌクレオチド鎖になる。このような、2本鎖の開裂起点となる領域は、**イ** と呼ばれる。ほどこけた1本鎖のそれぞれを鋳型としてヌクレオチドが結合し、新しい鎖が作られて2本鎖になる。この際、2本鎖DNAのそれぞれの鎖が鋳型となって **ウ** 的な新しい1本鎖が作られ、もとと同じ2本鎖DNAが2分子形成される。このしくみを **エ** 的複製という。

DNAの複製には、**オ** などの多くの酵素が働く。**オ** は、ある程度の長さを持つヌクレオチド鎖に作用し、鎖を伸長させる働きがある。このため、DNAの複製過程では、**オ** が働く前に、別の酵素によって鋳型の塩基配列に **ウ** 的な配列をもつ短いヌクレオチド鎖が合成される。複製の開始点となるこのようなヌクレオチド鎖は、**カ** と呼ばれる。**カ** はRNAからなり、真核生物では約 **キ** ヌクレオチドの長さを持つ。

DNAの2本鎖には方向性があり、互いに逆向きに配列している。ヌクレオチドの糖に含まれる炭素には、酸素原子を基準に何番目の位置かによって番号が付けられており、5番目の炭素に **ク** 基が結合して終わる末端を **ケ** 、3番目の炭素に **コ** 基が結合して終わる末端を **サ** という。

DNAの複製では、2本鎖の両方が鋳型となる。したがって、2本鎖が開裂した部分で新たに合成されるヌクレオチド鎖のうち、一方は開裂が進む方向と同じ向きに連続的に合成されるのに対し、他方は開裂が進む方向とは逆向きに不連続に合成される。このときに、連続的に合成されるものを **シ** 鎖、不連続に合成されるものを **ス** 鎖という。**ス** 鎖では、複数の短いヌクレオチド鎖が断続的に複製され、これが次々に連結される。この短いヌクレオチド鎖は、**セ** と呼ばれる。**ス** 鎖では、まず一定の間隔で **カ** が合成され、その間を埋めるように **セ** が作られる。その後 **カ** が除去され、**セ** がさらに伸長する。それぞれの **セ** は、**ソ** の働きによって、最終的に連結される。

問1. 文章中の **ア** ~ **ソ** に入る最も適切な語句または数値を、解答欄に記入せよ。

問2. 下線部のように、DNAのヌクレオチド鎖には方向性がある。DNAの複製において、鋳型の鎖の塩基配列が読まれる方向を20字以内で答えよ。

II.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

聴覚は音波が聴覚器で受容されることにより生じる。ヒトの耳は、外耳、中耳、内耳からなり、内耳のうずまき管に、音波による刺激を受容する聴細胞が存在する。外界からの音波は、外耳の **ア** を通って、まず **イ** を振動させる。**イ** の振動は、つち骨、**ウ**、あぶみ骨と呼ばれる3つの **エ** を介して、**オ** を揺さぶり、うずまき管内の **カ** を振動させる。**カ** の振動は、うずまき管内の基底膜を上下に振動させる。聴細胞は、基底膜上に並ぶ **キ** に存在する。基底膜の振動により、聴細胞の感覚毛が **ク** と触れあって変形することで、聴細胞が興奮する。聴細胞の興奮が、聴神経によって脳に伝えられ、聴覚が生じる。

音の高低は、音波の1秒間の振動数(周波数)の違いにより生じる。うずまき管はらせん状の管構造をしており、引き伸ばすと約35mmの長さになる。① 基底膜の形状がうずまき管の基部から先端部に向かうにつれて変化するため、周波数の高い音波はうずまき管の基部に近い基底膜を、周波数が低い音波は先端部に近い基底膜を、それぞれ大きく振動させる。

また、内耳には、**ケ** と **コ** と呼ばれる平衡感覚器がある。**ケ** には、感覚毛を持った感覚細胞が存在し、その上に **サ** が載っている。身体が傾くと、**サ** が動いて感覚毛が変形し、感覚細胞が興奮する。互いに直行する3つの **コ** にも、感覚毛を持った感覚細胞が存在する。身体を回転させると、**コ** 内の **カ** が動いて感覚毛が変形し、感覚細胞が興奮する。さらに、平衡感覚には、筋の長さを感知する **シ** のように、② 自分の身体の姿勢や動きを感知する感覚受容器も重要な役割を果たしている。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 2)

内耳の障害によって高度の難聴が生じた場合に、人工内耳を用いた治療が行われることがある。人工内耳は、体外部と、手術により埋め込まれる体内部からなる。体外部では、耳介部に装着したマイクロフォンで音声を集め、その音声情報をコンピュータで処理して、③ 音の高低や強弱の違いによって聴神経をどのように刺激するかを決める。その情報は体内部の受信装置に送られる。体内部では、送られた情報に基づき、うずまき管内の複数の電極を介して聴神経を電気刺激する。電気刺激により生じた興奮が脳に伝わり、聴覚が生じる。

問 1. 文章中の ～ に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 筋の長さを感じ取る を受容器とする脊髄反射を、一つ挙げよ。

問 3. とは異なる感覚受容器を介する脊髄反射を、一つ挙げよ。

問 4. 下線部 ① に関して、基底膜の形状は、うずまき管の基部から先端部に向かってどのように変化するか。10字以内で説明せよ。

問 5. 下線部 ② の、自分の身体の姿勢や動きを感じ取る感覚受容器を、一般に何と呼ぶか。

問 6. 下線部 ③ に関して、人工内耳で音の高低を知覚できるようにするためには、うずまき管内で聴神経をどのように電気刺激すればよいか。50字以内で説明せよ。

Ⅲ.

右の図は、あるウイルスAがヒトの体内に初めて侵入したあと、ウイルスAと結合する抗体の濃度が血液中でどのように変化するかを、時間を追って調べた結果である。これについて下の問いに答えよ。

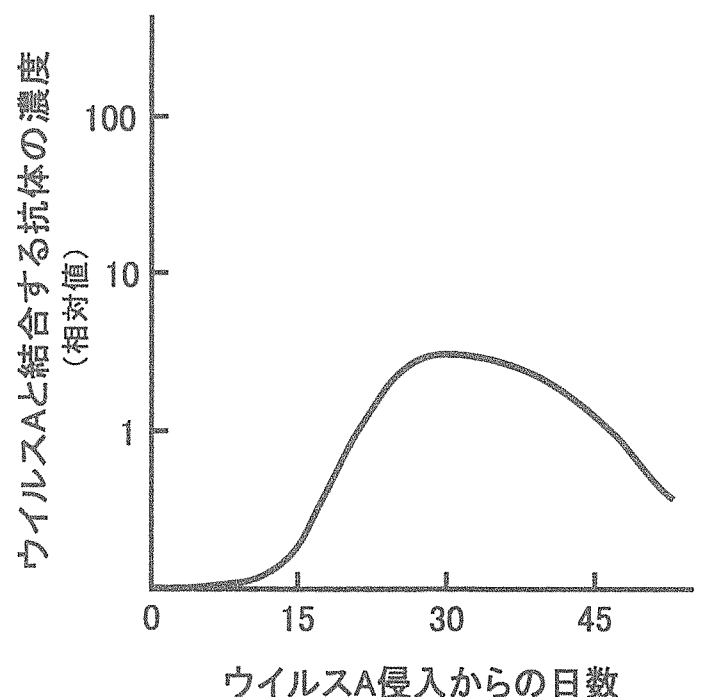
問 1. ウイルスAが、最初の侵入から60日後に再び同一人の体内に侵入した。この時、ウイルスAと結合する抗体の血液中の濃度は、どのように変化するか。ウイルスAの最初の侵入時における抗体濃度の変化と違いがあるならば、その違いが明確にわかるように、解答用紙の図に記入せよ。

問 2. ウイルスAの最初の侵入を受けてから60日後に、同一人に全く別の種類のウイルスBが侵入した。この場合、ウイルスBと結合する抗体の濃度は、血液中でどのように変化するか。解答用紙の図に記入せよ。

問 3. ウイルスAが最初に侵入した時に起こる免疫応答と、同一人にウイルスAが2回目以降に侵入した時に起こる免疫応答を区別するため、両者は異なった名前と呼ばれる。それらの名称を答えよ。

問 4. ウイルスAが体内に侵入すると、ウイルスAの粒子を取り込んだ樹状細胞がT細胞を活性化させ、活性化したT細胞からヘルパーT細胞が分化する。ウイルスAの断片を認識して活性化したヘルパーT細胞は、サイトカインを産生してB細胞の増殖・分化を促し、抗体産生細胞が作られるとされる。B細胞が抗体産生細胞になるために必要なものが、サイトカインだけであるならば、ウイルスAの断片で活性化したヘルパーT細胞の作るサイトカインによって、ウイルスBと結合する抗体を作るB細胞も活性化するはずである。実際にはそのようなことは起こらないが、それはなぜか。B細胞が活性化するために必要なことを含めて、150字以内で述べよ。

問 5. ウイルスAが最初に体内に侵入したとき、ウイルスAの断片を認識したT細胞が増殖・分化して、サイトカインを分泌できるようになるまでには、数日間を要する。しかし、一旦分化したヘルパーT細胞が、ウイルスAの2回目以降の侵入に当たって活性化するときには、ウイルスAの断片を認識してから1～2時間以内にサイトカインを分泌するようになる。このように、同一抗原の2回目以降の侵入に当たって急速にサイトカインを産生するようになった細胞は、何と呼ばれるか。



生 物 (問題用紙 3)

問 6. 問5の答えとなる細胞が抗原の断片による刺激を受けた時には、刺激から15分以内に、細胞内にサイトカインの mRNA が検出される。抗原断片の認識からサイトカイン遺伝子の転写までに、細胞内でどのようなしくみが働いていると考えられるか。100字以内で述べよ。

問 7. ウイルスAの断片を認識したT細胞で、サイトカイン遺伝子の転写が起こるまでのしくみは、初めてウイルスAが侵入して活性化される場合でも、問5の答えとなる細胞が活性化される場合でも、同じであると考えられる。しかし、それまで一度もウイルスAの断片と出会っていなかったT細胞が最初に活性化するときには、サイトカイン遺伝子が発現するまでに2日以上かかる。最初の遺伝子発現には数日単位の時間がかかり、問5の答えとなる細胞での遺伝子発現は分単位で起こるのは、どのような理由か。染色体の構造から120字以内で説明せよ。

IV.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

シュペーマンとマンゴルドは、イモリ(両生類)の胚を用いた移植実験によって、① 原口背唇部には誘導作用があることを明らかにした(1924年)。今日では、器官の1つである眼の形成にも、誘導作用が関わっていることがわかっている。

イモリの胚では、発生が進むとからだの背側に が形成され、その前方の部分が脳に、後方の部分が になる。 胚の後期になると、脳の一部が左右にふくらんで突出し、やがて表皮に接する。この左右のふくらみは、 と呼ばれる。 の表皮に接する部分は平坦になり、さらに内側にくぼむように形を変える。その結果、くぼんだ内側の細胞層とこれを包み込むような形状の外側の細胞層の、二つの細胞層からなる と呼ばれる構造ができる。このようにしてできた の二つの細胞層のうち、くぼんだ内側の細胞層は の や神経細胞を含む層に分化し、これを包み込む外側の細胞層は、 の最外層である に分化する。また、 に接した表皮の一部は厚みを増し、表皮から内側にくびれて離れ、 が形成される。この と接する部分の表皮は、しだいに色素を失って、透明な となる。

初期原腸胚の原口背唇部を含む領域は、将来外胚葉を裏打ちする中胚葉性の組織へと分化することから、予定中胚葉と呼ばれる。予定中胚葉がどのようにして形成されるのかは、メキシコサンショウウオを用いたニューコープの研究により明らかになった(1969年)。この研究では、胞胚中期の動物極周辺から切り出した細胞群Aを、同じ時期の胚の植物極側から切り出した細胞群Bと接着させて培養すると、② 特定の領域に中胚葉性の組織の分化が認められた。このことから、③ 予定中胚葉は、予定 胚葉からの働きかけによって形成されることがわかった。

問 1. 文章中の ～ に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部 ① の原口背唇部は、この働きから何と呼ばれるか。

問 3. 下線部 ② で、中胚葉性の組織の分化が起こった特定の領域はどこか。「細胞群A」、「細胞群B」という用語を用いて、30字以内で答えよ。

問 4. 下線部 ③ の結論を導くには、細胞群Aと細胞群Bを用いた別の実験によって確認すべき事がある。どのような実験を行えば良いか。また、その結果はどのようになるか。それぞれ50字以内で答えよ。

(以上)

正誤表

(試験日)平成28年1月24日

科目		化学	
問	行目	誤	正
問題 用紙1	1	O=14.0, N=16.0	N=14.0, O=16.0