

2023 年度 全学統一入学試験

理 科

【 注 意 事 項 】

- (1) 試験監督の指示があるまでは、問題冊子を開いてはいけません。
- (2) 解答時間は 60 分です。
- (3) この問題冊子には、以下の 3 科目が収められています。

物理 (2 ~ 10 ページ)	問題は【 I 】から【 III 】まで
化学 (12 ~ 31 ページ)	問題は【 I 】から【 IV 】まで
生物 (32 ~ 50 ページ)	問題は【 I 】から【 IV 】まで

出願時に選択した、受験票に記載されている科目を解答しなさい。

- (4) 解答用紙は 1 枚です。
- (5) 乱丁・落丁、印刷不鮮明などがある場合、手を挙げて試験監督に申し出なさい。
- (6) 解答用紙には、必ず受験番号・氏名を正確に記入し、受験番号・受験科目マーク欄にも正確にマークしなさい。
- (7) 解答はすべて別紙の解答用紙の所定欄にマークしなさい。
- (8) 試験開始から終了までの間は、試験教室から退出できません。
- (9) 問題冊子および解答用紙は室外に持ち出してはいけません。
- (10) 解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、
この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

物理

問題は10ページまで、【I】～【III】まであります。

【I】 次の文章を読み、下の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

図1のように、地球の中心である点Oを中心に、半径 $2r$ の円軌道A上を一定の速さで円運動をしている質量 m の人工衛星がある。地球の質量 M はすべて点Oに集まっているとし、地球以外の天体が人工衛星に及ぼす影響、地球の公転、および人工衛星の大きさは無視できるものとする。また、万有引力による位置エネルギーの基準を無限遠方とすると、人工衛星と点Oの距離が d のとき、万有引力による位置エネルギーは万有引力定数を G として一般に、 $-G \frac{Mm}{d}$ と表せる。

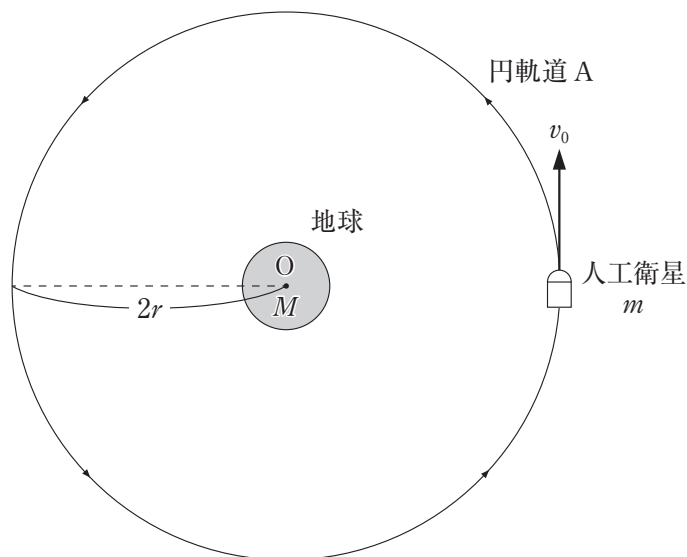


図1

問1 円軌道 A 上を円運動する人工衛星の速さを v_0 とすると、人工衛星の向心加速度の大きさは $\frac{v_0^2}{2r}$ と表せる。

(1) この人工衛星に作用する万有引力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{GMm}{4r}$

② $\frac{GMm}{2r}$

③ $\frac{GMm}{r}$

④ $\frac{GMm}{4r^2}$

⑤ $\frac{GMm}{2r^2}$

⑥ $\frac{GMm}{r^2}$

(2) この人工衛星の速さ v_0 はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{GM}{r}}$

② $\sqrt{\frac{GM}{2r}}$

③ $\sqrt{\frac{GM}{r}}$

④ $\sqrt{\frac{2GM}{r}}$

⑤ $2\sqrt{\frac{GM}{r}}$

⑥ $2\sqrt{\frac{2GM}{r}}$

(3) この人工衛星の周期はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{\pi r}{v_0^2}$

② $\frac{2\pi r}{v_0^2}$

③ $\frac{4\pi r}{v_0^2}$

④ $\frac{\pi r}{v_0}$

⑤ $\frac{2\pi r}{v_0}$

⑥ $\frac{4\pi r}{v_0}$

(4) 円軌道 A 上で人工衛星を瞬間的に加速し、人工衛星を無限遠方に到達させる。無限遠方に到達させるために必要な、加速直後の速さの最小値はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{GM}{r}}$

② $\sqrt{\frac{GM}{2r}}$

③ $\sqrt{\frac{GM}{r}}$

④ $\sqrt{\frac{2GM}{r}}$

⑤ $2\sqrt{\frac{GM}{r}}$

⑥ $2\sqrt{\frac{2GM}{r}}$

問2 図2のように、円軌道A上の点Pにおいて人工衛星を質量 $\frac{m}{4}$ の前方部Sと質量 $\frac{3}{4}m$ の後方部Tに分離し、前方部Sを速さ u で円軌道Aの接線方向の前方に打ち出したところ、後方部Tは点Oを焦点の1つとする楕円軌道Bに移行した。楕円軌道Bに移行した後方部Tの点Pにおける速さは v_1 であった。楕円軌道Bについて、点Oに最も近い点をQとすると、点Oと点Qの距離は r であり、点Qにおける後方部Tの速さは v_2 であった。ただし、分離した後の前方部Sは後方部Tの運動に影響を与えないものとする。また、速さはすべて地球に対する速さである。

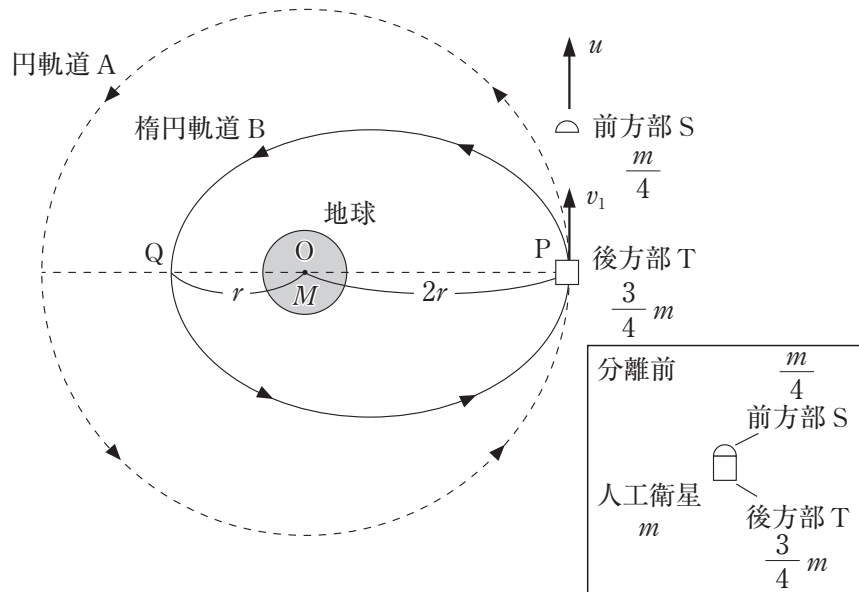


図2

(1) 速さ v_1 と速さ v_2 の間にはケプラー第2法則から導かれる関係が成り立つ。 v_2 はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- ① $\frac{1}{4}v_1$ ② $\frac{1}{2}v_1$ ③ $\frac{\sqrt{2}}{2}v_1$
 ④ $\sqrt{2}v_1$ ⑤ $2v_1$ ⑥ $4v_1$

(2) 速さ v_1 はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

- ① $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{GM}{r}}$ ② $\sqrt{\frac{GM}{3r}}$ ③ $\sqrt{\frac{GM}{2r}}$
 ④ $\sqrt{\frac{GM}{r}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{2GM}{r}}$ ⑥ $\sqrt{\frac{3GM}{r}}$

(3) 速さ u はいくらか。正しいものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。 7

① $(\sqrt{3} - \sqrt{2})\sqrt{\frac{GM}{r}}$

② $(\sqrt{3} - 1)\sqrt{\frac{GM}{r}}$

③ $2(\sqrt{2} - 1)\sqrt{\frac{GM}{r}}$

④ $(2\sqrt{2} - \sqrt{3})\sqrt{\frac{GM}{r}}$

⑤ $(2\sqrt{2} - 1)\sqrt{\frac{GM}{r}}$

⑥ $(2\sqrt{3} - \sqrt{2})\sqrt{\frac{GM}{r}}$

【Ⅱ】 次の文章を読み、下の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

電気抵抗の抵抗値を測定する回路，および電池の起電力の大きさを測定する回路について考える。検流計の内部抵抗，および導線の電気抵抗は無視できるものとする。

問1 図1のように，起電力の大きさが E で内部抵抗が無視できる電池，抵抗値 R の抵抗 R_1 ，抵抗値 $2R$ の抵抗 R_2 ，可変抵抗 R_V ，抵抗値が未知の抵抗 R_X ，スイッチ S_1 ， S_2 および検流計を用いて回路を作った。はじめ，スイッチ S_1 ， S_2 は開いている。

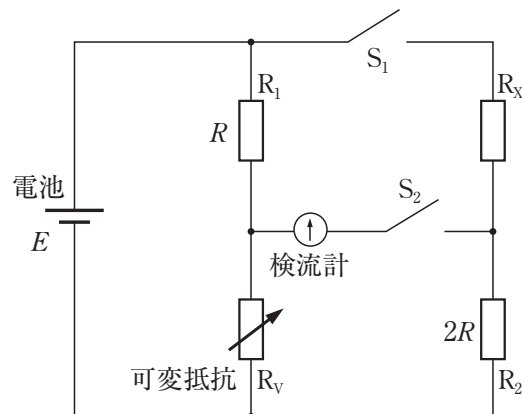


図1

(1) 可変抵抗 R_V の抵抗値を $\frac{R}{2}$ としたとき，抵抗 R_1 に流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{2E}{7R}$

② $\frac{2E}{5R}$

③ $\frac{2E}{3R}$

④ $\frac{E}{R}$

⑤ $\frac{3E}{2R}$

⑥ $\frac{2E}{R}$

(2) スイッチ S_2 を閉じ，可変抵抗 R_V の抵抗値を R としたとき，抵抗 R_1 での消費電力はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{E^2}{4R}$

② $\frac{9E^2}{25R}$

③ $\frac{E^2}{2R}$

④ $\frac{3E^2}{5R}$

⑤ $\frac{E^2}{R}$

⑥ $\frac{4E^2}{R}$

(3) 続いて、スイッチ S_2 を閉じたままスイッチ S_1 を閉じ、可変抵抗 R_V の抵抗値を $3R$ にしたとき、検流計に電流が流れなくなった。抵抗 R_X の抵抗値はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{2}{3}R$ ② $\frac{3}{2}R$ ③ $3R$
 ④ $4R$ ⑤ $5R$ ⑥ $6R$

問2 図2のように、起電力の大きさが E_0 で内部抵抗が r_0 の電源、長さが L で抵抗値が R である太さと材質が一樣な抵抗線 PQ、および電流計を接続して回路を作った。抵抗線 PQ にはすべり端子 T が接触しており、抵抗線に沿った PT 間の長さを l ($0 \leq l \leq L$) とする。スイッチ S を端子 a に入れると起電力の大きさが E_S の標準電池（起電力が既知の電池）と端子 P が接続され、スイッチ S を端子 b に入れると起電力の大きさが未知の電池 X と端子 P が接続される。また、すべり端子 T には検流計が接続されている。はじめ、スイッチ S は端子 a、端子 b のいずれにも接続されていない。

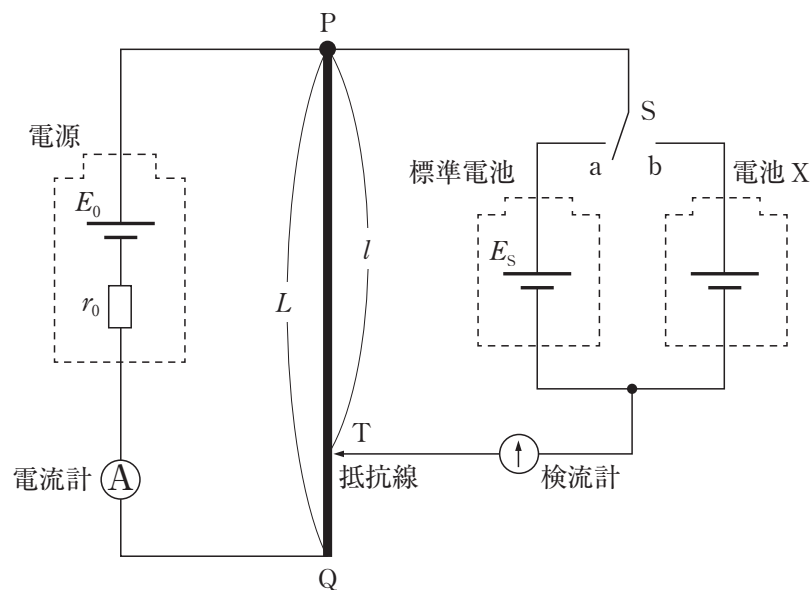


図2

- (1) スイッチ S が端子 a, 端子 b のいずれにも接続されていないとき, 電流計が示した電流の大きさは I_0 であった。この電流計の内部抵抗はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{E_0}{I_0} - \frac{Rr_0}{R + r_0}$ ② $\frac{E_0}{I_0} - \frac{Rr_0}{R - r_0}$ ③ $\frac{E_0}{I_0} + \frac{Rr_0}{R + r_0}$
 ④ $\frac{E_0}{I_0} + \frac{Rr_0}{R - r_0}$ ⑤ $\frac{E_0}{I_0} - R - r_0$ ⑥ $\frac{E_0}{I_0} + R + r_0$

- (2) PT 間の長さが l のとき, 抵抗線に沿った PT 間の抵抗値はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{L}{L - l} R$ ② $\frac{L}{l} R$ ③ $\frac{L}{L + l} R$
 ④ $\frac{l}{L - l} R$ ⑤ $\frac{l}{L} R$ ⑥ $\frac{l}{L + l} R$

- (3) スイッチ S を端子 a に接続してすべり端子 T をゆっくり移動させると, 検流計に電流が流れないときの PT 間の長さは $l = l_s$ であった。このとき, 抵抗線に沿った PT 間の抵抗値を r_s とすると, 電流計に流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{E_0}{R}$ ② $\frac{E_s}{R}$ ③ $\frac{E_0}{r_s}$
 ④ $\frac{E_s}{r_s}$ ⑤ $\frac{E_0 r_s}{R^2}$ ⑥ $\frac{E_s r_s}{R^2}$

- (4) スイッチ S を端子 b に接続してすべり端子 T をゆっくり移動させると, 検流計に電流が流れないときの PT 間の長さは $l = l_x$ であった。電池 X の起電力の大きさはいくらか。正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{l_s}{l_x} E_s$ ② $\frac{l_x}{l_s} E_s$ ③ $\frac{l_s^2}{l_x L} E_s$
 ④ $\frac{l_x^2}{l_s L} E_s$ ⑤ $\left(\frac{l_s}{l_x}\right)^2 E_s$ ⑥ $\left(\frac{l_x}{l_s}\right)^2 E_s$

【Ⅲ】 次の文章を読み，下の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

音波による気柱の共鳴，およびドップラー効果について考える。音速を 3.4×10^2 m/s とし，風は吹いていないものとする。

問1 長さを自由に変えることができる開管があり，開口端付近に音源を置いて音波を発生させる。管の長さを 20 cm とし，音源から発生させる音波の振動数を 0 Hz から次第に大きくしていくと，振動数が f_0 のときにはじめて気柱が共鳴した。これを 1 回目の共鳴と呼ぶ。開口端補正は無視できるものとする。

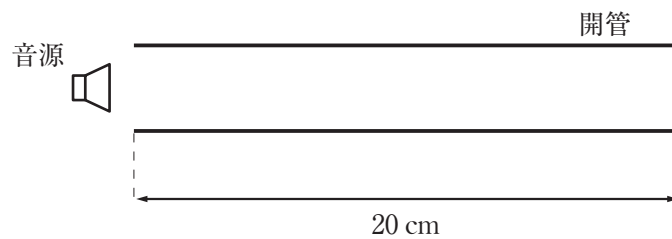


図1

(1) 振動数 f_0 はいくらか。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

Hz

- ① 2.6×10^2 ② 3.4×10^2 ③ 5.6×10^2
 ④ 6.8×10^2 ⑤ 8.5×10^2 ⑥ 9.8×10^2

(2) 1 回目の共鳴の後，音源が発する音波の振動数を f_0 に保ち，開管の長さを 20 cm からゆっくり長くしていくと気柱は共鳴なくなり，やがて開管の長さが L となったとき 2 回目の共鳴が生じた。このとき，長さ L はいくらか。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 cm

- ① 25 ② 30 ③ 35
 ④ 40 ⑤ 45 ⑥ 50

(3) 開管の長さを L に保ち，音源が発する音波の振動数を f_0 からゆっくり大きくしていくと気柱は共鳴なくなり，やがて振動数が f_1 となったとき次の共鳴が生じた。つまり，振動数 f_0 と f_1 の間には開管が共鳴する振動数は存在しなかった。振動数 f_1 はいくらか。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 Hz

- ① 5.2×10^2 ② 7.8×10^2 ③ 9.6×10^2
 ④ 1.0×10^3 ⑤ 1.3×10^3 ⑥ 1.7×10^3

「物理」の試験問題は、前ページまでです。

化学

問題は 31 ページまで、【I】～【IV】まであります。

【注意】 必要があれば、次の値を用いよ。

原子量 H = 1.0 He = 4.0 C = 12 O = 16 Ne = 20 Na = 23
S = 32 Cu = 64

標準状態における 1 mol の気体の体積 22.4 L

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

【I】 次の問い（問1～問5）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 原子の構造と元素の周期表について、次の（1）～（3）に答えよ。

（1） 原子の構造に関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 原子核に含まれる陽子の数は、元素の種類ごとに決まっている。
- ② 原子中の電子は、原子核の周りにある電子殻に存在する。
- ③ 同じ元素の同位体に含まれている中性子の数は、すべて異なっている。
- ④ すべての原子に陽子、中性子、電子が含まれる。
- ⑤ 陽子の正電荷と電子の負電荷の大きさは等しい。

（2） 原子番号 1～20 の元素のうち、単体が常温で気体として存在するものは何種類あるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 種類

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8

（3） 原子番号 1～20 の元素のうち、L殻に電子を 8 個もつ原子は何個あるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、同位体については考えないものとする。 個

- ① 8 ② 9 ③ 10 ④ 11 ⑤ 12

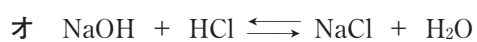
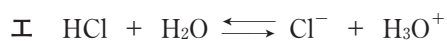
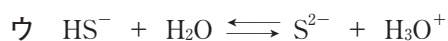
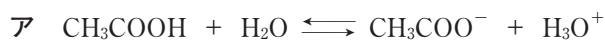
問4 酸と塩基について、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) アレニウスの定義によると、酸とは水溶液中で電離して水素イオンを放出する物質であり、塩基とは水溶液中で電離して を放出する物質である。アンモニアや は をもたないが、水溶液中で を放出することから、その水溶液は塩基性を示す。空欄 , に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	オキソニウムイオン	炭酸水素イオン
②	オキソニウムイオン	アンモニウムイオン
③	水酸化物イオン	炭酸水素イオン
④	水酸化物イオン	アンモニウムイオン

- (2) 次の反応ア～オのうち、下線部の物質がブレンステッドの定義による酸としてはたらいっているものは何個あるか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

個



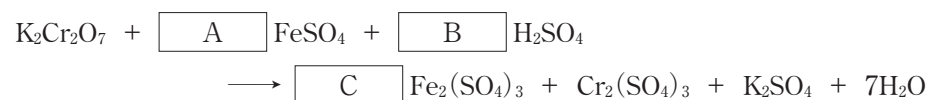
① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問5 酸化還元について、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 過マンガン酸カリウム KMnO_4 の Mn 原子と同じ酸化数をもつ原子を含む物質はどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① MnO_2 ② MnSO_4 ③ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ④ KNO_3 ⑤ HClO_4

(2) 硫酸酸性条件における二クロム酸カリウムと硫酸鉄(II)の反応は、次の化学反応式で表される。



空欄 ～ は化学反応式の係数が入る。 ～ に入る係数の合計(和)として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 8 ② 10 ③ 13 ④ 16 ⑤ 19

【Ⅱ】 次の問い（問1～問3）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 代表的なイオン結晶の単位格子には、次の図1に示す塩化ナトリウム（NaCl）型や、図2に示す塩化セシウム（CsCl）型、図3に示す閃亜鉛鉱（ZnS）型などがある。いずれの図も、●は陽イオン、○は陰イオンを表している。

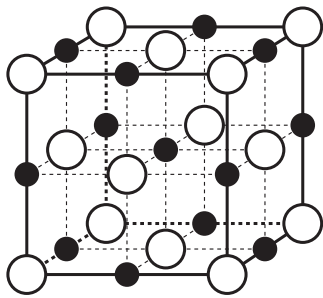


図1

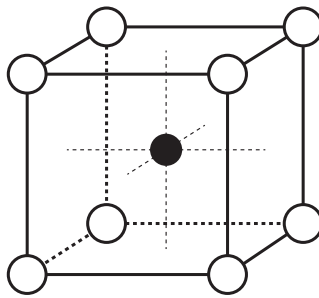


図2

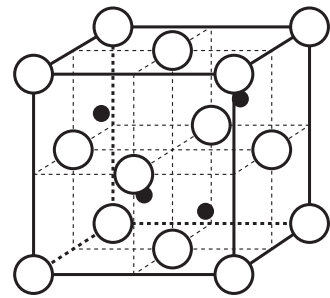


図3

図1の塩化ナトリウム（NaCl）型の単位格子に含まれる陽イオンの数は 個、陰イオンの数は 個である。また、図2に示す塩化セシウム（CsCl）型の単位格子において、ある1つの陰イオンに最も近い位置には 個の陰イオンが、ある1つの陽イオンに最も近い位置には 個の陽イオンが存在する。次の（1）～（4）に答えよ。

（1）空欄 ， に適する数値の組合せとして最も適当なものはどれか。

次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	2	2
②	2	4
③	4	2
④	4	4

(2) 空欄 , に適する数値の組合せとして最も適当なものはどれか。

次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>
①	4	4
②	4	6
③	4	8
④	6	4
⑤	6	6
⑥	6	8

(3) イオン結晶に関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 水に溶けやすいものが多い。
- ② 融点が高く、硬い。
- ③ 外部から強い力が加わると、割れやすい。
- ④ 結晶の状態では電気を通さない。
- ⑤ イオン結晶を化学式で表すときは分子式を用いる。

(4) 硫化亜鉛の結晶は図3に示す単位格子をとる。この単位格子の一辺の長さを a [cm], 硫化亜鉛のモル質量を M [g/mol], アボガドロ定数を N_A [/mol] としたとき, 硫化亜鉛の結晶の密度は何 g/cm^3 か。最も適当なものを, 次の①～⑧のうちから一つ選べ。

[g/cm^3]

- ① $\frac{MN_A}{a^3}$
- ② $\frac{M}{a^3N_A}$
- ③ $\frac{2MN_A}{a^3}$
- ④ $\frac{2M}{a^3N_A}$
- ⑤ $\frac{4MN_A}{a^3}$
- ⑥ $\frac{4M}{a^3N_A}$
- ⑦ $\frac{8MN_A}{a^3}$
- ⑧ $\frac{8M}{a^3N_A}$

問2 物質を構成する粒子は不規則に運動している。その運動は固体、液体、気体ごとに特有であり、熱運動という。熱運動は温度が高くなると激しくなり、単原子分子の理想気体であれば、分子の熱運動の平均の速さ v は絶対温度 T を用いて次の式で表される。

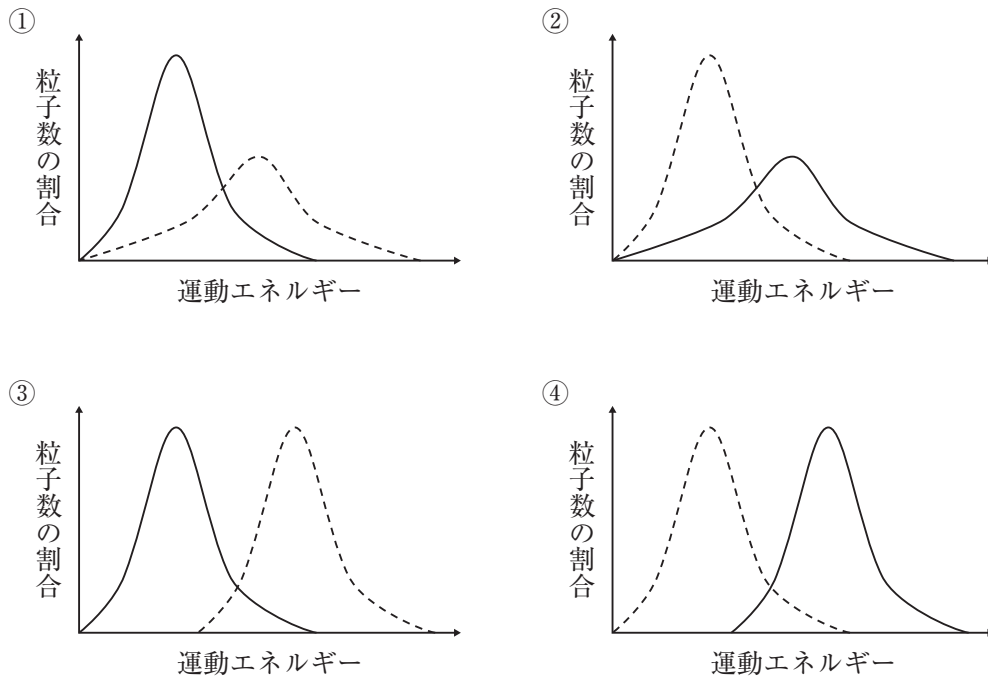
$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

k は物質によらない定数、 m は分子の質量である。三態のうちどの状態になるかは、熱運動の激しさと粒子間の引力の大小関係によって決まる。次の(1)～(4)に答えよ。

(1) 理論上、粒子の熱運動が停止する温度は何℃か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 ℃

- ① -273 ② -100 ③ 0 ④ 25 ⑤ 27 ⑥ 100

(2) ある温度 T_1 [K]、 T_2 [K] における 1 mol の気体粒子の運動について、運動エネルギーに対する気体粒子数の割合を表したグラフとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 $T_1 < T_2$ であり、 T_1 [K] は破線、 T_2 [K] は実線で表すものとする。



(3) 熱運動と粒子間の引力に関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 分子からなる物質の場合、温度を高くすればするほど、分子どうしはばらばらになろうとする。
- ② 気体では、粒子は空間を自由に飛び回っている。
- ③ 気体では、粒子は熱運動によって粒子間の引力を振り切っている。
- ④ 液体では、集合した粒子は相互の位置を変えることができる。
- ⑤ 固体では、構成する粒子は熱運動をしていない。

(4) 同じ温度で比較した場合、ヘリウム分子の熱運動の平均の速さはネオン分子の熱運動の平均の速さの何倍か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ヘリウム分子とネオン分子は理想気体とみなせるものとする。 倍

- ① $\frac{1}{25}$
- ② $\frac{1}{5}$
- ③ $\frac{1}{\sqrt{5}}$
- ④ $\sqrt{5}$
- ⑤ 5
- ⑥ 25

問3 アルカリ金属元素は周期表の1族に属する金属元素の総称であり、ナトリウムなどが該当する。鉄と比較すると、ナトリウムの融点は , 密度は 。また、ナトリウムは反応性が非常に高く、水と反応すると が発生し、酸素と反応すると が生成するため、ナトリウムは 中に保存しなければならない。次の(1)～(5)に答えよ。

(1) 空欄 , に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	高く	大きい
②	高く	小さい
③	低く	大きい
④	低く	小さい

- (2) 空欄 ～ に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>	<input type="text" value="E"/>
①	水素	酸化ナトリウム	エタノール
②	水素	酸化ナトリウム	石油
③	水素	水酸化ナトリウム	エタノール
④	水素	水酸化ナトリウム	石油
⑤	酸素	酸化ナトリウム	エタノール
⑥	酸素	酸化ナトリウム	石油
⑦	酸素	水酸化ナトリウム	エタノール
⑧	酸素	水酸化ナトリウム	石油

- (3) ナトリウムの化合物に関する記述のうち、最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 塩化ナトリウム水溶液を白金線につけ、ガスバーナーの外炎に入れると、緑色の炎色反応が確認できる。
- ② 固体の水酸化ナトリウムは風解性をもつ。
- ③ 炭酸水素ナトリウムは酸性塩である。
- ④ 炭酸ナトリウムを水に溶かすと中性を示す。
- ⑤ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、塩素が発生する。

- (4) ガラスやセッケンの原料として用いられる炭酸ナトリウムは、アンモニアソーダ法（ソルベー法）で製造されている。アンモニアソーダ法では、はじめに塩化ナトリウムの飽和水溶液に2種類の気体を順に通すことによって炭酸水素ナトリウムをつくった後、炭酸ナトリウムへと変化させる。塩化ナトリウムの飽和水溶液に通す2種類の気体の種類とその順番として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | |
|---------------|---------------|
| ① 二酸化炭素→アンモニア | ② 二酸化炭素→塩化水素 |
| ③ 塩化水素→二酸化炭素 | ④ 塩化水素→アンモニア |
| ⑤ アンモニア→塩化水素 | ⑥ アンモニア→二酸化炭素 |

(5) (4)の方法によって塩化ナトリウムの飽和水溶液から炭酸水素ナトリウムが33.6 kg回収できたとする。この炭酸水素ナトリウムから炭酸ナトリウムは何 kg 得られるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、炭酸ナトリウムが生成する反応は完全に進行したものとする。 kg

- ① 10.6 ② 15.9 ③ 21.2 ④ 26.5 ⑤ 31.8 ⑥ 42.4

【Ⅲ】 次の問い（問1～問3）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 化学反応が起こって原子間の結合が変化するとき、その変化にともなうエネルギーの変化が、熱の出入りとして現れる。例えば、吸熱反応は、反応物もつエネルギーの総和が生成物もつエネルギーの総和よりも ときに起こる反応である。化学反応において、反応物から生成物ができるときに複数の反応経路が考えられる場合、その反応熱の総和は、変化の前後の物質の種類と状態だけで決まり、変化の経路や方法には関係しない。これを の法則という。代表的な結合エネルギーの値 [kJ/mol] を次の表に示す。下の(1)～(4)に答えよ。

結合	結合エネルギー [kJ/mol]	結合	結合エネルギー [kJ/mol]
H-H	436	C-C	348
H-C	413	C=O	804
H-O	463	O=O	498

(1) 空欄 , に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	小さい	ヘス
②	小さい	ヘンリー
③	大きい	ヘス
④	大きい	ヘンリー

(2) 水蒸気 H₂O の原子間の結合を切断して H(気)と O(気)にするために必要なエネルギーを表す熱化学方程式として最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① $\text{H}_2\text{O}(\text{気}) = 2\text{H}(\text{気}) + \text{O}(\text{気}) + 463 \text{ kJ}$
- ② $\text{H}_2\text{O}(\text{気}) = 2\text{H}(\text{気}) + \text{O}(\text{気}) + 926 \text{ kJ}$
- ③ $\text{H}_2\text{O}(\text{気}) = 2\text{H}(\text{気}) + \text{O}(\text{気}) - 463 \text{ kJ}$
- ④ $\text{H}_2\text{O}(\text{気}) = 2\text{H}(\text{気}) + \text{O}(\text{気}) - 926 \text{ kJ}$

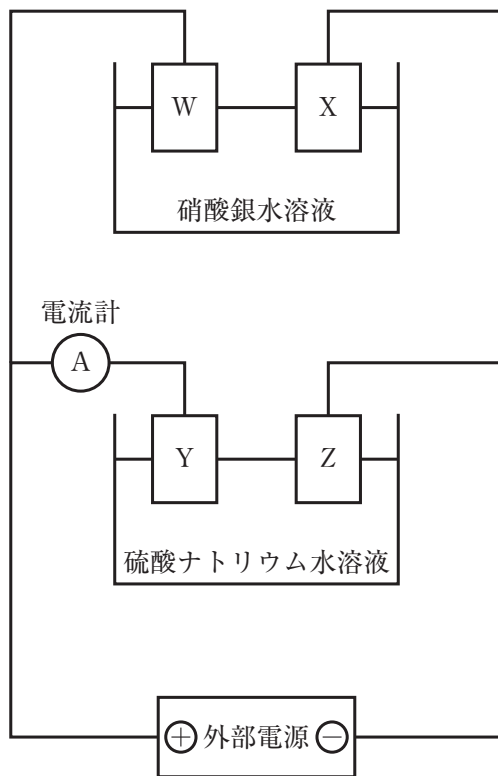
(3) メタン(気)の燃焼熱は何 kJ/mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水の蒸発熱は 44 kJ/mol とする。 kJ/mol

- ① 224 ② 406 ③ 450 ④ 812 ⑤ 900 ⑥ 986

(4) プロパン(気)の生成熱を 105 kJ/mol とすると、黒鉛の昇華熱は何 kJ/mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 kJ/mol

- ① 507 ② 717 ③ 985 ④ 1086 ⑤ 1256 ⑥ 1581

問2 次の図のように、十分量の硝酸銀水溶液、硫酸ナトリウム水溶液が入った電解槽を外部電源に接続し、電極W～Zはすべて白金電極を用いて、1時間4分20秒間電気分解を行った。このとき、電極W～Zではそれぞれ1種類の反応しか起こらず、図中の電流計は常に2.0 Aを示した。また、 極である電極Wからは が標準状態において0.672 L発生した。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。下の(1)～(4)に答えよ。



(1) 空欄 , に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	陰	水素
②	陰	酸素
③	陽	水素
④	陽	酸素

(2) 電極 Y における変化として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 極板が 0.46 g 重くなる。
- ② 極板が 0.92 g 重くなる。
- ③ 水素が標準状態において 0.448 L 発生する。
- ④ 水素が標準状態において 0.896 L 発生する。
- ⑤ 酸素が標準状態において 0.448 L 発生する。
- ⑥ 酸素が標準状態において 0.896 L 発生する。

(3) 外部電源から流れた電流は何 A か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 A

- ① 3.0 ② 3.5 ③ 4.0 ④ 4.5 ⑤ 5.0 ⑥ 6.0

(4) 1 時間 4 分 20 秒経過後もしばらく電気分解を続けたところ、ある電極でははじめとは異なる反応が起こるようになった。ある電極として最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 電極 W ② 電極 X ③ 電極 Y ④ 電極 Z

問3 一般に、触媒を用いると活性化エネルギーが なるため、反応速度は大きくなる。可逆反応の場合、触媒を加えると正反応の反応速度は大きくなり、逆反応の反応速度は なる。次の (1) ～ (3) に答えよ。

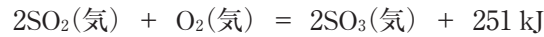
(1) 空欄 , に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	小さく	小さく
②	小さく	大きく
③	大きく	小さく
④	大きく	大きく

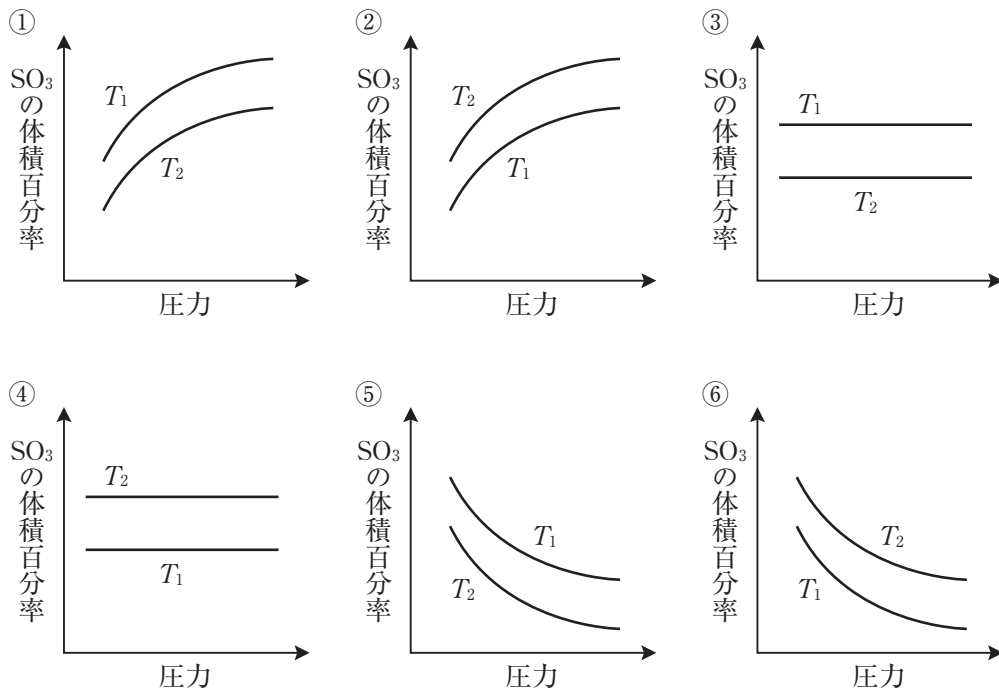
(2) 化学反応のしくみに関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。 10

- ① 化学反応に関係する粒子どうしが衝突したからといって、必ずしも反応が起こるわけではない。
- ② 触媒を加えても、反応熱の大きさは変わらない。
- ③ 固体が反応にかかわる場合、固体は粉末よりも塊状にした方が反応速度は大きくなる。
- ④ 反応物の濃度が大きいほど、反応速度は大きくなる。
- ⑤ 気体どうしの反応の場合、反応物の分圧が大きくなるほど、反応速度は大きくなる。

(3) 二酸化硫黄と酸素から三酸化硫黄が生じる反応は可逆反応であり、次の熱化学方程式で表される。



この反応が温度 T_1 , T_2 で平衡状態になったときの圧力と SO_3 の体積百分率の関係を表すグラフとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、温度は $T_1 > T_2$ とし、各物質はすべて気体状態で存在する。 11



【IV】 次の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 フェノールは，工業的にはクメン法によって，ベンゼンを原料としてつくられる。まず，触媒を用いてベンゼンと を反応させてクメンをつくる。その後，クメンを酸化させてクメンヒドロペルオキシドとし，酸で分解するとフェノールが生成すると同時に が得られる。

得られたフェノールに水酸化ナトリウム水溶液を加えてナトリウムフェノキシドにした後， を 条件下で加えてサリチル酸ナトリウムとし，さらに酸を加えるとサリチル酸が得られる。サリチル酸は医薬品の原料として非常に有用である。例えば，サリチル酸と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させると，医薬品として有用な化合物 X が得られる。また，サリチル酸とメタノールに濃硫酸を加えて加熱すると，医薬品として有用な化合物 Y が得られる。次の（1）～（6）に答えよ。

（1）空欄 ， に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	プロパン	アセトアルデヒド
②	プロパン	アセトン
③	プロピン	アセトアルデヒド
④	プロピン	アセトン
⑤	プロペン（プロピレン）	アセトアルデヒド
⑥	プロペン（プロピレン）	アセトン

（2）空欄 ， に適する語の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>
①	一酸化炭素	常温・常圧
②	一酸化炭素	高温・高圧
③	水素	常温・常圧
④	水素	高温・高圧
⑤	二酸化炭素	常温・常圧
⑥	二酸化炭素	高温・高圧

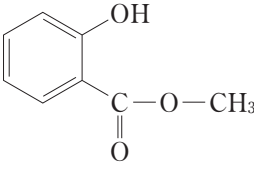
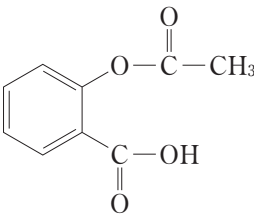
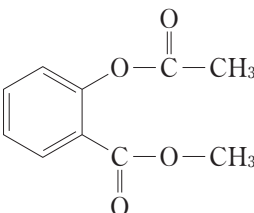
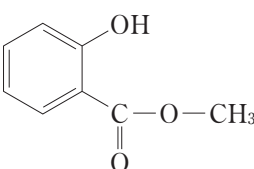
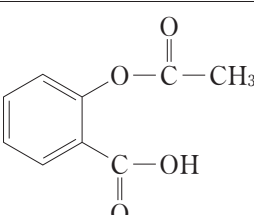
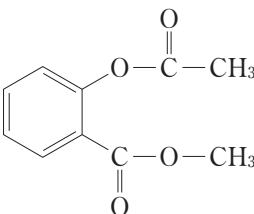
(3) 分子式 C_7H_8O で表される芳香族化合物として考えられる構造は何個あるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、立体異性体は考慮しないものとする。 個

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7 ⑥ 8

(4) ベンゼン 3.90 g を原料としてサリチル酸を合成したところ、最終的にサリチル酸が 4.14 g 得られた。サリチル酸の収率は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、収率とは、理論的に計算される生成物の量に対して、実際に得られた生成物の量の割合 [%] を表すものとする。 %

- ① 25 ② 40 ③ 50 ④ 60 ⑤ 75 ⑥ 80

(5) 化合物 X の用途および構造式の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	用途	構造式
①	消炎鎮痛剤	
②	消炎鎮痛剤	
③	消炎鎮痛剤	
④	解熱鎮痛剤	
⑤	解熱鎮痛剤	
⑥	解熱鎮痛剤	

(6) 化合物 X とは反応するが、化合物 Y とは反応しない試薬として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | |
|---------------|----------------|
| ① 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 | ② 食塩水 |
| ③ 水酸化ナトリウム水溶液 | ④ 炭酸水素ナトリウム水溶液 |
| ⑤ 金属ナトリウム | ⑥ フェーリング液 |

問2 ロイシンエンケファリンは次に示すようなアミノ酸分子5個からなる鎖状のペプチドであり、C末端はロイシンである。

(N末端) - - - - ロイシン (C末端)

このロイシンエンケファリンのアミノ酸配列を決めるために、次の実験を行った。下の(1)～(4)に答えよ。

実験1 ロイシンエンケファリンを完全に加水分解すると、ロイシンの他に、グリシン、チロシン、フェニルアラニンが得られた。

実験2 ロイシンエンケファリンのN末端のアミノ酸だけを取り出し、その水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたところ、紫色に変化した。

実験3 芳香族アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を特異的に加水分解する酵素を用いてロイシンエンケファリンを処理したところ、ロイシンとアミノ酸X、および、トリペプチドYが得られた。

実験4 アミノ酸Xの水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却後、アンモニア水を加えて塩基性にすると橙黄色になった。

実験5 トリペプチドYには不斉炭素原子が1個だけ存在した。

(1) ポリペプチドにおけるアミノ酸の配列順序は何とよばれるか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 一次構造 ② 二次構造 ③ 三次構造 ④ 四次構造 ⑤ らせん構造

(2) アミノ酸X、トリペプチドYのうち、トリペプチドYのみが示す反応として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | | |
|-----------|-------------|------------|
| ① 銀鏡反応 | ② テルミット反応 | ③ ニンヒドリン反応 |
| ④ ビウレット反応 | ⑤ ヨウ素デンプン反応 | ⑥ ヨードホルム反応 |

(3) 実験4はアミノ酸に含まれるある構造を調べるために行っている。ある構造として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① アセチル基 ② アミノ基 ③ カルボキシ基
 ④ ジスルフィド結合 ⑤ ヒドロキシ基 ⑥ ベンゼン環

(4) 空欄 , に適するアミノ酸の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="D"/>
①	グリシン	チロシン
②	グリシン	フェニルアラニン
③	チロシン	グリシン
④	チロシン	フェニルアラニン
⑤	フェニルアラニン	グリシン
⑥	フェニルアラニン	チロシン

「化学」の試験問題は、ここまです。

生物

問題は50ページまで、【I】～【IV】まであります。

【I】 遺伝情報の複製と分配に関する次の文章 (A, B) を読み、下の問い (問1～問7) に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A

生物には多様性があり、現在名前をつけられている種が約 種知られている。一方、生物には多くの共通性^(a)があり、このことは生物が共通の祖先から進化したことを意味する。生物の共通の祖先は約 年前に誕生したと考えられている。

すべての生物は遺伝物質としてDNA^(b)をもち、その情報をもとに合成されるタンパク質によって形質を発現している。ヒトのDNAは1ゲノムあたり約 塩基対であり、約 個の遺伝子を含んでいる。

問1 文章中の空欄 ～ に入る数値として最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- - -
 -

- | | | |
|--------|-------|-------|
| ① 2万 | ② 4万 | ③ 20万 |
| ④ 200万 | ⑤ 1億 | ⑥ 2億 |
| ⑦ 20億 | ⑧ 30億 | ⑨ 40億 |

問2 下線部 (a) について、生物の共通性に関する記述として誤っているものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 膜で外界と隔てられた細胞からなる。
- ② 体内で代謝を行い、エネルギー物質である ATP を合成できる。
- ③ 代謝に必要な酵素を体外から取り込むことができる。
- ④ 体外環境の変化にかかわらず、体内環境を一定の範囲内に維持する。
- ⑤ 体外からの刺激を受容して、それに対して反応する。
- ⑥ DNA の変化の一部が子孫へ伝わることで進化する。

問3 下線部 (b) について、DNA の構造に関する記述として適当なものはどれか。次の①～⑥のうちからすべて選べ。

- ① DNA 分子に含まれる塩基の比率は A と G, C と T でそれぞれ等しくなっている。
- ② メセルソンとスタールは DNA の結晶に X 線を照射して得られる回折像から、DNA 分子がらせん構造をもつことを示唆した。
- ③ ワトソンとクリックは DNA 分子の二重らせん構造モデルを発表した。
- ④ DNA のヌクレオチドはリン酸どうしで結合してヌクレオチド鎖をつくる。
- ⑤ DNA の向かい合うヌクレオチド鎖の塩基どうしは比較的弱い結合でつながっている。
- ⑥ DNA 分子は約 20 塩基対で 1 回転のらせん構造となっている。

問4 大腸菌の DNA は 1 ゲノムあたり約 460 万塩基対であり、約 4000 個の遺伝子を含んでいる。大腸菌の遺伝子 1 個が平均して約 1000 塩基対であるとする、大腸菌においてゲノム DNA のうち遺伝子が存在している部分のおよその割合として最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 2 % | ② 5 % | ③ 9 % |
| ④ 13 % | ⑤ 45 % | ⑥ 87 % |
| ⑦ 91 % | ⑧ 95 % | ⑨ 98 % |

B

体細胞分裂前にDNAが複製され、2つの娘細胞に等しく分配される。細胞が分裂を終了してから次の分裂が終了するまでを細胞周期(c)といい、分裂が起こる時期を分裂期、分裂期以外の時期を間期という。

図1は細胞周期の過程における細胞あたりのDNA量(相対値)の変化を示したものである。

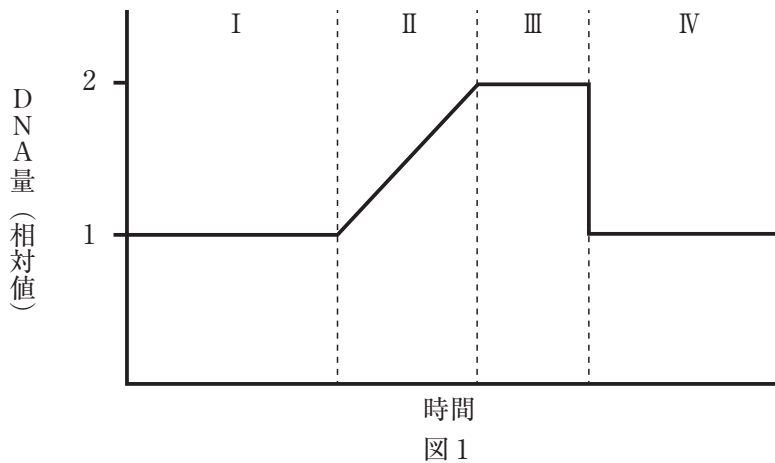
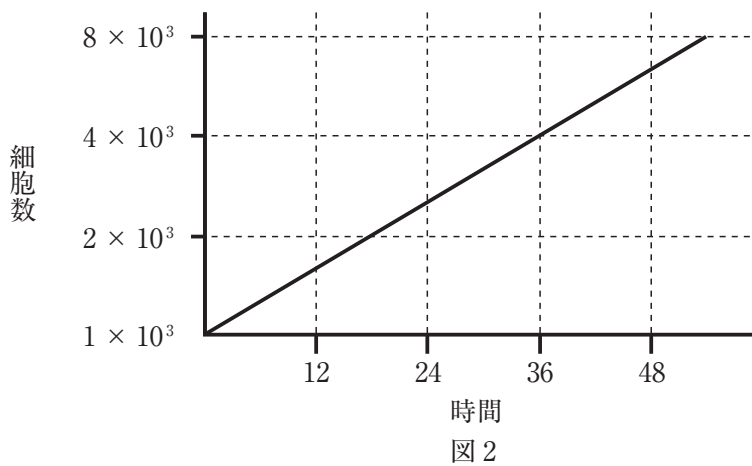


図2はある動物細胞を培養したときの培養時間と細胞数の変化を示したものである。いま、この細胞に放射性チミジン(放射性同位元素を含みDNA合成の材料となる物質)を短期間加えたところ、全細胞のうち20%の細胞に放射能が検出されるようになった。また、全細胞のうち5%の細胞に太いひも状の染色体が観察された。



問5 下線部 (c) について、細胞周期に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 盛んに細胞分裂をしている組織の細胞では、細胞周期はほぼ同調している。
- ② タマネギの根端分裂組織を観察すると、間期の細胞より分裂期の細胞の方が多く観察される。
- ③ 分化した細胞がもつ DNA 量は、細胞周期の G_1 期の細胞がもつ DNA 量と等しい。
- ④ 細胞周期のうち間期は、時間経過の順に G_2 期, S 期, G_1 期に分けられる。
- ⑤ G_2 期の核内には、相同染色体を構成する DNA のどちらか一方のみしか含まれていない。

問6 図1のⅠ～Ⅳの段階のうち、分裂期が含まれている段階として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | | |
|-----|-------|-------|
| ① Ⅰ | ② Ⅱ | ③ ⅡとⅢ |
| ④ Ⅲ | ⑤ ⅢとⅣ | ⑥ Ⅳ |

問7 図2について、次の(1), (2)に答えよ。

(1) 図2から考えて、この培養細胞の細胞周期1周に要する時間として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 6時間 | ② 12時間 | ③ 18時間 |
| ④ 24時間 | ⑤ 30時間 | ⑥ 36時間 |

(2) この培養細胞のDNA合成に要する時間、および分裂期に要する時間として最も適当なものはどれか。次の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

DNA合成－ 分裂期－

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 0.6時間 | ② 0.9時間 | ③ 1.2時間 |
| ④ 1.5時間 | ⑤ 1.8時間 | ⑥ 2.4時間 |
| ⑦ 3.6時間 | ⑧ 4.8時間 | ⑨ 6時間 |
| ⑩ 7.2時間 | | |

【Ⅱ】 体液の浸透圧調節に関する次の文章（A, B）を読み、下の問い（問1～問10）に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

A

細胞膜は、リン脂質二重層にさまざまなタンパク質がモザイク状に配置された構造になっている。リン脂質分子には親水性の部分と疎水性の部分があり、疎水性の部分を に、親水性の部分を に向けてリン脂質が二層並ぶことで、水の中で安定した膜をつくることができる。水分子は、細胞膜のリン脂質部分^(a)をある程度透過することが可能であり、さらに細胞膜には水分子を選択的に透過させる であるアクアポリンが存在する。したがって、細胞が高張液や低張液に浸された場合、浸透圧により水分子の移動が起きて、細胞の形態が変化してしまうことがある。特に淡水で生息する生物は、絶えず流入する水を排出するしくみがないと、体内を一定の濃度に保つことができない。例えば、淡水生生物であるゾウリムシは、収縮胞^(d)によって浸透してきた水を排出して体液の浸透圧を保っている。一方、海水生の無脊椎動物は、体液の浸透圧が海水とほぼ同じであり、浸透圧調節のしくみがあまり発達していない。

問1 文章中の空欄 ～ に入る語句の組合せとして最も適当なものはどれか。

次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	外側	内側	担体（輸送体）
②	外側	内側	ポンプ
③	外側	内側	チャネル
④	内側	外側	担体（輸送体）
⑤	内側	外側	ポンプ
⑥	内側	外側	チャネル

問2 下線部（a）のような細胞膜に存在するタンパク質のはたらきの一つは、細胞外の物質を受容することである。細胞膜に存在する受容体で受容されるホルモンとして適当でないものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | |
|----------|------------|
| ① アドレナリン | ② バソプレシン |
| ③ インスリン | ④ 糖質コルチコイド |
| ⑤ パラトルモン | ⑥ グルカゴン |

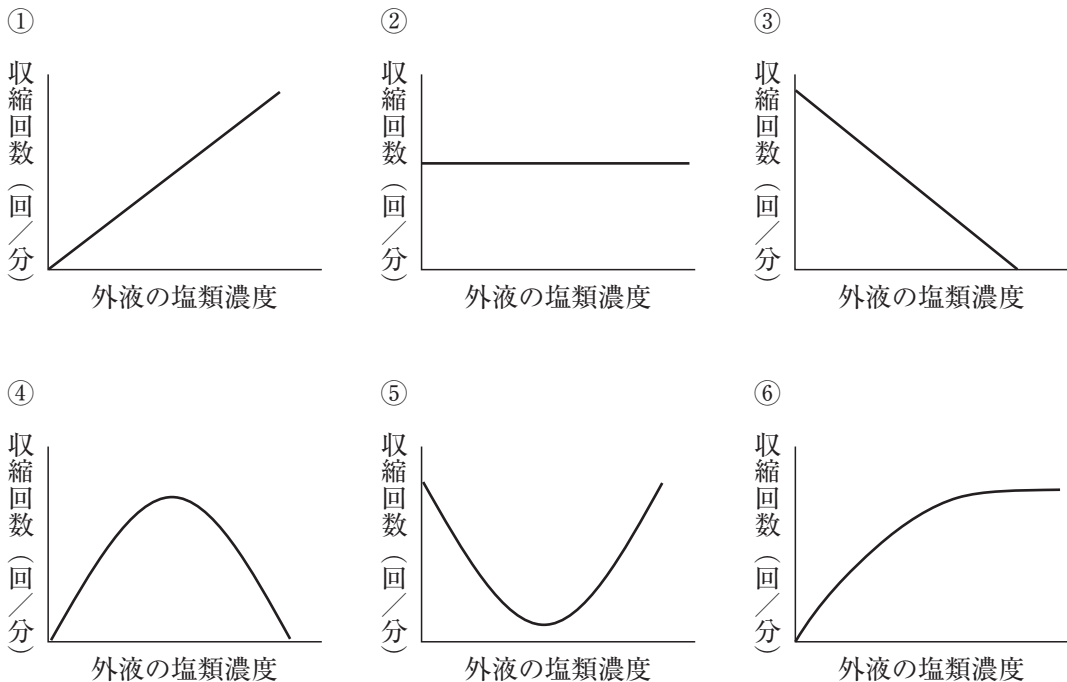
問3 下線部 (b) について、細胞膜のリン脂質部分の透過性が最も高いと考えられるものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① グルコース
- ② ナトリウムイオン
- ③ カルシウムイオン
- ④ 酸素
- ⑤ スクロース
- ⑥ カリウムイオン

問4 下線部 (c) のような変化が起きないように、ヒトの体液の浸透圧は、ほぼ一定に保たれている。その浸透圧とほぼ等張となる食塩水の濃度 (%) として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- ① 0.1 %
- ② 0.3 %
- ③ 0.5 %
- ④ 0.7 %
- ⑤ 0.9 %
- ⑥ 1.1 %
- ⑦ 1.3 %
- ⑧ 1.5 %

問5 下線部 (d) について、収縮胞の収縮回数 (回/分) と外液の塩類濃度の関係を示したグラフの形状として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。



問6 下線部 (e) に関して、海水生の軟骨魚類も、無脊椎動物と同様に体液の浸透圧が海水とほぼ同じ濃度になっているが、その理由は体液にある物質が多く含まれるからである。海水生軟骨魚類の例と、その物質の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。

	軟骨魚類の例	体液に多く含まれる物質
①	マイワシ	アンモニア
②	マイワシ	尿素
③	マイワシ	尿酸
④	アカエイ	アンモニア
⑤	アカエイ	尿素
⑥	アカエイ	尿酸
⑦	タツノオトシゴ	アンモニア
⑧	タツノオトシゴ	尿素
⑨	タツノオトシゴ	尿酸

B

ヒトの腎臓は、横隔膜の下に左右1対あり、1個あたり100万個の と呼ばれる尿を生成する構造がある。 は、腎小体と細尿管からなり、腎小体は糸球体と、それを包み込むボーマンのうからなる。腎小体では、糸球体からボーマンのうへ、血液の一部がろ過される。^(f)このろ過された液を原尿といい、原尿中には有用成分も多く含まれている。したがって、原尿が細尿管や集合管を流れる過程で、さまざまなものが毛細血管に再吸収された後、残りが尿となる。これが腎う、輸尿管、膀胱を経て体外へ排出される。集合管での水の再吸収量は、 から分泌されるホルモンであるバソプレシンによって、細尿管でのナトリウムイオンの再吸収量は、 から分泌される鉱質コルチコイドによって促進される。このようなしくみにより、腎臓は水や塩分の排出量を調節することで、体液の浸透圧を一定に保っている。図1は健康な人の血しょう中のグルコース濃度と原尿中のグルコース濃度の関係を示したものであり、図2は同じ人の血しょう中のグルコース濃度と1分間あたりに生成される原尿や尿に含まれるグルコース量

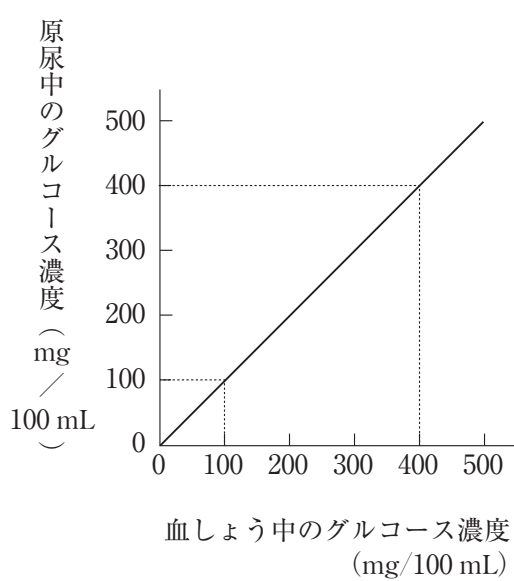


図1

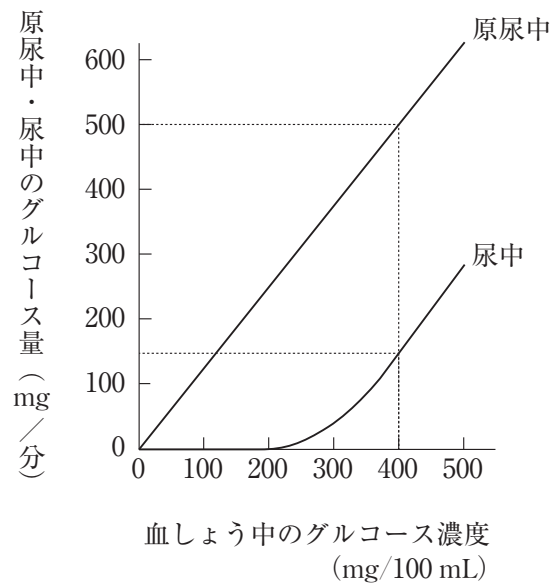


図2

問7 文章中の空欄 ~ に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①~⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- - -

- | | | |
|----------|--------|--------|
| ① 脳下垂体前葉 | ② 甲状腺 | ③ オペロン |
| ④ 脳下垂体後葉 | ⑤ ネフロン | ⑥ 副腎皮質 |
| ⑦ サルコメア | ⑧ 副甲状腺 | ⑨ 副腎髄質 |

問8 下線部 (f) の過程でろ過されないものとして適当なものはどれか。次の①～⑥のうちからすべて選べ。

- ① カリウムイオン ② 血小板 ③ アミノ酸
④ タンパク質 ⑤ 尿素 ⑥ 尿酸

問9 図1, 図2について, 次の(1), (2)に答えよ。

(1) この人の体内で1分間にろ過されて生じる原尿量 (mL) として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- ① 85 mL ② 100 mL ③ 110 mL ④ 120 mL
⑤ 125 mL ⑥ 130 mL ⑦ 135 mL ⑧ 150 mL

(2) 血しょう中のグルコース濃度が400 mg/100 mL のとき, 1分間に再吸収したグルコース量 (mg) として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- ① 150 mg ② 200 mg ③ 250 mg ④ 300 mg
⑤ 350 mg ⑥ 400 mg ⑦ 450 mg ⑧ 500 mg

問10 図1, 図2に関する記述として適当でないものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 血しょう中のグルコース濃度が400 mg/100 mL 以上ならば, グルコースの再吸収率は一定である。
② 血しょう中のグルコース濃度が150 mg/100 mL のとき, グルコースの再吸収率は100%である。
③ 図1, 図2の範囲において, 血しょう中のグルコース濃度と原尿中のグルコース濃度は等しい。
④ 血しょう中のグルコース濃度が200 mg/100 mL から400 mg/100 mL に上昇していくと, グルコースの再吸収率は徐々に低下していく。
⑤ 血しょう中のグルコース濃度の上昇とともに, 再吸収されるグルコース量も徐々に増加していくが, 400 mg/100 mL 以上では一定である。

【Ⅲ】 植物の配偶子形成と胚発生に関する次の文章 (A, B) を読み, 下の問い (問1～問9) に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A

被子植物では, 若い雄しべの葯やくの中で が形成される。 は減数分裂(b)を行い, 花粉四分子と呼ばれる4個の未熟花粉の集まりとなる。この未熟花粉は, それぞれが不均等な細胞分裂を行い, 大型の と小型の からなる成熟した花粉が形成される。一方, 雌しべの胚珠の中では, 胚のう母細胞が形成される。胚のう母細胞は減数分裂を行って4個の細胞を生じるが, 4個のうち 個は退化し, 個が胚のう細胞となる。胚のう細胞は 回の核分裂を行い, さらに細胞質分裂が起こることで, 卵細胞や助細胞, 中央細胞などからなる胚のうが形成される。

成熟した花粉がめしべの柱頭につくと, 花粉は発芽して花粉管が伸びる。このとき, 多くの被子植物では伸長した花粉管内で, が分裂を1回(c)行い, 2個の精細胞となる。1個の精細胞は卵細胞と融合し, 受精卵となる。このとき, もう1個の精細胞は中央細胞と融合し胚乳細胞が生じる。

問1 文章中の空欄 ～ に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- - -

- | | | | |
|--------|---------|--------|----------|
| ① 卵原細胞 | ② 花粉母細胞 | ③ 反足細胞 | ④ 花粉管細胞 |
| ⑤ 精原細胞 | ⑥ ろ胞細胞 | ⑦ 雄原細胞 | ⑧ 一次精母細胞 |

問2 文章中の空欄 ～ に入る数値の組合せとして最も適当なものはどれか。

次の①～⑨のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="エ"/>	<input type="text" value="オ"/>	<input type="text" value="カ"/>
①	1	3	1
②	1	3	2
③	1	3	3
④	2	2	1
⑤	2	2	2
⑥	2	2	3
⑦	3	1	1
⑧	3	1	2
⑨	3	1	3

問3 下線部 (a) について、被子植物の特徴として正しいものを過不足なく含むものはどれか。

下の①～⑦のうちから一つ選べ。

- i 地上に進出した最初の植物である。
- ii 胞子体が栄養面で配偶体に依存している。
- iii クロロフィル a やクロロフィル b をもつ。

- ① i ② ii ③ iii ④ i, ii
⑤ i, iii ⑥ ii, iii ⑦ i, ii, iii

問4 下線部 (b) について、減数分裂の説明として適当なものはどれか。次の①～⑥のうちか

ら二つ選べ。

- ① 第一分裂の前期で染色体が複製されるが、第二分裂では複製されない。
- ② 第一分裂では遺伝子の組換えが起こる場合があるが、第二分裂では起こらない。
- ③ 第一分裂では核相は変化しないが、第二分裂において核相が半減する。
- ④ 第一分裂では二価染色体が観察されるが、第二分裂では観察されない。
- ⑤ 第一分裂では細胞質分裂が起こるが、第二分裂では細胞質分裂が起こらない。
- ⑥ 第一分裂では紡錘体すいが観察されるが、第二分裂では観察されない。

問5 下線部 (c) について、花粉管を誘引する物質を合成する細胞と、花粉管の運動の名称の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。

7

	細胞	花粉管の運動
①	卵細胞	負の化学走性
②	卵細胞	正の化学屈性
③	卵細胞	負の重力走性
④	助細胞	負の化学走性
⑤	助細胞	正の化学屈性
⑥	助細胞	負の重力走性
⑦	中央細胞	負の化学走性
⑧	中央細胞	正の化学屈性
⑨	中央細胞	負の重力走性

B

(d) 被子植物の重複受精で生じた受精卵は体細胞分裂をくり返し、将来新しい植物体に成長する胚を形成する。受精後、子房内の珠皮は成長して種皮になり、子房全体は となる。また、胚珠は へと変化する。

イネやトウモロコシでは、胚乳が発達を続け、ここに発芽に必要な養分を蓄える。一方、^(e)一部の植物では、胚乳の発達が途中で止まり、代わりに胚の別の部分に養分を蓄える。このように蓄えられた養分は発芽の際にエネルギー源として利用される。

問6 文章中の空欄 ， に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- -

- | | | |
|------|--------------------|-------|
| ① 胞子 | ② 花托 ^{たく} | ③ 種子 |
| ④ 果実 | ⑤ 胞子体 | ⑥ 前葉体 |

問7 被子植物の受精で生じた受精卵，胚乳細胞，およびその周囲を包み込む珠皮の核相の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	受精卵	胚乳細胞	珠皮
①	$2n$	$2n$	$2n$
②	$2n$	$2n$	$3n$
③	$2n$	$3n$	$2n$
④	$3n$	$2n$	$2n$
⑤	$2n$	$3n$	$3n$
⑥	$3n$	$2n$	$3n$
⑦	$3n$	$3n$	$2n$
⑧	$3n$	$3n$	$3n$

問8 下線部 (d) について、被子植物の胚発生の説明として誤っているものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 受精卵は不均等に分裂し、一方から胚球、もう一方から胚柄が生じる。
- ② 胚球から、幼芽、子葉、胚軸、幼根からなる胚が生じる。
- ③ 胚では、幼芽から茎頂分裂組織と幼根から根端分裂組織が生じる。
- ④ 胚乳細胞では、減数分裂が起こり、核相が半減する。
- ⑤ 胚乳細胞では、胚乳核が分裂をくり返し、その後、細胞質分裂が起こる。

問9 下線部 (e) について、このような植物の養分の貯蔵場所と、生物例の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。

	養分の貯蔵場所	生物例
①	幼芽	カキ
②	幼芽	アブラナ
③	幼芽	ムギ
④	子葉	カキ
⑤	子葉	アブラナ
⑥	子葉	ムギ
⑦	胚軸	カキ
⑧	胚軸	アブラナ
⑨	胚軸	ムギ

【IV】 生態系における物質の生産と循環に関する次の文章（A～C）を読み、下の問い（問1～問10）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A

生態系を構成する生物群集は、大きく生産者と消費者に分けられる。生態系内の物質とエネルギーの移動は、これらの生物が相互に関わる食物連鎖を通して行われる。

生態系のエネルギーと物質の移動の第一段階は生産者である。生産者は水や二酸化炭素、無機窒素化合物などのさまざまな元素やエネルギーを非生物的環境から取り入れ、複雑な物質を生産する。一次消費者は、生産者が生産した物質やエネルギーを利用して生活する。また、二次消費者は一次消費者を捕食してその物質やエネルギーを利用して生活する。したがって生態系を持続するためには、生産者がその場所で安定して生育している必要がある。

問1 下線部（a）に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 生態系の生物群集内では、物質は無機物の形で移動する。
- ② 生態系の生物群集内では、エネルギーは熱エネルギーの形で移動する。
- ③ 物質とエネルギーはともに生態系内を循環する。
- ④ 生態系内のエネルギーの移動は、すべてATPの受け渡しによって行われる。
- ⑤ 生態系内で、物質は循環するがエネルギーは循環しない。

問2 下線部（b）に関連して、窒素分子を取り込んで窒素固定を行う能力をもつ生物として適当なものはどれか。次の①～⑥のうちからすべて選べ。

- ① アゾトバクター ② クラミドモナス ③ ダイズ
- ④ スギゴケ ⑤ 根粒菌 ⑥ クロストリジウム

問3 窒素原子を含む生体物質として適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① グリコーゲン ② クロロフィル ③ クエン酸
- ④ リン脂質 ⑤ セルロース ⑥ ピルビン酸

B

次の図1は、2種類の植物群集における生産構造図である。それぞれの図は一定の面積内に生育する植物体を高さ10 cmごとに刈り取り、各層における光合成器官の乾燥重量（ア）と非光合成器官の乾燥重量（イ），および高さごとの相対照度（破線）の変化を示したものである。

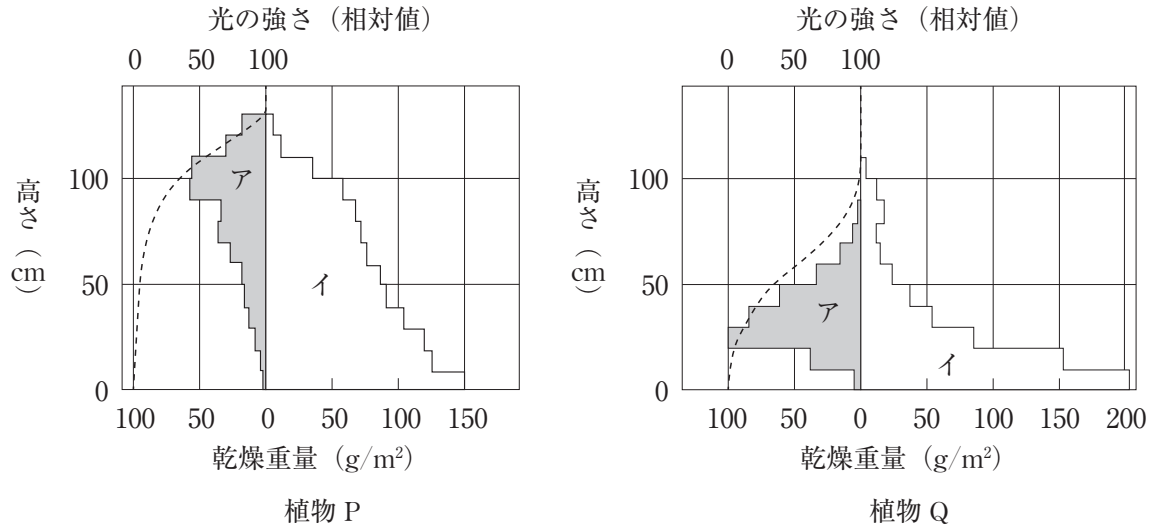


図1

問4 生産構造を調べる方法として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

4

- | | | |
|--------|---------|-----------|
| ① 区画法 | ② 標識再捕法 | ③ 密度勾配遠心法 |
| ④ PCR法 | ⑤ 層別刈取法 | ⑥ サンガー法 |

問5 次のa～dの記述のうち、この調査を行うときの手順として**適当でないもの**の組合せはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- a 植物群落内で、草本の高さがほぼ一定の区画を選ぶ。
- b 刈り取りを行う際、葉の重さは付け根の位置で各層に分ける。
- c 刈り取った植物体が新鮮なうちに、すぐに重量を計量する。
- d 照度計の測光部に光が当たるようにするため、光を遮る葉を除去する。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① a, b | ② a, c | ③ a, d |
| ④ b, c | ⑤ b, d | ⑥ c, d |

問6 次の a～d の記述のうち、図1の植物 Q と比較した際の植物 P の特徴について、正しい説明の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選べ。

- a 低い位置にまで光補償点以上の強さの光が届く。
- b 幅の広い葉が高い位置に水平に広がる。
- c イ/アの比が小さく、物質の消費が少ない。
- d 高い位置の葉と低い位置の葉で、受ける光の量の差が大きい。

- ① a, b ② a, c ③ a, d
- ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d

問7 生産構造図による分類以外にも、休眠芽の位置で植物を分類する方法もあり、ラウンケルの生活形と呼ばれる。次の植物のラウンケルの生活形での分類として適当なものはどれか。次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ユリ・チューリップー サクラ・イチョウー

- ① 一年生植物 ② 半地中植物 ③ 地中植物
- ④ 水生植物 ⑤ 地表植物 ⑥ 地上植物

C

生産者が、一定の期間内に一定の地域で合成する有機物の量を総生産量といい、総生産量から生産者の 量を差し引いた量を純生産量という。純生産量の一部は、被食量や 量となり、残りが生産者の成長量となる。一方、消費者の摂食量から不消化排出量を除いたものを 量という。さらに、 量から消費者自身の 量を差し引いたものを、消費者の 量という。 量の一部は、被食量や死滅量となり、残りが消費者の成長量となる。一次消費者のエネルギー効率^①は、生産者の総生産量に対する一次消費者の 量の割合 (%) を計算することで求められる。

問8 文章中の空欄 , に入る語句の組合せとして最も適当なものはどれか。

次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>
①	呼吸	現存
②	呼吸	枯死
③	現存	呼吸
④	現存	枯死
⑤	枯死	呼吸
⑥	枯死	現存

問9 文章中の空欄 , に入る語句の組合せとして最も適当なものはどれか。

次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="オ"/>	<input type="text" value="カ"/>
①	現存	生産
②	現存	同化
③	生産	同化
④	生産	現存
⑤	同化	生産
⑥	同化	現存

問10 ある森林生態系における生産者の総生産量は $3000 \text{ g/m}^2 \cdot \text{年}$ であり、そのうちの 65 % が 量で、10 % が 量であった。一方、この生態系の一次消費者の摂食量のうち、30 % が 量であり、その量は $42.0 \text{ g/m}^2 \cdot \text{年}$ であった。また、一次消費者の不消化排出量は 1 年あたり 20.0 g/m^2 であった。このとき、次の (1)、(2) に答えよ。

(1) この森林生態系における生産者の 1 年あたりの成長量 (g/m^2) を計算したものととして、最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- | | | | |
|-------|-------|-------|--------|
| ① 30 | ② 61 | ③ 75 | ④ 140 |
| ⑤ 300 | ⑥ 610 | ⑦ 750 | ⑧ 1400 |

(2) この森林生態系における一次消費者のエネルギー効率 (%) を計算したものととして、最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 4.0 | ② 4.7 | ③ 9.4 | ④ 10.0 |
| ⑤ 20.0 | ⑥ 40.0 | ⑦ 47.0 | ⑧ 65.0 |

「生物」の試験問題は、ここまでです。

解答上の注意

1. 解答番号 , , , …には, 特に指示がない限り, 選択肢の数字 (①~⑩) がそれぞれ一つだけ入ります。

例1 , , がそれぞれ⑤, ⑧, ③と答えたいとき

1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
2	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
3	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

2. 一つの解答欄に適切な解答番号を複数個選ぶ場合とすべて選ぶ場合, 1行に該当番号をマークすること。

例2 適切な解答を二つ選ぶ問題において, その解答番号 に適切な選択肢④, ⑤と答えたいとき

4	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

例3 適切な解答を選択肢6つの中からすべて選ぶ問題において, その解答番号 に②, ③, ④と答えたいとき

12	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---