

受験番号						氏名	
------	--	--	--	--	--	----	--

2021 年度

理 科

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はいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～18	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	19～32	
生 物	33～54	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、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ること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を5ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する5ケタをマークせよ。(例)受験番号10025番→

1	0	0	2	5
---	---	---	---	---

と記入。

- ② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。
- ③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。
6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば

15

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことはない。

(例)

解答番号	解 答 欄									
15	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は、必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しにくずが残り、のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数と異なる数をマークした場合は無解答とする。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

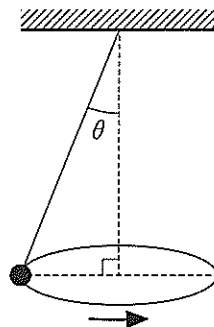
物 理

解答にあたっての諸注意

1. 各設問の後に、解答番号、解答形式、単位が記されているので、その解答様式にしたがって解答すること。
2. 計算に用いる数値は、解答の有効数字の桁数より1桁多くしたものとすること。
3. 各問題を解くために必要な定数を記した定数表や三角関数表を物理の問題の最後に添付した。

第1問 次の文章を読み、下の問(問1～3)に答えよ。

右図に示すように長さが2.0 mの軽い糸の端に質量が1.0 kgのおもりをつけて振り子にして、おもりを水平面内で等速円運動させた。糸が鉛直線となす角は θ であった。ただし、おもりの大きさは糸の長さ比べて無視できるものとする。



問1 θ が 30° のとき、円運動における向心加速度はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 m/s^2

- | | | | | |
|-------|-------|-------|------|------|
| ① 3.3 | ② 5.7 | ③ 9.8 | ④ 13 | ⑤ 17 |
| ⑥ 24 | ⑦ 33 | ⑧ 49 | ⑨ 98 | |

問 2 振り子の周期が 2.0 s のとき、 θ はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 °

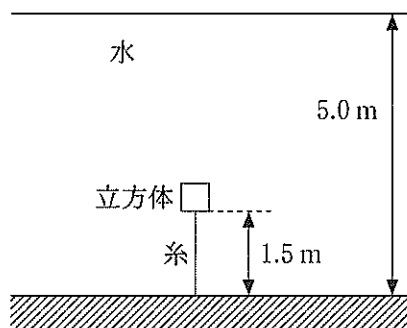
- ① 24 ② 29 ③ 34 ④ 39 ⑤ 44
⑥ 49 ⑦ 55 ⑧ 60 ⑨ 65

問 3 振り子の周期が 2.0 s のとき、糸の張力はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 N

- ① 2.2 ② 5.1 ③ 11 ④ 14 ⑤ 20
⑥ 26 ⑦ 35 ⑧ 52 ⑨ 88

第2問 次の文章を読み、下の問(問1～3)に答えよ。

下図のように、一辺の長さが0.50 mの密度 $\rho = 6.0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ の立方体を、水深5.0 mのプールの底に固定された長さ1.5 mの糸に付けて沈めた。大気圧を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ とする。



問1 立方体の上面が受ける圧力はいくらか。

最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 $\times 10^5 \text{ Pa}$

- ① 0.30 ② 0.60 ③ 0.90 ④ 1.0 ⑤ 1.3
⑥ 1.6 ⑦ 1.9 ⑧ 2.0 ⑨ 2.3

問2 糸の張力はいくらか。

最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 N

- ① 240 ② 290 ③ 340 ④ 390 ⑤ 440
⑥ 490 ⑦ 550 ⑧ 600 ⑨ 650

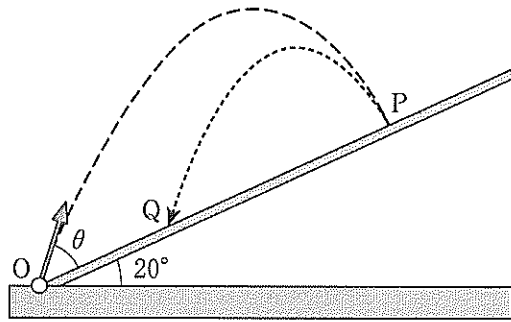
問3 糸を切ると立方体は浮き上がり、そして静止した。立方体の上面は水面から何 m 出ているか。

最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 m

- ① 0.10 ② 0.12 ③ 0.14 ④ 0.16 ⑤ 0.18
⑥ 0.20 ⑦ 0.22 ⑧ 0.24 ⑨ 0.26

第3問 次の文章を読み、下の問(問1～4)に答えよ。

下図のように、傾き 20° のなめらかな斜面の下端 O から斜面と角度 θ のなす向きに小球を速さ 8.0 m/s で投げ上げた。小球は斜面上の点 P で斜面と垂直に衝突した。衝突後、小球ははね返り、斜面上の点 Q で再び斜面と衝突した。



問1 投げ上げた角度 θ はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 $^\circ$

- ① 36 ② 39 ③ 42 ④ 45 ⑤ 48
 ⑥ 51 ⑦ 54 ⑧ 57 ⑨ 60

問2 投げ上げてから小球が点 P に達するまでの時間 t はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 s

- ① 1.0 ② 1.2 ③ 1.4 ④ 1.6 ⑤ 1.8
 ⑥ 2.0 ⑦ 2.4 ⑧ 2.6 ⑨ 2.8

問3 OP 間の距離はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 m

- ① 2.4 ② 2.7 ③ 3.0 ④ 3.3 ⑤ 3.6
 ⑥ 3.9 ⑦ 4.2 ⑧ 4.5 ⑨ 4.8

問 4 小球と斜面との間の反発係数が 0.78 のとき、PQ 間の距離はいくらか。最

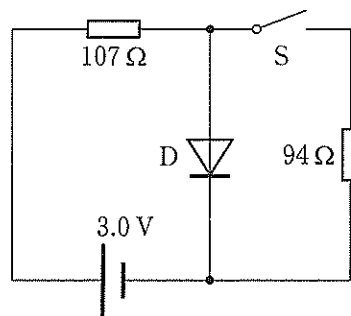
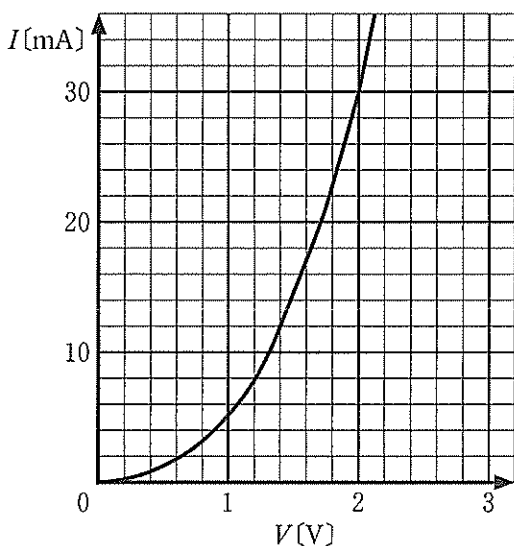
も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 m

① 1.4 ② 1.5 ③ 1.6 ④ 1.7 ⑤ 1.8

⑥ 1.9 ⑦ 2.0 ⑧ 2.1 ⑨ 2.2

第4問 次の文章を読み、下の問(問1～5)に答えよ。

左下図のような電流—電圧特性をもつダイオードDと $107\ \Omega$ と $94\ \Omega$ の2つの抵抗，起電力 $3.0\ \text{V}$ の電池を用いて，右下図のような回路をつくった。電池の内部抵抗は無視でき，スイッチSは開かれている。



問1 ダイオードDを流れる電流はいくらか。最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 mA

- ① 3.0 ② 4.0 ③ 5.0 ④ 6.0 ⑤ 8.0
 ⑥ 10 ⑦ 11 ⑧ 12 ⑨ 14

問2 ダイオードDでの消費電力はいくらか。最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 mW

- ① 12 ② 17 ③ 21 ④ 24 ⑤ 27
 ⑥ 31 ⑦ 35 ⑧ 42 ⑨ 45

問 3 回路全体での消費電力はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 mW

- ① 12 ② 17 ③ 21 ④ 24 ⑤ 27
⑥ 31 ⑦ 35 ⑧ 42 ⑨ 45

問 4 スイッチ S を閉じたとき、ダイオード D を流れる電流はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 mA

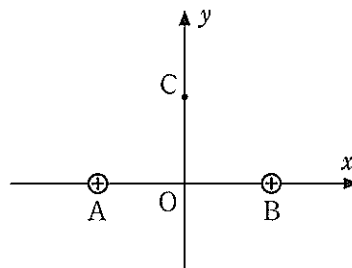
- ① 3.0 ② 4.0 ③ 5.0 ④ 6.0 ⑤ 8.0
⑥ 10 ⑦ 11 ⑧ 12 ⑨ 14

問 5 スイッチ S を閉じたとき、回路全体での消費電力はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 mW

- ① 46 ② 50 ③ 53 ④ 57 ⑤ 61
⑥ 64 ⑦ 68 ⑧ 71 ⑨ 75

第5問 次の文章を読み、下の問(問1～3)に答えよ。

右図のように、 xy 平面上の2点A、Bに電気量の大きさが等しい正の点電荷を置いた。OA、OB間の距離はともに0.50 mである。 y 軸上、原点Oから0.50 m離れた点をCとする。



問1 点電荷どうしが及ぼしあう静電気力の大きさ F が、 $1.0 \times 10^{-13} \text{ N}$ のとき、点電荷の電気量の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 C

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 1.4×10^{-11} | ② 1.8×10^{-11} | ③ 3.3×10^{-11} |
| ④ 7.2×10^{-11} | ⑤ 9.0×10^{-11} | ⑥ 1.4×10^{-12} |
| ⑦ 1.8×10^{-12} | ⑧ 3.3×10^{-12} | ⑨ 7.2×10^{-12} |

問2 点電荷の電気量が $4.0 \times 10^{-15} \text{ C}$ のとき、点Cにおける電場の強さ E はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ N/C

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.0×10^{-5} | ② 1.5×10^{-5} | ③ 3.3×10^{-5} |
| ④ 7.2×10^{-5} | ⑤ 9.0×10^{-5} | ⑥ 1.0×10^{-4} |
| ⑦ 1.5×10^{-4} | ⑧ 3.3×10^{-4} | ⑨ 7.2×10^{-4} |

問 3 点電荷の電気量が $4.0 \times 10^{-15} \text{ C}$ のとき、点 C の電位 V はいくらか。ただし、無限遠を基準とする。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 18 V

① 7.2×10^{-6}

② 9.0×10^{-6}

③ 1.0×10^{-5}

④ 1.5×10^{-5}

⑤ 3.3×10^{-5}

⑥ 7.2×10^{-5}

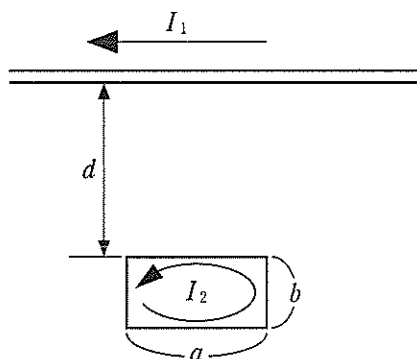
⑦ 9.0×10^{-5}

⑧ 1.0×10^{-4}

⑨ 1.5×10^{-4}

第6問 次の文章を読み、下の問(問1～3)に答えよ。

下図に示すように十分に長い直線導線に電流 $I_1 = 1.5 \text{ A}$ が流れている。この直線導線から間隔 $d = 0.50 \text{ m}$ だけ離れたところに長方形のコイルが置かれており、電流 $I_2 = 2.0 \text{ A}$ が図に示す向きに流れている。このコイルの長辺 a の長さは 0.40 m 、短辺 b の長さは 0.20 m である。



問1 直線電流に近い方の長辺が、直線電流がつくる磁場から受ける力の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 19 N

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.4×10^{-8} | ② 3.4×10^{-8} | ③ 4.8×10^{-8} |
| ④ 7.2×10^{-8} | ⑤ 1.4×10^{-7} | ⑥ 3.4×10^{-7} |
| ⑦ 4.8×10^{-7} | ⑧ 7.2×10^{-7} | ⑨ 1.4×10^{-6} |

問 2 直線電流から遠い方の長辺が、直線電流がつくる磁場から受ける力の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

N

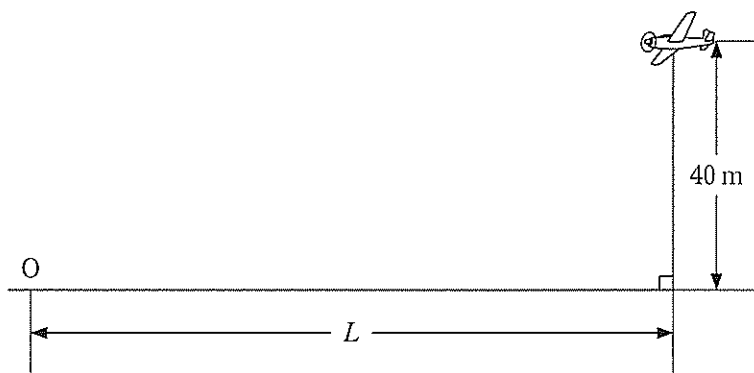
- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.4×10^{-8} | ② 3.4×10^{-8} | ③ 4.8×10^{-8} |
| ④ 7.2×10^{-8} | ⑤ 1.4×10^{-7} | ⑥ 3.4×10^{-7} |
| ⑦ 4.8×10^{-7} | ⑧ 7.2×10^{-7} | ⑨ 1.4×10^{-6} |

問 3 コイル全体が、直線電流がつくる磁場から受ける力の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 N

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.4×10^{-8} | ② 3.4×10^{-8} | ③ 4.8×10^{-8} |
| ④ 7.2×10^{-8} | ⑤ 1.4×10^{-7} | ⑥ 3.4×10^{-7} |
| ⑦ 4.8×10^{-7} | ⑧ 7.2×10^{-7} | ⑨ 1.4×10^{-6} |

第7問 次の文章を読み、下の問(問1～3)に答えよ。

ある一定の周波数の音を発している飛行機が、高度40 mのところを水平かつ直線状に飛行しながら、地表にある観測点の真上を通過していった。図に示したように観測点Oと飛行機との水平方向の距離を L とする。飛行機の速さは一定で、350 km/hであった。ただし音速を350 m/sとする。



問1 飛行機が観測点からじゅうぶん遠方から近づいてきたとき、観測点で観測される音の周波数は2.5 kHzであった。飛行機が発した音の周波数はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 kHz

- ① 1.4 ② 1.8 ③ 2.1 ④ 2.4 ⑤ 2.7
 ⑥ 3.0 ⑦ 3.3 ⑧ 3.6 ⑨ 3.9

問2 飛行機が観測点からじゅうぶん遠方に遠ざかっていったとき、観測点で観測される音の周波数はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 kHz

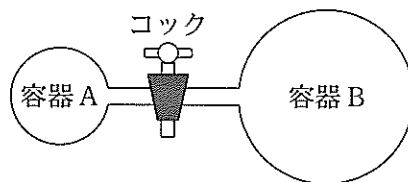
- ① 1.4 ② 1.8 ③ 2.1 ④ 2.4 ⑤ 2.7
 ⑥ 3.0 ⑦ 3.3 ⑧ 3.6 ⑨ 3.9

問 3 飛行機が遠方より近づいてきて L が 80 m になったときに発した音が、観測点に届いたときに観測点で観測される音の周波数はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 kHz

- ① 1.4 ② 1.8 ③ 2.1 ④ 2.4 ⑤ 2.7
⑥ 3.0 ⑦ 3.3 ⑧ 3.6 ⑨ 3.9

第 8 問 次の文章を読み、下の問(問 1 ~ 6)に答えよ。

2つの断熱容器 A, B が右図のように細い管でつながれていて、コックが閉じられている。容積 $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の容器 A には、圧力 $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度 350 K の気体を、容



積 $3.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の容器 B には、圧力 $3.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度 280 K の気体を入れた。その後、コックを開いて十分な時間が経過した後、容器 A、容器 B 内の温度と圧力は同じになり平衡状態に達した。気体と容器との間の熱のやりとりはなく、細い管の容積は無視できるものとする。また、気体は単原子分子理想気体とする。

問 1 コックを開く前の容器 A 中の気体の物質量 n_A はいくらか。最も適当なものを、次の①~⑨のうちから一つ選べ。 mol

- ① 0.11 ② 0.14 ③ 0.17 ④ 0.21 ⑤ 0.25
 ⑥ 0.30 ⑦ 0.36 ⑧ 0.40 ⑨ 0.45

問 2 コックを開く前の容器 B 中の気体の物質量 n_B はいくらか。最も適当なものを、次の①~⑨のうちから一つ選べ。 mol

- ① 0.11 ② 0.14 ③ 0.17 ④ 0.21 ⑤ 0.25
 ⑥ 0.30 ⑦ 0.36 ⑧ 0.40 ⑨ 0.45

問 3 コックを開く前の容器 A 中の気体の内部エネルギー U_A はいくらか。最も適当なものを、次の①~⑨のうちから一つ選べ。 J

- ① 3.0×10^2 ② 4.5×10^2 ③ 6.0×10^2
 ④ 7.5×10^2 ⑤ 9.0×10^2 ⑥ 1.2×10^3
 ⑦ 1.6×10^3 ⑧ 2.2×10^3 ⑨ 2.8×10^3

問 4 コックを開く前の容器 B 中の気体の内部エネルギー U_B はいくらか。最も
適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 J

- ① 3.0×10^2 ② 4.5×10^2 ③ 6.0×10^2
④ 7.5×10^2 ⑤ 9.0×10^2 ⑥ 1.2×10^3
⑦ 1.6×10^3 ⑧ 2.2×10^3 ⑨ 2.8×10^3

問 5 コックを開いた後の気体の温度はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨
のうちから一つ選べ。 K

- ① 270 ② 280 ③ 290 ④ 300 ⑤ 310
⑥ 320 ⑦ 330 ⑧ 340 ⑨ 350

問 6 コックを開いた後の気体の圧力はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨
のうちから一つ選べ。 $\times 10^5$ Pa

- ① 2.5 ② 2.6 ③ 2.7 ④ 2.8 ⑤ 2.9
⑥ 3.0 ⑦ 3.1 ⑧ 3.2 ⑨ 3.3

第9問 次の文章を読み、下の問(問1～3)に答えよ。

ウラン $^{238}_{92}\text{U}$ は放射性崩壊を繰り返して、ラジウム $^{226}_{88}\text{Ra}$ になる。

問1 $^{238}_{92}\text{U}$ が $^{226}_{88}\text{Ra}$ になるまでに、 α 崩壊および β 崩壊はそれぞれ何回起こるか。

最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

α 崩壊： 回， β 崩壊： 回

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

ラジウム $^{226}_{88}\text{Ra}$ は、さらに放射性崩壊を繰り返して、最終的に安定な鉛の同位体 $^{206}_{82}\text{Pb}$ になる。

問2 この鉛の同位体の質量数はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑨のうち

から一つ選べ。

- ① 203 ② 205 ③ 206 ④ 208 ⑤ 209
⑥ 211 ⑦ 212 ⑧ 215 ⑨ 216

問3 $^{226}_{88}\text{Ra}$ が $^{206}_{82}\text{Pb}$ になるまでに、 α 崩壊および β 崩壊はそれぞれ何回起こるか。

最も適当なものを、①～⑨のうちから一つ選べ。

α 崩壊： 回， β 崩壊： 回

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

三角関数表

角		正弦	余弦	正接	角		正弦	余弦	正接
度	ラジアン				度	ラジアン			
[°]	[rad]	sin	cos	tan	[°]	[rad]	sin	cos	tan
0	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	45	0.7854	0.7071	0.7071	1.0000
1	0.0175	0.0175	0.9998	0.0175	46	0.8029	0.7193	0.6947	1.0355
2	0.0349	0.0349	0.9994	0.0349	47	0.8203	0.7314	0.6820	1.0724
3	0.0524	0.0523	0.9986	0.0524	48	0.8378	0.7431	0.6691	1.1106
4	0.0698	0.0698	0.9976	0.0699	49	0.8552	0.7547	0.6561	1.1504
5	0.0873	0.0872	0.9962	0.0875	50	0.8727	0.7660	0.6428	1.1918
6	0.1047	0.1045	0.9945	0.1051	51	0.8901	0.7771	0.6293	1.2349
7	0.1222	0.1219	0.9925	0.1228	52	0.9076	0.7880	0.6157	1.2799
8	0.1396	0.1392	0.9903	0.1405	53	0.9250	0.7986	0.6018	1.3270
9	0.1571	0.1564	0.9877	0.1584	54	0.9425	0.8090	0.5878	1.3764
10	0.1745	0.1736	0.9848	0.1763	55	0.9599	0.8192	0.5736	1.4281
11	0.1920	0.1908	0.9816	0.1944	56	0.9774	0.8290	0.5592	1.4826
12	0.2094	0.2079	0.9781	0.2126	57	0.9948	0.8387	0.5446	1.5399
13	0.2269	0.2250	0.9744	0.2309	58	1.0123	0.8480	0.5299	1.6003
14	0.2443	0.2419	0.9703	0.2493	59	1.0297	0.8572	0.5150	1.6643
15	0.2618	0.2588	0.9659	0.2679	60	1.0472	0.8660	0.5000	1.7321
16	0.2793	0.2756	0.9613	0.2867	61	1.0647	0.8746	0.4848	1.8040
17	0.2967	0.2924	0.9563	0.3057	62	1.0821	0.8829	0.4695	1.8807
18	0.3142	0.3090	0.9511	0.3249	63	1.0996	0.8910	0.4540	1.9626
19	0.3316	0.3256	0.9455	0.3443	64	1.1170	0.8988	0.4384	2.0503
20	0.3491	0.3420	0.9397	0.3640	65	1.1345	0.9063	0.4226	2.1445
21	0.3665	0.3584	0.9336	0.3839	66	1.1519	0.9135	0.4067	2.2460
22	0.3840	0.3746	0.9272	0.4040	67	1.1694	0.9205	0.3907	2.3559
23	0.4014	0.3907	0.9205	0.4245	68	1.1868	0.9272	0.3746	2.4751
24	0.4189	0.4067	0.9135	0.4452	69	1.2043	0.9336	0.3584	2.6051
25	0.4363	0.4226	0.9063	0.4663	70	1.2217	0.9397	0.3420	2.7475
26	0.4538	0.4384	0.8988	0.4877	71	1.2392	0.9455	0.3256	2.9042
27	0.4712	0.4540	0.8910	0.5095	72	1.2566	0.9511	0.3090	3.0777
28	0.4887	0.4695	0.8829	0.5317	73	1.2741	0.9563	0.2924	3.2709
29	0.5061	0.4848	0.8746	0.5543	74	1.2915	0.9613	0.2756	3.4874
30	0.5236	0.5000	0.8660	0.5774	75	1.3090	0.9659	0.2588	3.7321
31	0.5411	0.5150	0.8572	0.6009	76	1.3265	0.9703	0.2419	4.0108
32	0.5585	0.5299	0.8480	0.6249	77	1.3439	0.9744	0.2250	4.3315
33	0.5760	0.5446	0.8387	0.6494	78	1.3614	0.9781	0.2079	4.7046
34	0.5934	0.5592	0.8290	0.6745	79	1.3788	0.9816	0.1908	5.1446
35	0.6109	0.5736	0.8192	0.7002	80	1.3963	0.9848	0.1736	5.6713
36	0.6283	0.5878	0.8090	0.7265	81	1.4137	0.9877	0.1564	6.3138
37	0.6458	0.6018	0.7986	0.7536	82	1.4312	0.9903	0.1392	7.1154
38	0.6632	0.6157	0.7880	0.7813	83	1.4486	0.9925	0.1219	8.1443
39	0.6807	0.6293	0.7771	0.8098	84	1.4661	0.9945	0.1045	9.5144
40	0.6981	0.6428	0.7660	0.8391	85	1.4835	0.9962	0.0872	11.4301
41	0.7156	0.6561	0.7547	0.8693	86	1.5010	0.9976	0.0698	14.3007
42	0.7330	0.6691	0.7431	0.9004	87	1.5184	0.9986	0.0523	19.0811
43	0.7505	0.6820	0.7314	0.9325	88	1.5359	0.9994	0.0349	28.6363
44	0.7679	0.6947	0.7193	0.9657	89	1.5533	0.9998	0.0175	57.2900
45	0.7854	0.7071	0.7071	1.0000	90	1.5708	1.0000	0.0000	

物理定数表

名 称	記 号	数 値	単 位
標準重力加速度	g	9.80665	m/s ²
万有引力定数	G	6.673×10^{-11}	N·m ² /kg ²
絶対零度		-273.15	°C
熱の仕事当量	J	4.186	J/cal
気体定数	R	8.314	J/(mol·K)
標準大気圧(1気圧)	1 atm	1.01325×10^5	Pa
定積モル比熱	$C_V = 3R/2$	12.5	J/(mol·K)
定圧モル比熱	$C_P = 5R/2$	20.8	J/(mol·K)
乾燥空気中の音の速さ (0°C)	V	331.5	m/s
乾燥空気の密度(0°C)	ρ	1.293	kg/m ³
真空中の光の速さ	c	2.99792458×10^8	m/s
真空中のクーロンの法則 の定数	k_0	8.988×10^9	N·m ² /C ²
真空の誘電率	ϵ_0	8.854×10^{-12}	F/m
真空の透磁率	μ_0	1.257×10^{-6}	N/A ² またはH/m
電子の質量	m_e	9.109×10^{-31}	kg
電気素量	e	1.602×10^{-19}	C
電子の比電荷	e/m_e	1.759×10^{11}	C/kg
陽子の質量	m_p	1.673×10^{-27}	kg
中性子の質量	m_n	1.675×10^{-27}	kg
アボガドロ定数	N_A	6.022×10^{23}	mol ⁻¹
プランク定数	h	6.626×10^{-34}	J·s
統一原子質量単位	1 u	1.661×10^{-27}	kg

化 学

(注意) 問題文中に指定がない場合、解答にあたって必要ならば、次の数値および条件を用いよ。

原子量 : H = 1.01, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Cl = 35.5, K = 39.1, Ca = 40.1, Cu = 63.5, S = 32.1

気体はすべて、理想気体としてふるまうものとする。

第1問 以下の問1～5の各群の①～⑤の中には、それぞれの問いの指示に該当するものが一つだけあるか、一つもないかのいずれかである。指示に該当するものが①～⑤の中に存在する場合は、①～⑤のうちから最も適切なものを一つ選べ。該当するものがない場合は⑥を選べ。

問 1

1

指示：誤りを含まないもの

- ① 金属結晶中では、金属原子が規則正しく配列している。この金属原子の価電子は構成するすべての原子に共有される形で結晶中を自由に移動できる。このような電子を共有電子対という。
- ② イオン結晶は一般に、陽性の強い非金属元素と陰性の強い金属元素からなる。このような結晶は比較的硬く、割れにくい。
- ③ ダイヤモンドCは多数の原子が次々と共有結合のみで結びついた分子結晶である。
- ④ フッ素F₂、塩素Cl₂、臭素Br₂、およびヨウ素I₂では、それぞれの分子間はファンデルワールスカという弱い引力で引き付けられている。上記4つの物質を比べると、フッ素の沸点が一番高く、ヨウ素の沸点が一番低い。
- ⑤ 石英ガラスでは、ケイ素原子Siと酸素原子Oの配列が不規則で、石英のような空間的な規則性はくずれている。
- ⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 2 2

指示：誤りを含まないもの

- ① アルカン C_nH_{2n+2} が完全燃焼するときが発生する燃焼熱は、一般に、炭素数 n が大きいアルカンほど小さくなる。
- ② 水分子をメタン CH_4 分子が取り囲んで網目状(またはかごのような)構造となったものを、メタンハイドレートという。
- ③ メタンに、メタン分子中の4つの水素原子がすべて塩素原子に置き換わるために十分な量の塩素を混ぜて光(紫外線)を当てると、メタン中の水素原子は塩素原子と順次付加反応し、四塩化炭素に変化する。
- ④ 鉄粉を触媒にしてベンゼンに塩素を反応させると、ヘキサクロロシクロヘキサン $C_6H_6Cl_6$ がおもに生成する。
- ⑤ シクロアルkanは、アルkanの構造異性体である。
- ⑥ (①~⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 3 3

指示：誤りを含まないもの(ただし、選択肢中の下線部の記述は正しいものとする)

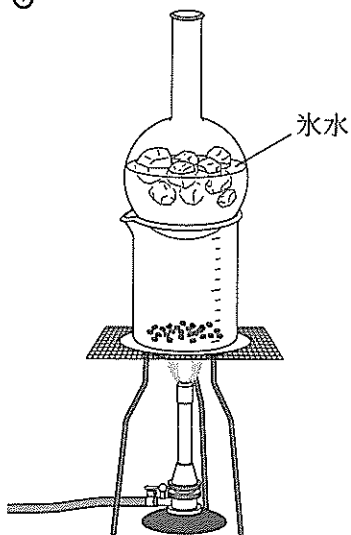
- ① ゴルとは、たとえば加熱したり冷却したりすることにより、コロイド溶液が流動性を失って固まった状態のことをいう。
- ② 正の電荷を帯びている水酸化鉄(Ⅲ) $Fe(OH)_3$ のコロイド溶液に、塩化ナトリウム $NaCl$ あるいは硫酸ナトリウム Na_2SO_4 を加えるとき、硫酸ナトリウムの方がより少ない物質でコロイド粒子を沈殿させることができる。
- ③ 疎水コロイドに一定量以上の親水コロイドを加えると、疎水コロイド粒子が親水コロイド粒子を取り囲む。
- ④ タンパク質やデンプンのような分子量の大きな分子は、1つの分子でコロイド粒子の大きさをもつ。このようなコロイドをミセルコロイドという。
- ⑤ 負の電荷を帯びている粘土 のコロイド溶液に電極を浸して直流電圧をかけると、コロイド粒子は陰極のほうに移動する。
- ⑥ (①~⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 4

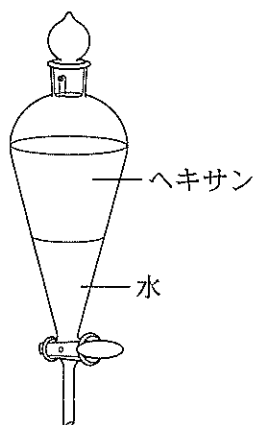
4

指示：混合物を分離・精製する装置にあてはまらないもの

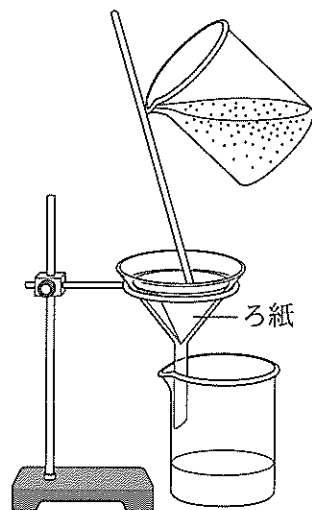
①



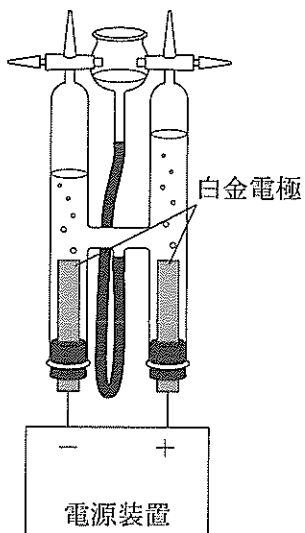
②



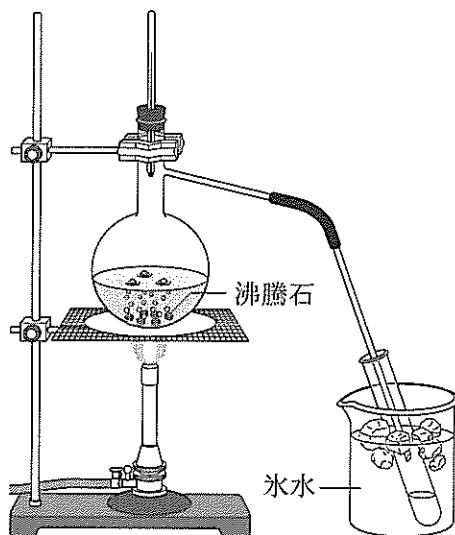
③



④



⑤



⑥ (①～⑤はすべて、混合物を分離・精製する装置にあてはまる。)

問 5 5

指示：誤りを含まないもの

- ① ポリプロピレン，ヨウ素の単体，黒鉛，臭化カリウム，およびポリスチレンのうち，固体状態で電気を最もよく通す物質は，ヨウ素の単体である。
- ② 炭素と酸素とでは電気陰性度が大きく異なるため，炭素—酸素結合を多く含む酢酸エチルは水に溶けやすい。
- ③ 臭化カリウムを水に入れると，カリウムイオンと臭化物イオンはそれぞれ水分子に取り囲まれた水和イオンとなって溶解する。
- ④ リン酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で過不足なく中和して得られた正塩の水溶液の pH は 7 である。
- ⑤ ナトリウムの単体が水と反応するとき，ナトリウムが酸化され，酸素が還元される。
- ⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

第2問 ケイ素に関する次の文章を読み、以下の各問(問1～4)に答えよ。

単体のケイ素は、結晶中でダイヤモンドと同じ四面体構造をもつ。その結晶の単位格子(図1)は立方体である。単位格子の各辺を二等分して8個の小立方体に分割すると、2種類の小立方体が4個ずつできる。その一方は小立方体の4つの頂点と中心にケイ素原子をもつ。他方は4つの頂点にのみケイ素原子をもち、その中心にはケイ素原子をもたない。単位格子中では、これらの小立方体は互いに異なる種類の小立方体とのみ面を共有している。ケイ素原子が占める各小立方体の4つの頂点は、単位格子の面の中心または頂点のいずれかとなっている。図1に描かれた黒丸はケイ素原子の位置のみを表し、大きさは表さない。また、ケイ素原子は球として考え、最も近い位置にあるケイ素原子同士は互いに接しているものとする。単位格子内では1個のケイ素原子に[あ]個のケイ素原子が接している。単位格子内にケイ素原子は[い]個含まれている。単位格子の一辺の長さを L [cm]、ケイ素のモル質量を M [g/mol]、密度を d [g/cm³]、円周率を π とすると、ケイ素原子の直径は[う][cm]、単位格子の体積に占めるケイ素原子の体積の割合(充填率)は[え][%]、アボガドロ定数 N_A は[お][1/mol]と表される。

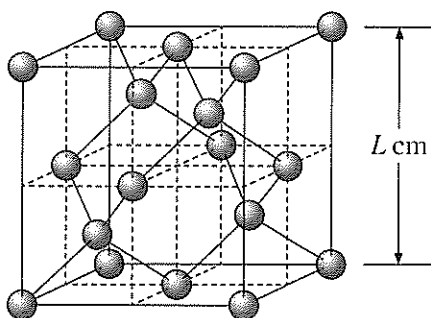


図1 ケイ素の単体の結晶の単位格子

問 1 問題文中の[あ]と[い]にあてはまる数字として最も適切なものを、以下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

[あ] 個 [い] 個

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

問 2 問題文中の[う]にあてはまる式として最も適切なものを、以下の①～⑨のうちから一つ選べ。

cm

- ① $\frac{\sqrt{3}}{4}L$ ② $\frac{\sqrt{2}}{8}L$ ③ $\frac{1}{8}L$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}L$ ⑤ $\frac{4\sqrt{3}}{3}L$
 ⑥ $\frac{\sqrt{2}}{2}L$ ⑦ $\frac{\sqrt{3}}{8}L$ ⑧ $\frac{\sqrt{2}}{4}L$ ⑨ $\frac{8\sqrt{2}}{3}L$

問 3 問題文中の[え]にあてはまる式として最も適切なものを、以下の①～⑨のうちから一つ選べ。

%

- ① $\frac{\sqrt{3}}{16}\pi$ ② $\frac{25\sqrt{3}}{4}\pi$ ③ $\frac{25\sqrt{3}}{64}\pi$ ④ $\frac{\sqrt{2}}{25}\pi$ ⑤ $\frac{5}{48}\pi$
 ⑥ $\frac{125}{12}\pi$ ⑦ $\frac{25\sqrt{2}}{6}\pi$ ⑧ $\frac{\sqrt{2}}{16}\pi$ ⑨ $\frac{25\sqrt{2}}{4}\pi$

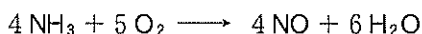
問 4 問題文中の[お]にあてはまる式として最も適切なものを、以下の①～⑧のうちから一つ選べ。

/mol

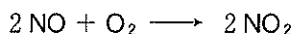
- ① $\frac{8M}{dL^3}$ ② $\frac{dL^3}{8M}$ ③ $\frac{4M}{dL^3}$ ④ $\frac{dL^3}{4M}$
 ⑤ $\frac{2M}{dL^3}$ ⑥ $\frac{dL^3}{2M}$ ⑦ $\frac{M}{dL^3}$ ⑧ $\frac{dL^3}{M}$

第3問 硝酸 HNO_3 は次に示す(A), (B), (C)の3段階の工程により工業的に製造される。工程(A)~(C)ではどの反応もすべて、必要な酸素あるいは水が十分に供給されて完全に進行するものとして、以下の各問(問1~5)に答えよ。なお、水溶液中では硝酸は完全に電離するものとする。

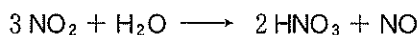
(A) 空気と白金 Pt 触媒を用いてアンモニア NH_3 を酸化して、一酸化窒素 NO とする。



(B) 一酸化窒素をさらに酸化して、二酸化窒素 NO_2 とする。



(C) 二酸化窒素を水に溶かして硝酸とする。



ここで生じる一酸化窒素は工程(B)に戻り、さらに酸化され、再び工程(C)を経由して最終的にすべて硝酸になる。

問1 アンモニアにおける窒素原子の酸化数はいくらか。以下の①~⑪のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

11

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① - 5 | ② - 4 | ③ - 3 | ④ - 2 |
| ⑤ - 1 | ⑥ 0 | ⑦ + 1 | ⑧ + 2 |
| ⑨ + 3 | ⑩ + 4 | ⑪ + 5 | |

問2 硝酸における窒素原子の酸化数はいくらか。以下の①~⑪のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

12

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① - 5 | ② - 4 | ③ - 3 | ④ - 2 |
| ⑤ - 1 | ⑥ 0 | ⑦ + 1 | ⑧ + 2 |
| ⑨ + 3 | ⑩ + 4 | ⑪ + 5 | |

問 3 アンモニア 1.00 mol から前記(A), (B), (C)の工程を経て最終的に生成した硝酸をすべて水に溶解させ、25℃で密度 1.36 g/cm³、濃度 13.0 mol/L の濃硝酸とすると、得られる 13.0 mol/L の濃硝酸は 25℃で理論上何 g となるか。以下の①～⑪のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

g

- ① 28.3 ② 52.3 ③ 56.6 ④ 76.9
 ⑤ 100 ⑥ 105 ⑦ 113 ⑧ 136
 ⑨ 153 ⑩ 209 ⑪ 384

問 4 0.170 g のアンモニアから前記(A), (B), (C)の工程を経て最終的に生成した硝酸のちょうど半分に水を加えて 1.50 L の水溶液イにした。25.0℃においてこの水溶液イの水素イオン濃度[H⁺]は何 mol/L か。最も適切な数値を、以下の①～⑪のうちから一つ選べ。ただし、この温度における水のイオン積 K_w を $K_w = 1.00 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ とする。

mol/L

- ① 1.02×10^{-12} ② 1.53×10^{-12} ③ 2.04×10^{-12} ④ 3.05×10^{-12}
 ⑤ 6.01×10^{-12} ⑥ 8.99×10^{-4} ⑦ 1.66×10^{-3} ⑧ 3.33×10^{-3}
 ⑨ 4.91×10^{-3} ⑩ 6.55×10^{-3} ⑪ 9.82×10^{-3}

問 5 問 4 の水溶液イを中和するには、0.120 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が何 mL 必要か。以下の①～⑪のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

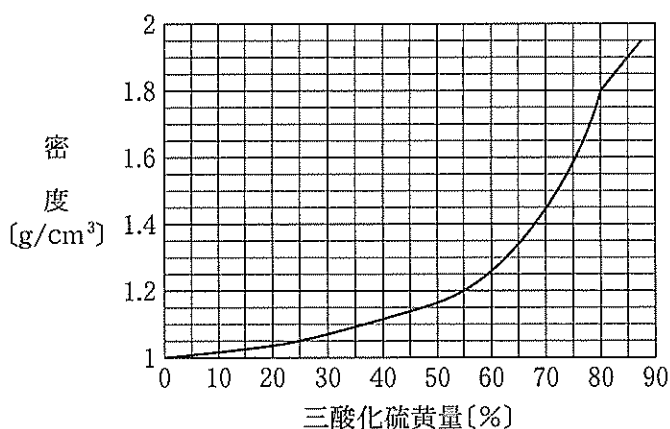
mL

- ① 11.2 ② 13.5 ③ 20.0 ④ 20.8
 ⑤ 22.5 ⑥ 25.0 ⑦ 41.6 ⑧ 49.9
 ⑨ 83.2 ⑩ 99.8 ⑪ 166

第4問 硫酸とその関連物質について、グラフにもとづいて以下の問い(問1～5)に答えよ。

三酸化硫黄 SO_3 は、水に溶かすと水分子と反応して硫酸 H_2SO_4 となる。その際、三酸化硫黄と水との物質量の比に応じた濃度の硫酸が得られる。理論的には比が1のときに純粋な硫酸が得られることになる。また、三酸化硫黄は純粋な硫酸にも溶かすことができる。こうして得られる溶液は発煙硫酸とよばれる。発煙硫酸は、三酸化硫黄を水に溶かす際に、水に対する物質量の比が1を超える場合に得られる溶液と考えることもできる。

グラフは三酸化硫黄を水に溶かす実験において、得られる溶液の密度と加えた三酸化硫黄の量(水と反応する前の三酸化硫黄の質量を、得られる溶液に対する質量パーセント濃度で表した値。これを「三酸化硫黄量」とする)との関係を表したものである。本問では「三酸化硫黄量」と『硫酸の濃度』とは区別せよ。純粋な硫酸と水を同じ質量ずつ混ぜたときに得られる溶液中の『硫酸の濃度』は50.0%だが、「三酸化硫黄量」は50.0%ではない。なお、2種類の溶液を混合して得られる溶液の体積は、混合前の両者の体積の和に等しいとし、実験における発熱や溶液の温度が密度に与える影響は無視できるものとする。



グラフ 溶液の密度と三酸化硫黄量の関係

問 1 『硫酸の濃度』が 50.0 % の溶液の密度は何 g/cm^3 か。以下の①～⑩のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

g/cm^3

- ① 0.91 ② 1.08 ③ 1.12 ④ 1.16
⑤ 1.32 ⑥ 1.38 ⑦ 1.42 ⑧ 1.68
⑨ 1.82 ⑩ 1.90

問 2 「三酸化硫黄量」が 25.0 % の溶液における『硫酸の濃度』は何 mol/L か。以下の①～⑩のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

mol/L

- ① 2.7 ② 2.8 ③ 2.9 ④ 3.3
⑤ 3.6 ⑥ 3.8 ⑦ 4.5 ⑧ 4.7
⑨ 5.8 ⑩ 10.7

問 3 密度が $1.20 \text{ g}/\text{cm}^3$ の溶液における『硫酸の濃度』は何 % か。以下の①～⑩のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

%

- ① 5.6 ② 6.9 ③ 8.2 ④ 12 ⑤ 18
⑥ 54 ⑦ 55 ⑧ 66 ⑨ 67 ⑩ 92

問 4 「三酸化硫黄量」が 80.0 % と 55.0 % の溶液を、同一体積ずつ混合して得られる溶液の『硫酸の濃度』は何 mol/L か。以下の①～⑩のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

mol/L

- ① 7.1 ② 8.7 ③ 11 ④ 13
⑤ 21 ⑥ 23 ⑦ 26 ⑧ 43
⑨ 50 ⑩ 61 ⑪ 68

問 5 発煙硫酸の濃度は、純粋な硫酸に溶けた三酸化硫黄の質量パーセント濃度として表示することもできる。溶液の質量の 80.0 % が純粋な硫酸で残りの 20.0 % が三酸化硫黄である発煙硫酸は 20.0 % 発煙硫酸となる。では、「三酸化硫黄量」85.0 % の溶液は何%発煙硫酸か。以下の①～⑪のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

% 発煙硫酸

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 2.0 | ② 4.3 | ③ 5.6 | ④ 9.0 |
| ⑤ 16 | ⑥ 18 | ⑦ 20 | ⑧ 22 |
| ⑨ 27 | ⑩ 70 | ⑪ 120 | |

第5問 次の各実験に関する以下の各問(問1～8)に答えよ。

実験1：ベンゼン C_6H_6 に濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を加え、加熱すると、主生成物として、水に溶けにくく水よりも重い、室温で液体の有機化合物Aが得られた。

実験2：化合物Aを塩酸中で鉄粉Feと反応させると、主生成物として有機化合物Bの塩が得られた。

実験3：トルエン C_7H_8 を過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 水溶液と反応させると、有機化合物Cの塩が得られた。

実験4：化合物Bを冷やししながら、塩酸と亜硝酸ナトリウム $NaNO_2$ を反応させると、有機化合物Dの水溶液が得られた。得られた水溶液を温めると、気体Eが発生し、有機化合物Fが生成した。

実験5：化合物FをナトリウムNaの単体と反応させると、気体Gが発生し、化合物Fは化合物Hに変化した。

実験6：実験2の主生成物である化合物Bの塩を化合物Hと水溶液中で反応させると、化合物Bと化合物Fにそれぞれ変化した。

問1 化合物Bと化合物Cの脱水縮合反応によって生成する官能基を主な官能基として含む物質を、以下の①～⑪のうちからすべて選べ。正解は一つだけの場合もあり得る。

21

- | | |
|-----------------|------------|
| ① ポリスチレン | ② タンパク質 |
| ③ ポリエチレンテレフタレート | ④ ビニロン |
| ⑤ ナイロン6 | ⑥ 綿 |
| ⑦ 絹 | ⑧ フェノール樹脂 |
| ⑨ アミラーゼ | ⑩ 羊毛(ケラチン) |
| ⑪ グリコーゲン | |

問 2 化合物 C と化合物 F の脱水縮合反応によって生成する官能基を主な官能基として含む物質を、以下の①～⑩のうちからすべて選べ。正解は一つだけの場合もあり得る。

22

- | | |
|-----------------|-----------|
| ① ポリスチレン | ② ラード(豚脂) |
| ③ ポリエチレンテレフタレート | ④ アミロペクチン |
| ⑤ ナイロン 6 | ⑥ 綿 |
| ⑦ デンプン | ⑧ フェノール樹脂 |
| ⑨ アセチルサリチル酸 | ⑩ 脂肪酸 |
| ⑪ グリコーゲン | |

問 3 化合物 A, B, C, F, および H のうち、塩基性が最も強いものを、以下の①～⑤のうちから一つ選べ。

23

- ① A ② B ③ C ④ F ⑤ H

問 4 気体 E として最も適切なものを、以下の①～⑩のうちから一つ選べ。

24

- | | | |
|---------|---------|--------|
| ① 一酸化炭素 | ② エタン | ③ 塩化水素 |
| ④ 酸素 | ⑤ 水素 | ⑥ 炭素 |
| ⑦ 窒素 | ⑧ 二酸化炭素 | ⑨ メタン |
| ⑩ メタノール | ⑪ 硫化水素 | |

問 5 気体 G として最も適切なものを、以下の①～⑩のうちから一つ選べ。

25

- | | | | |
|---------|-------|---------|---------|
| ① 一酸化炭素 | ② エタン | ③ 塩化水素 | ④ 酸素 |
| ⑤ 水素 | ⑥ 炭素 | ⑦ 窒素 | ⑧ 二酸化炭素 |
| ⑨ 二酸化硫黄 | ⑩ メタン | ⑪ メタノール | |

問 6 化合物 D の冷却した水溶液に化合物 H の水溶液を少量加えたときに観察される変化として最も適切なものを、以下の①～⑪のうちから一つ選べ。

26

- | | |
|----------------|---------------------|
| ① 橙赤色に変化した。 | ② 緑色に変化した。 |
| ③ 濃青色に変化した。 | ④ 無色透明な水溶液となった。 |
| ⑤ 褐色の気体が発生した。 | ⑥ 無色で刺激臭のある気体が発生した。 |
| ⑦ 淡黄色の気体が発生した。 | ⑧ 無色で腐卵臭のある気体が発生した。 |
| ⑨ 白色沈殿が生成した。 | ⑩ 濃青色沈殿が生成した。 |
| ⑪ 黒色沈殿が生成した。 | |

問 7 化合物 H の水溶液に化合物 I の気体を通じると、化合物 F が遊離した。化合物 I として最も適切なものを、以下の①～⑪のうちから一つ選べ。ただし、化合物 I は標準状態 (0℃, 1 気圧) で気体である。

27

- | | | | |
|---------|---------|-------|---------|
| ① アンモニア | ② 一酸化炭素 | ③ エタン | ④ 酸素 |
| ⑤ 水素 | ⑥ 炭素 | ⑦ 窒素 | ⑧ 二酸化炭素 |
| ⑨ メタン | ⑩ メタノール | ⑪ 硫酸 | |

問 8 化合物 H と化合物 I を高温高圧で反応させ、生成物を中和すると、化合物 C と同じ官能基をもつ化合物 J が得られる。化合物 J の質量に占める炭素の割合は何%か。以下の①～⑪のうちから最も適切な数値を一つ選べ。

28 %

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 51.2 | ② 52.4 | ③ 57.8 | ④ 60.8 |
| ⑤ 63.1 | ⑥ 68.8 | ⑦ 70.5 | ⑧ 72.7 |
| ⑨ 76.5 | ⑩ 85.7 | ⑪ 92.2 | |

生 物

(注意) 計算値の解答をマークするときは、桁に満たない解答欄には0を選んでマークせよ。

第1問 以下の問い(問1～8)に示す語句について、①～⑥の中に誤っているものが一つあるか、あるいは①～⑥のすべてが正しいかのどちらかである。①～⑥の中に誤りがある場合にはその記号を、①～⑥のすべてが正しい場合には⑦を選んで、解答欄にマークせよ。なお、補足の文章がある問いはその文章を読んでから解答せよ。解答番号 ～

問1 生体防御に関わるタンパク質

- ① トル(Toll)様受容体は、マクロファージや樹状細胞に存在し、病原体に広く共通する分子構造のパターンを認識する。
- ② B細胞受容体は、B細胞の細胞膜に存在する免疫グロブリンであり、Y字形の2つの先端部分にある可変部で抗原を認識する。
- ③ T細胞受容体は、ヘルパーT細胞とキラーT細胞の細胞膜に存在し、抗原とMHC分子の複合体を認識する。
- ④ MHC分子は、樹状細胞やB細胞の細胞膜で抗原を提示する分子であり、細胞内に取り込んで分解した異物の一部と結合する。
- ⑤ リゾチームは、皮膚や粘膜からの分泌液に含まれる化学的防御に関わる酵素であり、細菌の細胞膜を破壊する。
- ⑥ サイトカインは、食作用で異物を取り込んだマクロファージなどから分泌され、血管を拡張させる作用をもつ。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 2 家系図中の各個体が病気 X を発症する確率と病気 X の対立遺伝子を保有する確率 2

図 1 の家系図は、有性生殖を行うある生物の各個体の親子関係を表している。病気 X の原因となる劣性の対立遺伝子は常染色体上に存在し、劣性の対立遺伝子の集団中の頻度は 0.02 である。病気 X の対立遺伝子に関して、個体アは優性の対立遺伝子のホモ接合体であり、個体イはヘテロ接合体である。個体エとカの間には血縁関係はない。なお、劣性の対立遺伝子のホモ接合体が病気 X を発症するが、その成体は子をつくることができる。また、突然変異は起こらないものとする。

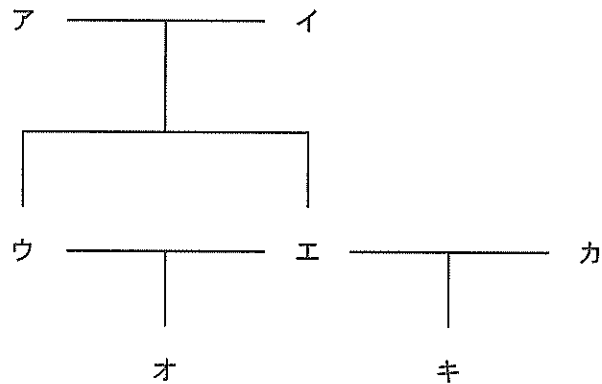


図 1

- ① 個体イが病気 X を発症する確率は 0 % である。
- ② 個体ウが病気 X を発症する確率は 0 % である。
- ③ 個体エがヘテロ接合体となる確率は 50 % である。
- ④ 個体オが優性の対立遺伝子のホモ接合体である確率は 56.25 % である。
- ⑤ 個体カが劣性の対立遺伝子のホモ接合体である確率は 0.04 % である。
- ⑥ 個体キが病気 X を発症する確率は 0.01 % である。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 3 植物ホルモン

3

- ① エチレンは、気体状のホルモンで、リンゴの果実の成熟を促進したり、離層形成を促進したりする。
- ② サイトカイニンは、花や葉の老化を遅らせる働きがあり、切り花を長持ちさせることができる。
- ③ ジベレリンは、初めはイネ馬鹿苗病菌から分離されたホルモンで、ブドウの子房の発達を促進する。
- ④ フロリゲンは、葉で合成されて師管を通して伝わるホルモンで、イチゴの花床の成長を促進する。
- ⑤ ジャスモン酸は、タンパク質分解酵素の阻害物質の合成を促進し、食害から植物体を防御する。
- ⑥ アブシシン酸は、孔辺細胞の膨圧を低下させて気孔の閉鎖を促進したり、胚の成長を停止して種子の発芽を抑制したりする。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 4 呼吸基質の推定 4

図 2 に示す実験装置を用意し、フラスコ内のビーカー中の液体と発芽種子の植物種が異なること以外は同じ条件で実験を行った。活栓を閉じた状態で、一定時間後のフラスコ内の気体の減少量(mm^3)を測定した(表 1)。ただし、植物ク～コの種子は炭水化物、脂質、タンパク質のうち、いずれか 1 つを呼吸基質として利用するものとする。

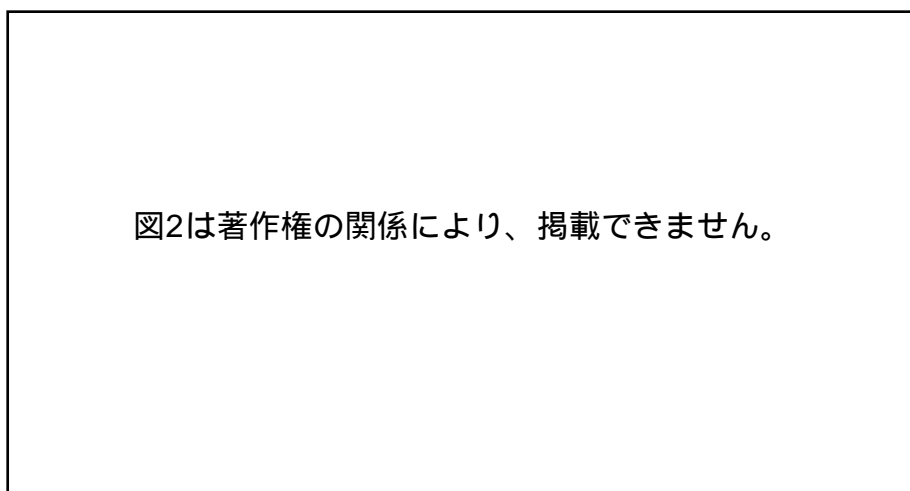


表 1

	フラスコ A	フラスコ B
植物ク	147	29
植物ケ	180	35
植物コ	154	3

- ① すべての実験で着色液はフラスコ側に移動した。
- ② 植物クは 147 mm^3 の酸素を吸収した。
- ③ 植物コは 151 mm^3 の二酸化炭素を放出した。
- ④ 植物クの呼吸商は約 0.80 と計算できる。
- ⑤ 植物ケの呼吸基質はタンパク質であると推定できる。
- ⑥ 植物コの呼吸基質は炭水化物であると推定できる。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 5 健康なヒトの循環系 5

図 3 にヒトの血液の流れの模式図を示す。

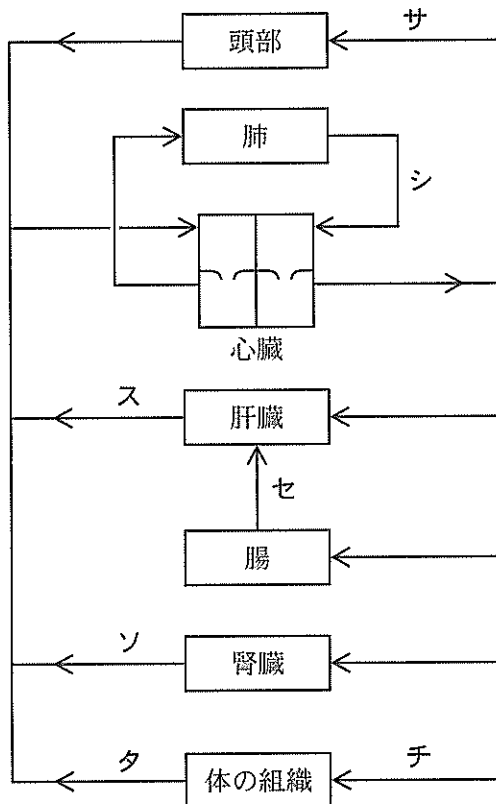


図 3

- ① サの血流量は、運動時と安静時で大きく変わることはない。
- ② シは肺静脈といい、最も酸素が多い血液が流れる。
- ③ スを流れる血液は、含まれるビリルビンや胆汁酸の量が最も多い。
- ④ セは肝門脈といい、食事後には最もグルコースが多い血液が流れる。
- ⑤ ソを流れる血液は、含まれる尿素の量が最も少ない。
- ⑥ タの平均血圧は、チの平均血圧より低い。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 6 動物門の特徴

6

- ① 海綿動物は、触手に多数の刺胞をもち、これによって接触したものを刺して捕らえる。二胚葉性で、消化管の出入口が1つしかなく袋状の体制をとる。
- ② 軟体動物は、からだを覆う外とう膜をもち、トロコフォア幼生を経て発生する。体節はなく、筋肉質のあしが発達していて、石灰質の殻をもつものもいる。
- ③ 環形動物は、多数の体節からなる円筒形で細長いからだをもつ。各体節には排泄器官と一対の神経節があり、背側の血管の収縮によって血液が循環する閉鎖血管系をもつ。
- ④ 線形動物は、クチクラで覆われた円筒形の細長いからだをもち、脱皮によって成長する。土壌中や水中などに生息するほか、寄生性のものもいる。
- ⑤ 棘皮動物は、成体のからは五放射相称で、石灰質の多数の骨板をもつものが多い。水の通る水管系によって呼吸・循環などを行い、水管から伸ばした管足で運動する。
- ⑥ 脊索動物は、からだの背側に中空の神経管をもち、一生のうちいずれかの時期に脊索をもつ。原索動物と脊椎動物に分けられ、脊椎をもつものは脊椎動物と呼ばれる。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 7 PCR の結果から推測される遺伝子 Y の変異 7

ある原核生物の野生型の遺伝子 Y の DNA 塩基配列にもとづき、4 種類のプライマーツ～ナを図 4 に示す位置に結合するように設計した。野生型の個体 (野生株) および変異株 C と変異株 D のゲノム DNA を鋳型として、図 5 に示したプライマーの組合せで PCR を行い、増幅された DNA 断片を電気泳動で解析した (図 5)。なお、変異株 C と変異株 D は遺伝子 Y の領域に何らかの突然変異が起きている。

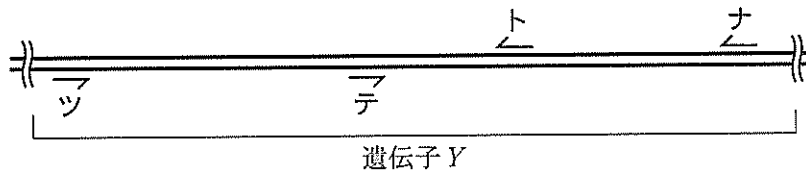


図 4

注) プライマーの位置は遺伝子上の実際の位置を示している。

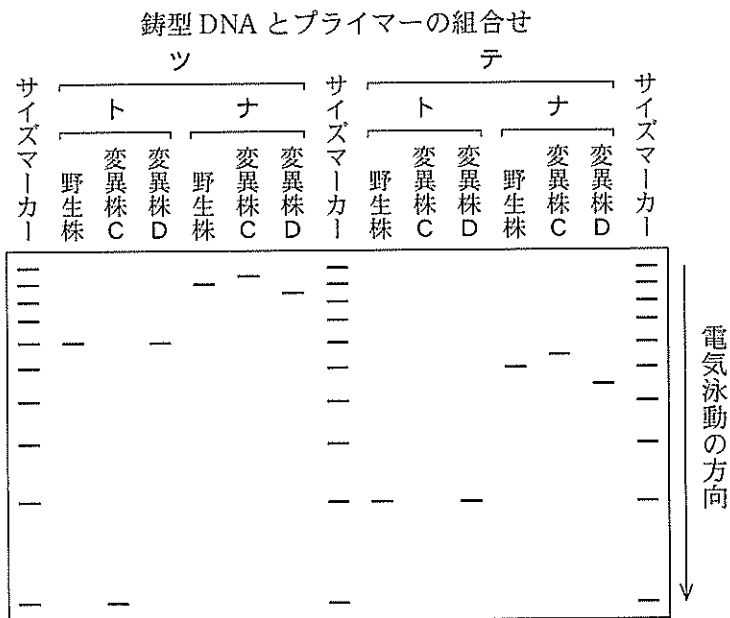


図 5

注) サイズマーカーは 100 塩基対単位の違いを示していて、サイズマーカーの最も陰極側のバンドは 1000 塩基対である。

- ① 野生株では、プライマーズとテが結合する配列の間の領域は約 400 塩基対であると推測される。
- ② 変異株 C では、プライマーズが結合する配列に塩基置換が起きたと推測される。
- ③ 変異株 C では、プライマーズが結合する配列から約 100 塩基対離れた位置に塩基置換が起き、プライマーズが結合するようになったと推測される。
- ④ 変異株 C では、プライマーズとナが結合する配列の間の領域のどこかに約 50 塩基対の挿入が起きたと推測される。
- ⑤ 変異株 D では、プライマーズとトが結合する配列の間の領域のどこかにフレームシフトの原因となる突然変異が起きたと推測される。
- ⑥ 変異株 D では、プライマーズとナが結合する配列の間の領域のどこかに約 50 塩基対の欠失が起きたと推測される。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 8 生命表とその解釈 8

表 2 にアメリカシロヒトリの生命表を示す。

表 2

発育段階	生存個体数	期間内の死亡個体数	主な死亡要因
卵	9528	5329	ふ化に失敗
1 齢幼虫	4199	88	餓死
2 齢幼虫	4111	731	ハナカメムシによる捕食
3 齢幼虫	二	569	クモによる捕食
4 齢幼虫	2811	317	病死
5 齢幼虫	2494	1444	ハチ・カマキリによる捕食
6 齢幼虫	1050	又	ハチ・カマキリによる捕食
7 齢幼虫	220	179	鳥による捕食
前蛹	41	7	ハチによる捕食
蛹	34	24	ヤドリバエによる寄生
羽化成虫	10		

- ① 表 2 中二の生存個体数は 3380 個体である。
- ② 表 2 中又の期間内の死亡個体数は 830 個体である。
- ③ 7 齢幼虫の死亡率は約 81.4 % と計算できる。
- ④ 1 齢から 4 齢幼虫の間の死亡率は 5 齢から 7 齢幼虫の間の死亡率よりも低い。
- ⑤ 5 齢幼虫から羽化するまでに約 99.6 % の個体が死亡し、その多くは捕食されて死亡する。
- ⑥ 生存曲線は典型的な早死型を示す。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

第2問 次の文章Ⅰ～Ⅲを読んで、以下の問い(問1～9)に答えよ。解答番号

9 ~ 20

Ⅰ 脊椎動物の発生では、原腸胚期を過ぎると胚の背側の外胚葉が厚く平たくなつて神経板が形成される。神経板の両側が盛りあがってひだをつくり、このひだがA) 内側に折れ込んでつながり、胚の内部に神経管が形成される。さらに発生が進むと、神経管の前方は膨らんで脳(脳胞)を形成し、後方の細長い部分は脊髄となる。また、神経管がつくられるときに神経堤細胞が遊離し、胚のさまざまな場所へ移動する。B)

問1 文章中の下線部A)の細胞は、カエル胚を用いて実験的に誘導することができる。図に発生段階の異なる2つのカエル胚の断面と選択肢を示す。あ群(左図)の①～③の胚の領域とい群(右図)の④～⑧の胚の領域のどれとどれを組合せれば誘導できると考えられるか。最も適当なものを、あ群の①～③のうちから一つ、い群の④～⑧のうちから一つ選べ。なお、あ群とい群の胚の切断面の向きは同じである。あ群 , い群

[あ群]

[い群]

[あ群] および [い群] は著作権の関係により、掲載できません。

問2 文章中の下線部B)は将来何に分化するか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | |
|-------------|------------|
| ① 腸管の上皮細胞 | ② 腸管の平滑筋細胞 |
| ③ 感覚神経の神経細胞 | ④ 網膜の視細胞 |
| ⑤ 血管の内皮細胞 | ⑥ 心臓の心筋細胞 |

II 脊椎動物の脳は、複数の部分に分かれており、それぞれが異なった機能をもつ^{C)}ている。 大脳は、大脳皮質と大脳髄質からなり、哺乳類の大脳皮質は、新皮質と辺縁皮質から構成される。新皮質は、機能や形態の異なるニューロン(神経細胞)が正確に配置され、脳の表面側(脳表面側)から脳の深部(脳室面側)にかけて6層構造を形成する(図1)。

発生の初期につくられる神経管は、円柱状の神経上皮細胞と呼ばれる1層の細胞で構成される。神経上皮細胞が未分化のまま分裂を繰り返すことで、神経管の前方が膨んで脳(脳胞)がつくられ、その内腔は脳室となる。やがて、神経上皮細胞から変化した神経幹細胞(放射状グリア細胞)は、盛んに分裂しながらニューロンを生じる。脳室面側で生じたニューロンは脳表面側に向かって移動し、適切な層に定着する。

神経幹細胞の細胞体は脳室面側の脳室帯に存在していて、脳室面側に頂端側突起を、脳表面側に基底側突起を伸ばしている(図2)。神経幹細胞の細胞体の位置は、細胞周期に依存して、脳室帯の頂端側と基底側の間で変化する。細胞体は、S期には脳室帯の基底側の端にあり、G₂期に移行すると頂端側に向かって移動する。M期には脳室帯の頂端側の端に達して分裂し、一方の娘細胞であるG₁期に移行した神経幹細胞の細胞体は、基底側に向かって移動する(図2中実線矢印)。もう一方の娘細胞であるニューロン(図2中N)は、これ以降は分裂することなく、神経幹細胞の基底側突起を伝わるように脳室帯から抜け出て新皮質の適切な層へ移動する(図2中破線矢印)。

脳室帯とその少し上を含む組織の断面を観察すると図3のように神経幹細胞の細胞体がほぼ層状に配列しているのがわかる。これは、さまざまな細胞周期の段階にある神経幹細胞の細胞体が、脳室帯の基底側から頂端側にかけて層をつくっているように見えるからである。

問3 文章中の下線部C)に関連して、体の平衡を制御し、随意運動における熟練の獲得に関わっているのはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

12

- ① 大脳 ② 間脳 ③ 中脳 ④ 小脳 ⑤ 延髄

図1～図3は著作権の関係により、掲載できません。

図 1

図 2

図 3

注) 図 2 の皮質板(後の新皮質)の位置に 6 層構造が形成される。皮質板と脳室帯の間は脳室下帯と呼ばれる。N は分裂で生じたニューロンを示す。

注) 図 3 の細胞体の位置は、図 2 の細胞体の位置と対応している。

問 4 妊娠 12 日の母マウスに、放射性同位元素トリチウム(^3H)で標識されたチミジンを投与した。その直後(1 時間以内)に胎児を固定して脳室帯の組織切片を作製し、脳室帯のどの領域が標識されたのかを調べた。標識された核を含む細胞体は図 3 中のア～オのどの位置に最も多く観察されと考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。なお、この時期の胎児の神経幹細胞からはニューロンが生じている。また、この方法では、 ^3H -チミジンが胎児の細胞に取り込まれるとチミンをもったデオキシヌクレオチドになり、これが利用されると核が標識される。

13

① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ

問 5 イタチ科のフェレットを用いて次の実験を行った。胎齢 29 日の胎児 (E 29) および生後 1 日の新生児 (P 1) に ^3H -チミジン を 24 時間投与し、生後 40 日 (P 40) で脳を固定し大脳新皮質の組織切片を作製した。標識されたニューロンの割合を大脳新皮質の層ごとに調べた結果を図 4 に示す。この結果から、新皮質形成の初期に神経幹細胞から生じるニューロンは図 1 のどの層に定着すると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。なお、フェレットの妊娠期間は 42 日で、神経幹細胞からニューロンへの分化は、胎齢 24 日頃からはじまり、生後 12 日頃まで続く。

14

図4は著作権の関係により、掲載できません。

図 4

注) この実験では、新皮質の層 2 と層 3 を区別することはできないため、層 2/3 と表記する。

- ① 層 1 ② 層 2/3 ③ 層 4 ④ 層 5 ⑤ 層 6

問 6 E 29 フェレットの脳室帯の細胞を³H-チミジンで短時間標識した。標識直後、4 時間後、24 時間後に脳室帯の細胞を解離し、宿主となる P1 の脳室帯へ移植した。P 40 で脳を固定し大脳新皮質の組織切片を作製した。図 4 と同様に、標識されたニューロンの割合を図 5 に示す。図 4 および図 5 の結果の解釈として不適切なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。なお、フェレットの神経幹細胞の細胞周期は 24 時間より短い。 15

図5は著作権の関係により、掲載できません。

図 5

注) この実験では、新皮質の層 2 と層 3 を区別することはできないため、層 2/3 と表記する。

- ① P1 へ移植した E 29 神経幹細胞から生じたニューロンは、層 6 以外のニューロンにも分化する能力をもっていると考えられる。
- ② 標識直後に P1 へ移植した E 29 神経幹細胞から生じた多くのニューロンは、P1 で生じるニューロンと同じ発生運命をもっていると考えられる。
- ③ 標識 4 時間後に P1 へ移植した E 29 神経幹細胞から生じた多くのニューロンは、E 29 で生じるニューロンと同じ発生運命をもっていると考えられる。
- ④ P1 へ移植して層 6 に定着した多くのニューロンは、E 29 の脳室帯で S 期の段階であった神経幹細胞から生じたと考えられる。
- ⑤ 神経幹細胞から生じるニューロンの発生運命は、ほとんどの神経幹細胞で S 期のどの時点からでも 4 時間後には決定されていると考えられる。

Ⅲ マウス胎児の神経幹細胞の細胞周期の長さを推定するため、次の実験を行った。妊娠 12 日の母マウスにプロモデオキシウリジン (BrdU) を投与した。BrdU は、チミジンと類似の化合物で、細胞内でチミジンの代わりに使われる。適当な濃度で投与すると、BrdU を利用した細胞と利用していない細胞を組織切片で区別して特定できる。

最初に、BrdU 投与直後 (0.5 時間) に固定した胎児の脳室帯の組織切片の一定区画における BrdU 標識細胞体数と全神経幹細胞の細胞体数の比 (標識率) を求めた。また、BrdU の 1.5 時間おきの繰り返し投与を行い、同様に標識率を求めた結果を図 6 に示す。

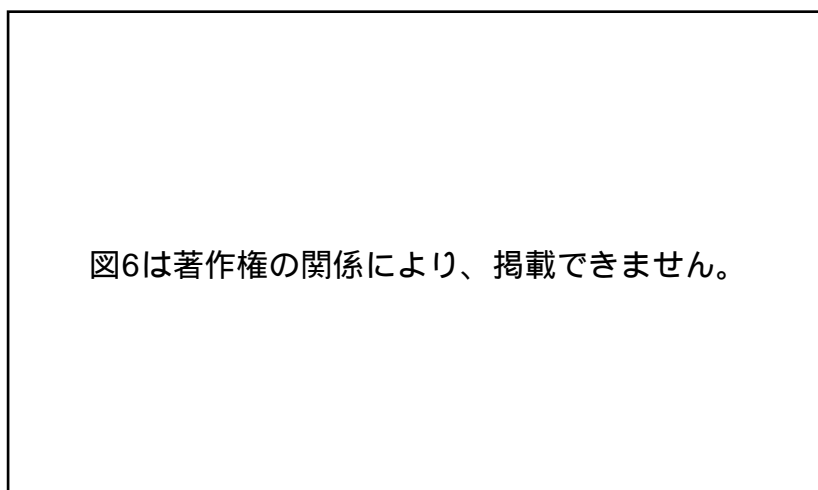


図 6

問 7 図 6 中の力の標識率から何が推定できるか。最も適当なものを、次の①～

⑤のうちから一つ選べ。

16

- ① 細胞周期全体の長さに対する間期の長さの比
- ② 細胞周期全体の長さに対する G_1 期の長さの比
- ③ 細胞周期全体の長さに対する S 期の長さの比
- ④ 細胞周期全体の長さに対する G_2 期の長さの比
- ⑤ 細胞周期全体の長さに対する M 期の長さの比

問 8 図 6 中のキの時間から何が推定できるか。最も適当なものを、次の①～⑤

のうちから一つ選べ。

- ① 細胞周期全体の時間の長さと同期の時間の長さの差
- ② 細胞周期全体の時間の長さと同₁期の時間の長さの差
- ③ 細胞周期全体の時間の長さと同₂期の時間の長さの差
- ④ 細胞周期全体の時間の長さと同₃期の時間の長さの差
- ⑤ 細胞周期全体の時間の長さと同₄期の時間の長さの差

問 9 図 6 中のカの標識率を 25 %、キの時間を 11.5 時間とする。神経幹細胞の細胞周期全体の時間の長さと同₂期の時間の長さをそれぞれ推定せよ。必要ならば小数点以下第一位を四捨五入して答えよ。

細胞周期全体 時間, 同₂期 時間

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
- ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

第3問 次の文章Ⅰ～Ⅲを読んで、以下の問い(問1～7)に答えよ。解答番号

21 ~ 30

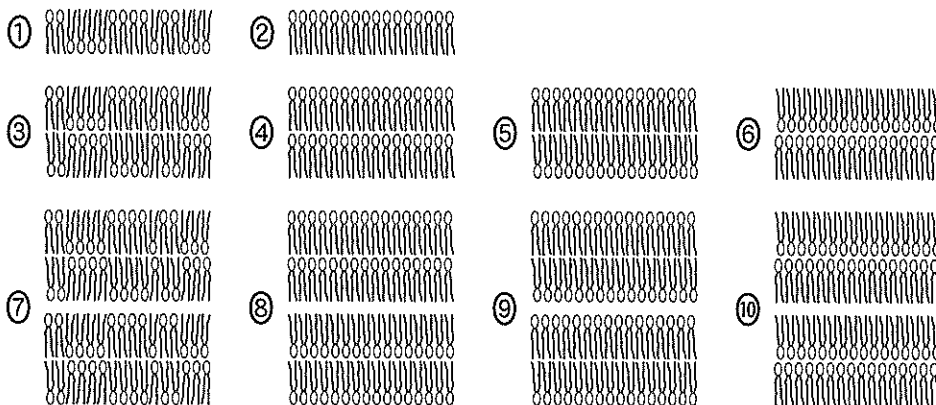
Ⅰ 生物のからだを構成する基本単位は細胞である。すべての細胞は細胞質をもち、その最外層は細胞膜となっている。細胞膜は、主にリン脂質分子で構成される。図1にリン脂質分子の模式図を示す。リン脂質分子は、親水性の頭部と疎水性の尾部からなり、尾部は2本の炭化水素鎖からなる。図1真核細胞にみられる細胞小器官を包む生体膜は、細胞膜と同様に主にリン脂質分子で構成される。



細胞膜には、さまざまな膜タンパク質が存在していて、細胞膜の機能に関わっている。例えば、動物細胞の細胞膜には、細胞どうしあるいは細胞外基質との接着に関わるタンパク質が存在している。

問1 文章中の下線部A)を用いて生体膜の模式図を作製した。細胞膜の構造を表しているものはどれか。また、植物細胞で細胞質基質とストロマの間の生体膜の構造を表しているものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

細胞膜 , 細胞質基質とストロマの間



問 2 文章中の下線部B)のひとつにカドヘリンがある。カドヘリンにあてはまるものはどれか。適当なものを、あ群の①～⑤のうちから二つ、い群の①～⑤のうちから二つ選び、解答番号 23 と 24 の解答欄にそれぞれ二つマークせよ。あ群 , い群

[あ群]

- ① 細胞膜に連絡孔をつくる。
- ② 同じ種類どうしが結合する。
- ③ 細胞内で微小管と結合する。
- ④ 結合には Ca^{2+} が必要である。
- ⑤ 細胞外基質のコラーゲンと結合する。

[い群]

- ① 接着結合
- ② 密着結合
- ③ ギャップ結合
- ④ デスモソーム
- ⑤ ヘミデスモソーム

II 細胞膜に存在する物質の輸送に関わるタンパク質には、濃度勾配に従って特定の物質を拡散させるものと、濃度勾配に逆らって特定の物質^{C)}を輸送するものがある。さらに、濃度勾配に従ったある物質の輸送と濃度勾配に逆らった別の物質の輸送を共役させる共役輸送タンパク質が存在する。

例えば、小腸の上皮細胞には、図2のように腸管の内腔に面した側(管腔側)の細胞膜に輸送体アが、管腔側の反対側(基底側)の細胞膜に輸送体イが発現している。この2つの輸送体は、濃度勾配に従う輸送タンパク質と共役輸送タンパク質のどちらかに分類される。どちらの輸送タンパク質にも輸送する物質との特異的な結合部位^{D)}があり、この部位に輸送する物質が結合すると輸送タンパク質の立体構造が変化して、その物質を輸送する。また、小腸上皮細胞の基底側の細胞膜にはナトリウムポンプが発現している。

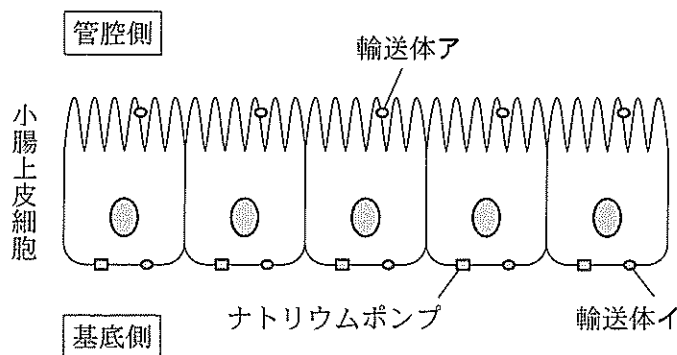
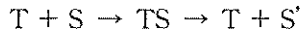


図 2

問 3 文章中の下線部C)にはチャネルがある。カルシウムチャネルとアクアポリンが関与するのはそれぞれどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。カルシウムチャネル , アクアポリン

- ① 青色光の刺激による孔辺細胞での浸透圧の上昇
- ② 閾値以上の刺激によるニューロンでの活動電位の発生
- ③ 活動電位が到達した軸索の末端からの神経伝達物質の放出
- ④ 運動ニューロンの興奮が終了したことによる骨格筋の弛緩
- ⑤ バソプレシンを受容した集合管上皮での水の透過性の増大

問 4 文章中の下線部D)のような方法で、濃度勾配に従って特定の物質を拡散させる輸送タンパク質は酵素とよく似た仕組みで働く。したがって、輸送タンパク質を T、輸送される物質を S、輸送された物質を S' (物質自体は変化しない)とすると



の式で表すことができる。ここで、TS は輸送タンパク質と輸送される物質が結合したときの複合体を表す。細胞膜を隔てた T による S の輸送について、この関係式から説明できることとして不適切なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、この細胞では、T の発現量が変化しても S の輸送以外の働きに影響はないものとする。また、T の最大輸送速度は変化することなく、S' は逆方向へ輸送されないものとする。

27

- ① S の濃度が一定の場合、T の発現量が多い細胞ほど、S と S' の細胞膜を隔てた濃度差がなくなるまでの時間は短い。
- ② S の濃度が十分高く一定の場合、T の発現量が異なる細胞では、輸送速度は T の発現量に比例して変化する。
- ③ T の発現量が十分多くて一定の細胞の場合、S の濃度に関係なく、S' の濃度は一定である。
- ④ T の発現量が一定の細胞で、S の濃度も一定の場合、S' の濃度は時間に比例して高くなるが、S と S' の細胞膜を隔てた濃度差がなくなると、輸送速度は 0 になる。
- ⑤ T の発現量が一定の細胞の場合、S がある濃度に達するまで、輸送速度は S の濃度に比例して速くなるが、すべての T が TS になると、輸送速度は一定になる。

Ⅲ 小腸上皮細胞に発現する3つの輸送タンパク質(図2中, 輸送体A, 輸送体イ, ナトリウムポンプ)の働きを調べるため, 以下の実験を行った。ハムスターの小腸の内側と外側を反転し, 栄養素の吸収面が外側を向くようにした反転小腸を実験に用いた。反転小腸の一端を糸でしばって溶液が出入りしないようにし, もう一端はガラス管にしばり付けた。反転小腸の内側にはグルコース無添加の培養液(内液)をガラス管から入れ, これをグルコース添加の培養液(外液)の入った試験管に入れた(図3)。通気口から酸素を通気し, 試験管全体を恒温水槽につけて実験i~vii)を行った。実験i~vii)の条件と結果を表1に示す。なお, 実験iで酸素の代わりに窒素を通気すると, 内液のグルコース量は実験iの約25%となった。また, 小腸上皮細胞の3つの輸送タンパク質以外は実験での物質の輸送に影響しないものとする。

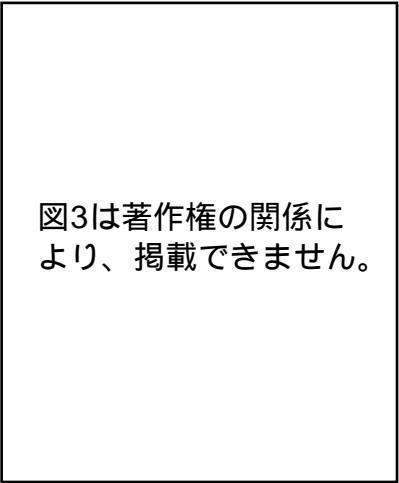


図3は著作権の関係により、掲載できません。

図 3

表 1

実験	外液のイオン	阻害剤X		阻害剤Y		内液のグルコース量 (iに対する相対値%)
		外液	内液	外液	内液	
i	Na ⁺	-	-	-	-	100
ii	Na ⁺	+	-	-	-	~85
iii	Na ⁺	-	+	-	-	~15
iv	Na ⁺	-	-	+	-	~15
v	Na ⁺	-	-	-	+	~85
vi	K ⁺	-	-	-	-	~25
vii	なし	-	-	-	-	~25

注) + は阻害剤を加えたことを, - は阻害剤を加えていないことを意味する。

問 5 実験の結果から、小腸上皮細胞に発現する輸送タンパク質について適切なものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

28

- ① 輸送体アはグルコースと K^+ を共役輸送する。
- ② 輸送体アはグルコースと Na^+ を共役輸送する。
- ③ 輸送体イはグルコースと K^+ を共役輸送する。
- ④ 輸送体イはグルコースと Na^+ を共役輸送する。
- ⑤ 輸送体アとイのどちらもグルコースをその濃度勾配に従って輸送する。

問 6 実験の結果から、阻害剤 X と Y が阻害する輸送タンパク質はそれぞれどれか。組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、実験 iii では、小腸上皮細胞内の Na^+ 濃度の上昇が起こっていた。

29

- | 阻害剤 X | 阻害剤 Y |
|------------|----------|
| ① 輸送体ア | 輸送体イ |
| ② 輸送体ア | ナトリウムポンプ |
| ③ 輸送体イ | 輸送体ア |
| ④ 輸送体イ | ナトリウムポンプ |
| ⑤ ナトリウムポンプ | 輸送体ア |
| ⑥ ナトリウムポンプ | 輸送体イ |

問 7 文章中の下線部 E) の働きとして適切なものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

30

- ① 外液の pH を一定に保つ。
- ② 小腸の平滑筋を麻酔する。
- ③ 小腸上皮細胞の ATP の合成を維持する。
- ④ 小腸上皮細胞のグリコーゲンの合成を阻害する。
- ⑤ 反転小腸の吸収面から分泌される粘液を除去する。