

平成21年度（2009年度）日本留学試験

理 科

（ 8 0 分）

【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

II 問題冊子に関する注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ～ 19
化学	21 ～ 31
生物	33 ～ 47

4. 足りないページがあったら手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**、**2**、**3**…がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

受 験 番 号			*				*						
名 前													

物理

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

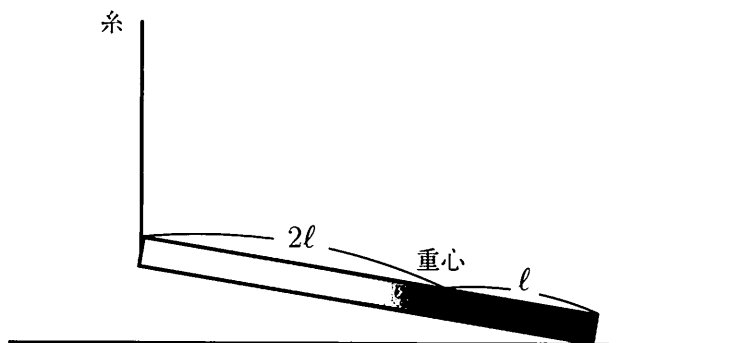
「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
●	○	○

- I** 2～7ページの問いA（問1）、B（問2）、C（問3、問4）、D（問5）、E（問6）、F（問7）、に答えなさい。ただし、重力加速度（acceleration due to gravity）の大きさを g とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

- A** 長さが 3ℓ ，質量 M の棒がある。棒の重心（center of mass）は，一方の端から ℓ のところにある。次の図のように，この棒を，一方の端が床に接し，他方の端が床からある高さになるように鉛直な（vertical）糸でつるした。

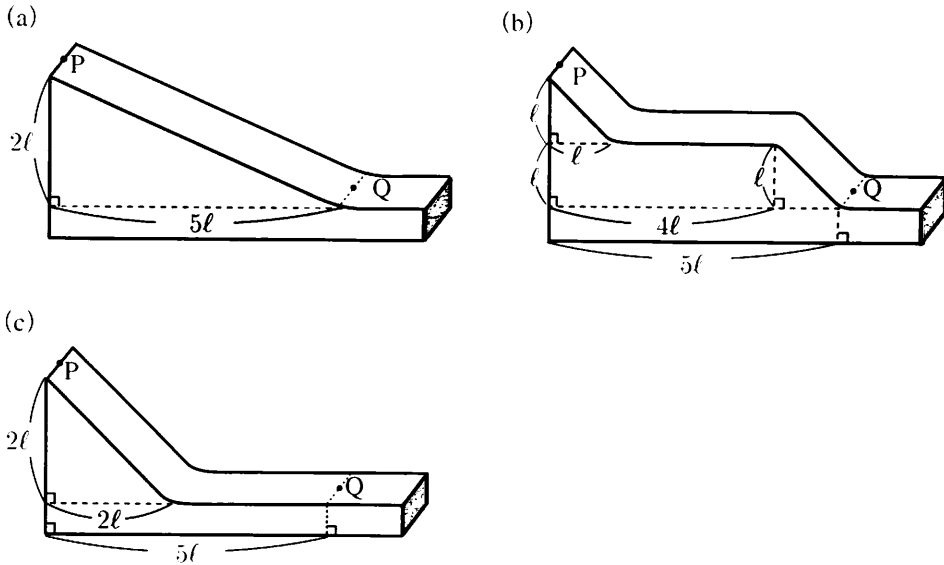


- 問1 糸の張力（tension）の大きさはいくらか。正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

- ① $\frac{1}{6}Mg$ ② $\frac{1}{3}Mg$ ③ $\frac{1}{2}Mg$ ④ $\frac{2}{3}Mg$

B 次の図のような、3つのすべり台 (slide) (a)～(c) の上を小物体がすべり降りる。小物体とすべり台の間には摩擦がないものとする。また小物体は、すべっている間、すべり台から離れないものとする。

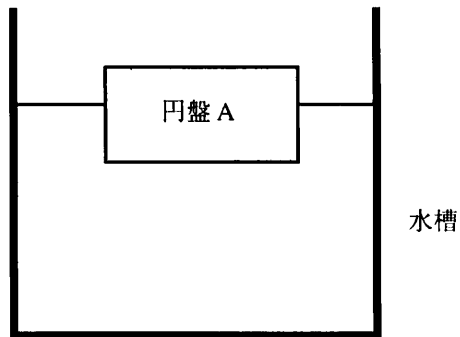


問2 小物体が、初速0で点Pから出発し、点Qに到達するまでの時間が最も短いすべり台はどれか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

2

- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (a)～(c) すべて同じ

- C 次の図のように、断面積が $5.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ で、厚さが $1.00 \times 10^{-1} \text{ m}$ の円盤 A が、水面から上部を $4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ だけ出して水槽（water tank）中に浮いている。水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ とする。



- 問3 A の質量はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3 kg

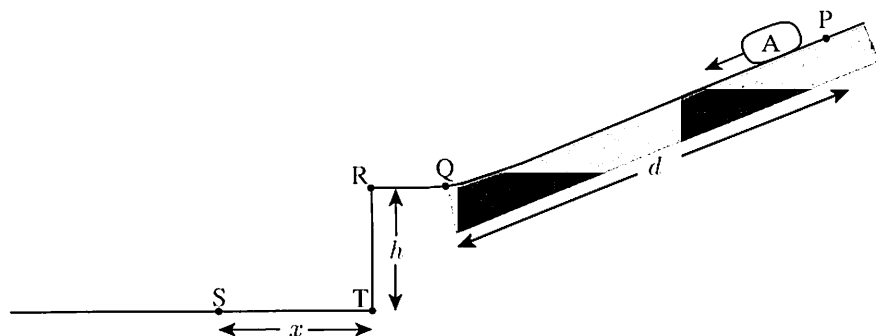
- ① 2.0×10^{-1} ② 2.0 ③ 2.0×10^1
 ④ 3.0×10^{-1} ⑤ 3.0 ⑥ 3.0×10^1

- 問4 A と同じ材質、同じ断面積で、厚さが $5.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ である円盤 B が、別の水槽中に浮いている。A と B それぞれを少し沈めてから静かに手を離したところ、いずれも鉛直（vertical）方向に振動し始めた。B の振動の周期は A の振動の周期の何倍か。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4 倍

- ① 0.50 ② 0.71 ③ 1.0 ④ 1.4 ⑤ 2.0

D 次の図のように、粗い斜面上の点Pに小物体Aを置いたところ、Aは初速0で斜面上を距離 d すべって、斜面の下端Qを通過後、なめらかな水平面QR上をすべり、点Rから水平な床上の点Sに落下した。Rの床からの高さは h である。Rの真下の点TからSまでの距離を x とする。



問5 d と h をともに2倍にすると x は何倍になるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

5 倍

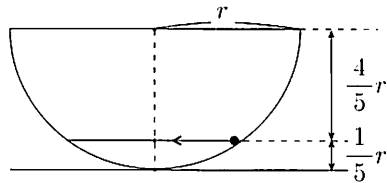
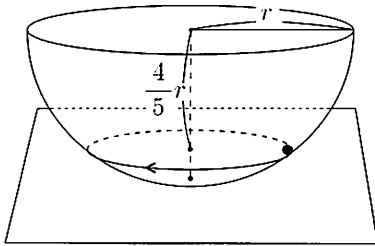
① 4

② $2\sqrt{2}$

③ 2

④ $\sqrt{2}$

E 次の図のように、半球（半径 r ）の内側のなめらかな面上を小物体が水平な面内で等速円運動（uniform circular motion）をしている。小物体が運動をしている面と半球の最下点との距離は $\frac{1}{5}r$ である。



側面図

問6 小物体の速さはいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6

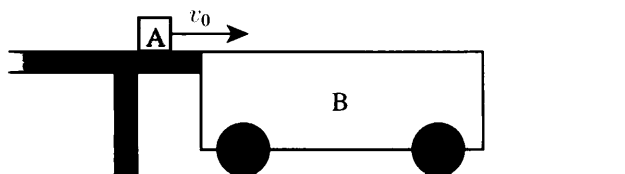
① $\frac{3\sqrt{5}}{10}\sqrt{gr}$

② $\frac{2\sqrt{15}}{15}\sqrt{gr}$

③ $\frac{\sqrt{15}}{10}\sqrt{gr}$

④ $\frac{2\sqrt{5}}{15}\sqrt{gr}$

F 次の図のように、机の上に置かれた物体A（質量 m ）と、机に接して置いた台車（wagon）B（質量 M ）がある。机の面とBの上面は同じ高さである。Aを机の上をすべらせて、速さ v_0 でBの上にのせたところ、AはBの上面をすべり出すとともに、Bも床の上を動き出した。しばらくすると、AはBに対して静止し、AとBは一定の速さで動いた。AとBの上面の間の動摩擦係数（coefficient of kinetic friction）を μ' とする。Bは床の上をなめらかに動くものとする。Aの大きさは無視できるものとする。



問7 AがBに対して静止した位置は、Bの左端からどれだけの距離にある位置か。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

① $\frac{v_0^2}{2\mu'g}$

② $\frac{mv_0^2}{2\mu'Mg}$

③ $\frac{Mv_0^2}{2\mu'mg}$

④ $\frac{mv_0^2}{2\mu'(M+m)g}$

⑤ $\frac{Mv_0^2}{2\mu'(M+m)g}$

⑥ $\frac{mMv_0^2}{2\mu'(M+m)^2g}$

Ⅱ 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A 質量 200 g のコップの中に水 100 g が入っており、温度はともに 10°C であった。このコップに、 80°C の水 100 g を入れた。しばらくすると、水とコップは同じ温度 $t[^{\circ}\text{C}]$ になった。水の比熱 (specific heat) を $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$, コップの比熱を $0.80 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ とする。外部との熱のやりとりはないものとする。

問 1 t は何 $^{\circ}\text{C}$ か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **8** $^{\circ}\text{C}$

① 24

② 29

③ 34

④ 39

⑤ 44

⑥ 49

B 図1のように、シリンダー (cylinder) 内に理想気体を閉じ込めた。ピストン (piston) の高さは h_0 、シリンダー内の理想気体の絶対温度 (absolute temperature) は T_0 であった。質量 M のおもり (weight) を静かにのせ、この理想気体を絶対温度 T にしたところ、高さは h となった (図2)。大気圧 (atmospheric pressure) を p_0 、ピストンの質量を m 、ピストンの断面積を S とする。

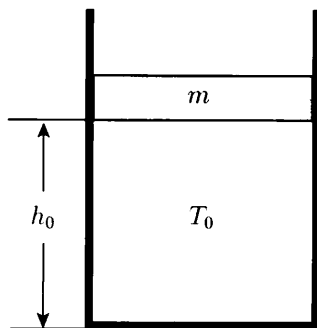


図1

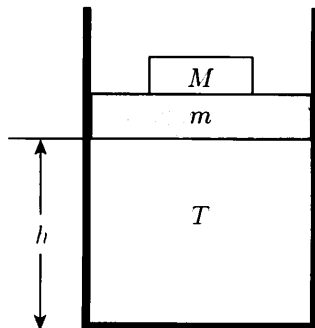


図2

問2 T はどう書けるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、重力加速度 (acceleration due to gravity) の大きさを g とする。

9

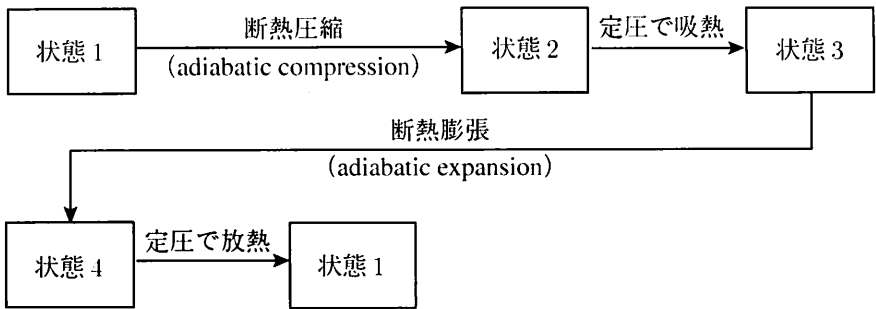
① $\frac{p_0 S + (m + M)g}{p_0 S + mg} \frac{h_0}{h} T_0$

② $\frac{p_0 S + (m + M)g}{p_0 S + mg} \frac{h}{h_0} T_0$

③ $\frac{p_0 S + mg}{p_0 S + (m + M)g} \frac{h_0}{h} T_0$

④ $\frac{p_0 S + mg}{p_0 S + (m + M)g} \frac{h}{h_0} T_0$

C 理想気体を使った熱機関 (heat engine) のサイクル (cycle) として、次の図を考える。



問3 このサイクルを表す p - V 図は、次の図 (a)、図 (b) のどちらか。また、状態 1 は図中の A~D のどれか。正しい組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。 **10**

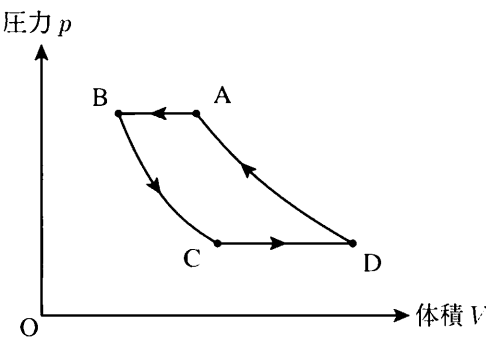


図 (a)

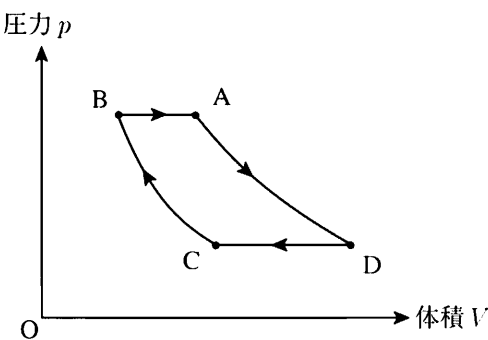


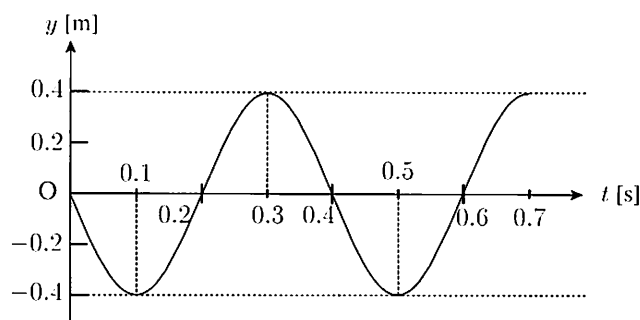
図 (b)

	p - V 図	状態 1
①	図 (a)	B
②	図 (a)	D
③	図 (b)	A
④	図 (b)	C

Ⅲ

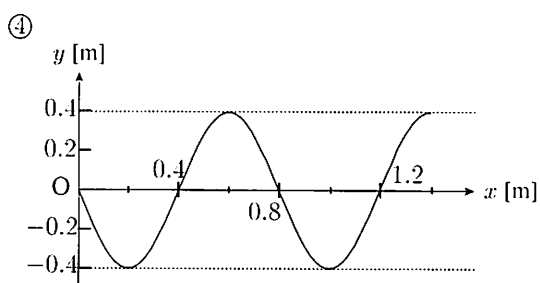
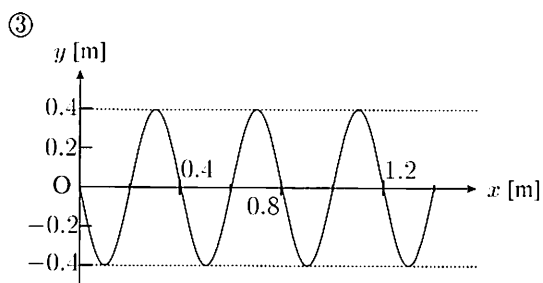
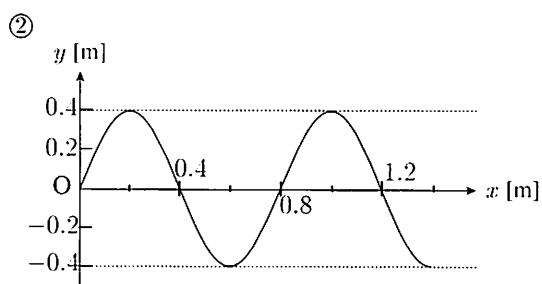
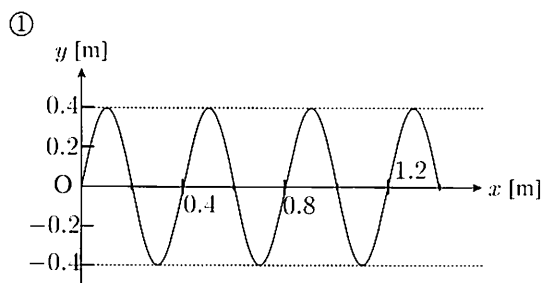
次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A 次の図は、 2.0 m/s の速さで x 軸の正の向きに伝わる正弦波 (sinusoidal wave) の、原点 ($x = 0 \text{ m}$) での変位 (displacement) の時間変化を表したグラフである。

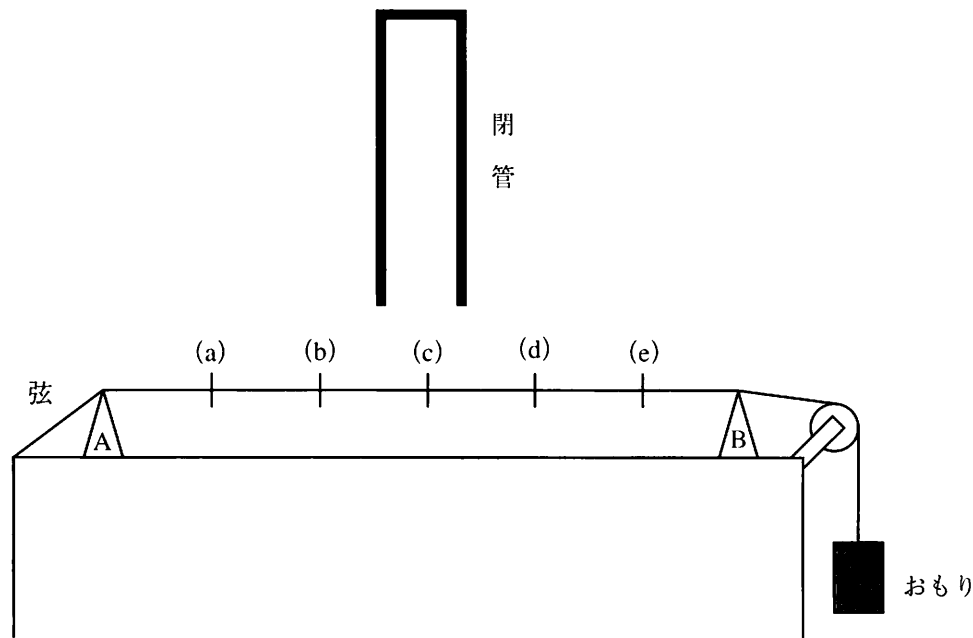


問 1 時刻 $t = 0 \text{ s}$ における変位 y と位置 x のグラフ (波形) として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

11



B 次の図のように、一端を固定し、他端におもり（weight）をつけた弦（string）とその近くに置かれた閉管がある。コマ（bridge）A、Bが図の位置にあるとき、弦をAとBの間ではじいたら、閉管が基本振動数で共鳴した。図の（a）～（e）はこのときのAとBの間を6等分した位置である。

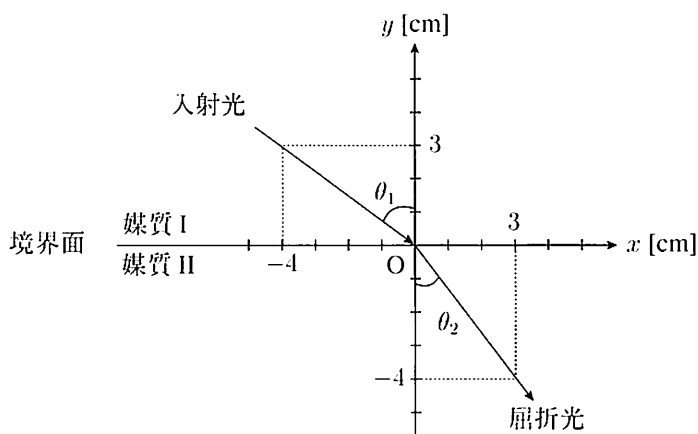


問2 Aを固定して、BをAの方向へ少しずつ移動し、同時に閉管をAとBの中央になるように移動して、弦をAとBの間ではじいた。Bがある位置のときに、閉管は基本振動数の次に高い振動数で共鳴した。このときBは（a）～（e）のどの位置にあるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、弦の振動は基本振動のみであるとする。

12

- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (d) ⑤ (e)

- C ある光線が媒質 (medium) I から媒質 II へと進んでいく。入射角 (angle of incidence) を θ_1 、屈折角 (angle of refraction) を θ_2 とする。次の図は、 θ_1 がある値のときの光の進路をグラフ用紙に写し取ったものである。 x 軸は境界面上に、 y 軸は境界面に垂直な方向にとってある。



- 問3 $\theta_1 = 45^\circ$ としたとき、 $\sin \theta_2$ の値はいくらになるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

- ① $\frac{3\sqrt{2}}{8}$ ② $\frac{\sqrt{2}}{3}$ ③ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ④ $\frac{2\sqrt{2}}{3}$

IV 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3), D (問 4, 問 5), E (問 6) に答えなさい。

A 図 1 では、電気量 $+q$ (> 0) の 2 つの電荷が直線上に固定されている。図 2 では、電気量 $-q$ (< 0) の 2 つの電荷が一直線上に固定されている。図 1, 図 2 において直線を x 軸とし、2 つの電荷の位置の midpoint をその原点とする。

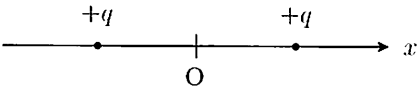


図 1

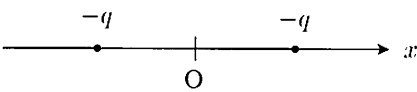


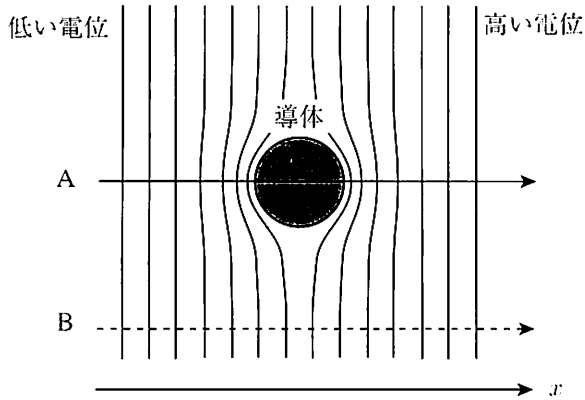
図 2

問 1 原点から少し離れた x 軸上の位置に正電荷を置いた。この正電荷に働く力の向きはどうか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

14

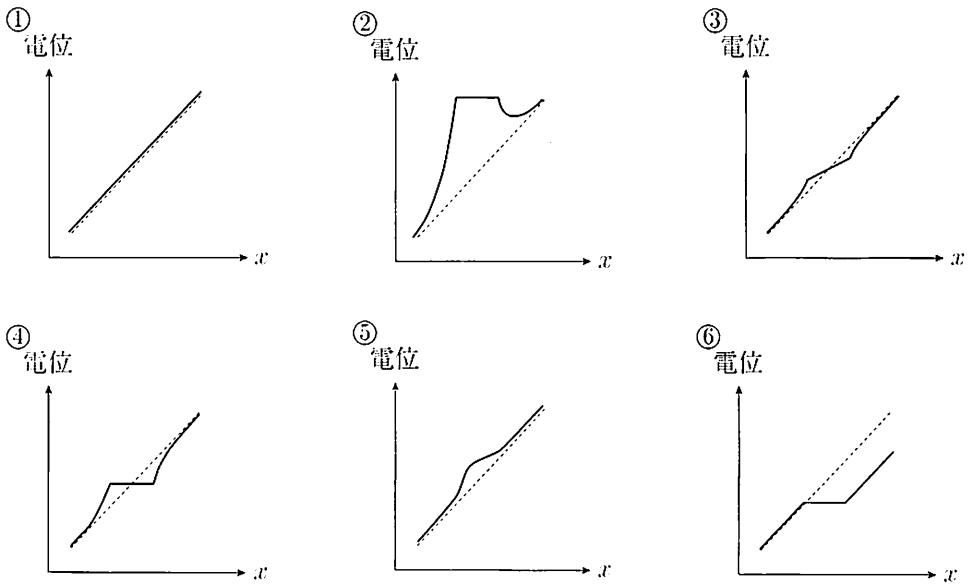
	図 1	図 2
①	原点に向かう方向	原点に向かう方向
②	原点に向かう方向	原点から離れる方向
③	原点から離れる方向	原点に向かう方向
④	原点から離れる方向	原点から離れる方向

B ある電場の中に帯電していない導体 (conductor) が置かれている。次の図は、この電場の等電位線 (equipotential line) である。図のような、この電場の中を通る2つの経路 A と B に沿った電位 (electric potential) の変化を考える。経路 A, B に平行に x 軸をとり、 x 座標で経路の位置を表す。

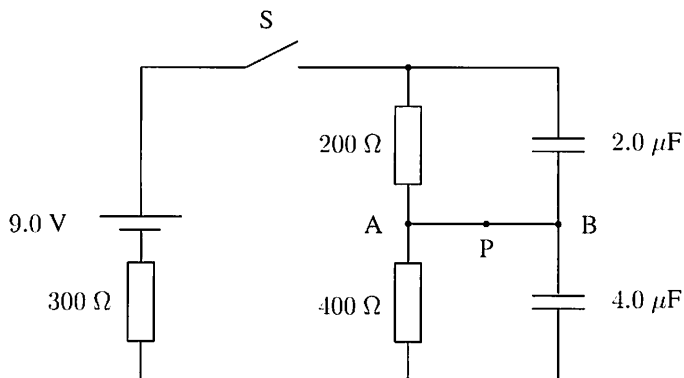


問2 経路 A での電位を実線 (—), 経路 B での電位を破線 (---) で、同じ図に描くようになるか。最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

15



- C** 次の図のような電池，抵抗，コンデンサー（capacitor），スイッチ S からなる回路を考える。最初，S は開いていて，コンデンサーは充電（charge）されていなかった。

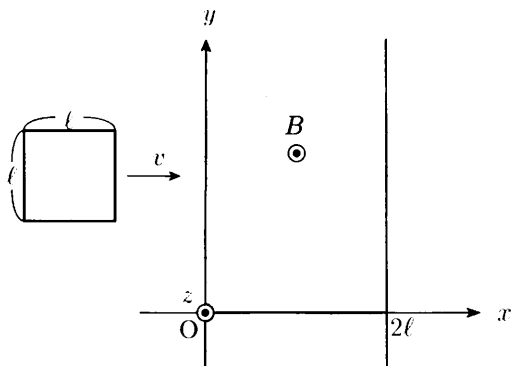


- 問3 S を閉じたあと，点 A から点 P を通り点 B に流れた電荷の総量はいくらか。最も適当なものを，次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

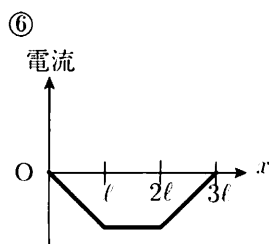
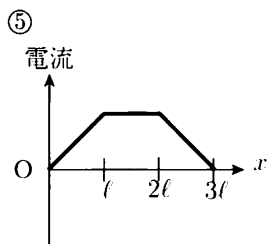
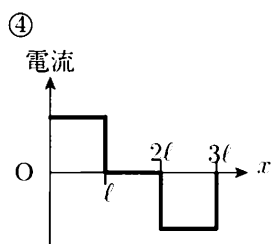
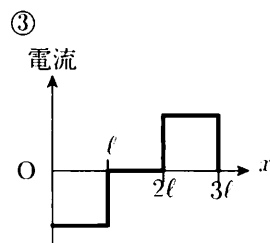
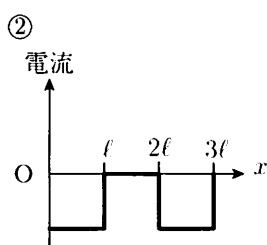
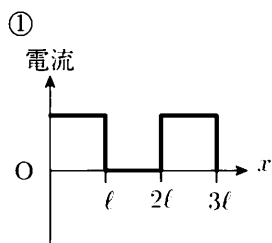
16 C

	電荷の総量 (C)
①	-1.6×10^{-5}
②	-1.2×10^{-5}
③	-4.0×10^{-6}
④	0
⑤	4.0×10^{-6}
⑥	1.2×10^{-5}
⑦	1.6×10^{-5}

D 次の図のように、 $0 \leq x \leq 2\ell$ の領域に、向きが $+z$ 方向で、磁束密度 (magnetic flux density) の大きさが B の一様な磁場がある。コイル (coil) を一定の速さ v で $+x$ 方向に動かした。コイルは一辺が ℓ の正方形で、各辺は x 軸、 y 軸に平行である。コイルの抵抗は R である。ただし、コイルのつくる磁場は無視できるものとする。



問4 コイルの位置によってコイルに流れる電流はどう変化するか。正しいものを、次の①～⑥の図の中から一つ選びなさい。ただし、コイルの位置は、コイルの右端の x 座標 (coordinate) で表し、電流の向きは反時計回りを正とする。 17



問5 コイルに流れる電流の大きさの最大値はいくらか。正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

18

① $\frac{\ell R}{vB}$

② $\frac{vB}{\ell R}$

③ $\frac{R}{vB\ell}$

④ $\frac{vB\ell}{R}$

E 図1のように、抵抗値 $6.0\ \Omega$ の抵抗、コイル (coil) , 起電力 (electromotive force) $3.0\ \text{V}$ の電池をつないだ回路を作った。はじめ S は開いていたが、時間 $t = 0\ \text{s}$ に S を閉じると回路に電流が流れた。その電流 I は、図2に示すように、はじめ $0.20\ \text{A/s}$ で増加し、やがて一定値 $0.50\ \text{A}$ に近づいた。

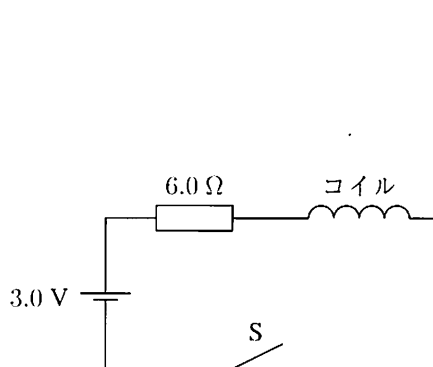


図1

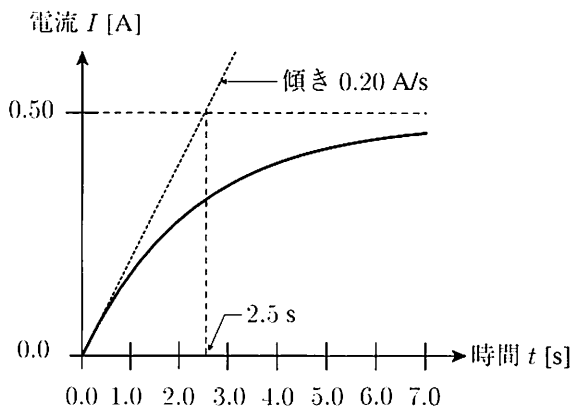


図2

問6 このコイルの自己インダクタンス (self-inductance) は何 H か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

 H

- ① 0.20 ② 2.5 ③ 3.0 ④ 12 ⑤ 15 ⑥ 18

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ~ **75** は空欄にしてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

化学

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「化学」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「化学」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	●	○

計算には次の数値を用いること。また、体積の単位リットル (liter) は L で表す。

気体定数 (gas constant) : $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$
 $= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

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

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

標準状態 (standard state) : 0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (= 1.0 atm)

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 He : 4.0 C : 12 N : 14 O : 16 Ne : 20 Na : 23

S : 32 Cl : 36 Ar : 40 Ca : 40 Br : 80

問1 次の分子(a)～(e)のうち、直線形分子 (linear molecule) はどれか。その組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

(a) C_2H_2 (b) C_2H_6 (c) CO_2 (d) H_2O (e) O_3

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

問2 互いに同位体 (isotope) である二つの原子を比べた次の記述(a)～(d)について、正誤の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

- (a) 中性子 (neutron) の数が異なる。
 (b) 質量数 (mass number) が等しい。
 (c) 電子 (electron) の数が等しい。
 (d) 陽子 (proton) の数が異なる。

	a	b	c	d
①	正	正	正	誤
②	誤	正	正	正
③	正	正	誤	誤
④	誤	誤	正	正
⑤	正	誤	正	誤
⑥	誤	正	誤	正

問3 次の記述(a)～(c)にあてはまる元素の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

(a) F と I で、電気陰性度 (electronegativity) が大きい方の元素

(b) Mg, Na または Si の酸化物 (oxide) の中で、イオン結晶 (ionic crystal) をつくる元素

(c) C, N または O の水素化合物 (hydrogen compound) の中で、分子間の水素結合 (hydrogen bond) が強くはたらく元素

	a	b	c
①	I	Mg	N
②	F	Si	O
③	F	Na	C
④	I	Si	C
⑤	F	Mg	O
⑥	I	Na	N

問4 次の気体①～⑤のうち、標準状態における密度 (density) が 0.90 g/L に最も近いものを一つ選びなさい。

4

① Ar ② CH₄ ③ He ④ N₂ ⑤ Ne

問5 炭酸カルシウム CaCO₃ 1 g に、1 mol/L の塩酸 HCl aq を 100 mL 加えて完全に反応させた。この時発生した二酸化炭素 CO₂ の量 (mol) として最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5 mol

① 0.001 ② 0.005 ③ 0.01 ④ 0.02 ⑤ 0.05

問6 60℃における水 H_2O の蒸気圧 (vapor pressure) は 0.20 atm である。この温度において、水蒸気が飽和した空気 1.0 atm 中の窒素 N_2 の分圧 (partial pressure) (atm) として最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、空気中に含まれる窒素は 80% とする。

6

 atm

- ① 0.30 ② 0.56 ③ 0.64 ④ 0.78 ⑤ 1.0

問7 次の(a)～(c)の化合物 0.5 mol を、それぞれ水 H_2O 1000 g に溶かした。これらの水溶液を沸点 (boiling point) の高いものから順に並べたとき、正しいものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

- (a) グルコース (glucose)
 (b) 硫酸ナトリウム (sodium sulfate)
 (c) 塩化ナトリウム (sodium chloride)

- ① $a > b > c$ ② $a > c > b$ ③ $b > a > c$
 ④ $b > c > a$ ⑤ $c > a > b$ ⑥ $c > b > a$

問8 標準状態で、アセチレン C_2H_2 1.00 L、一酸化炭素 CO 4.00 L、酸素 O_2 10.0 L の混合気体を完全燃焼 (complete combustion) させた後、標準状態に戻した。反応後に残った気体の体積は何 L か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、燃焼は密閉容器 (a closed container) の中で行ったものとし、生じた水 H_2O はすべて液体となっているものとする。

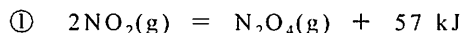
8

 L

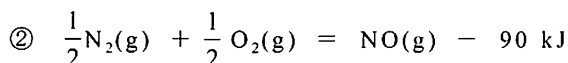
- ① 5.50 ② 6.00 ③ 6.50 ④ 10.5 ⑤ 11.0 ⑥ 11.5

問9 次の反応が平衡 (equilibrium) 状態にあるとき、式の下の () 内の操作を加えて、平衡が左辺から右辺に移動するものはどれか。次の①～④の中から最も適当なものを一つ選びなさい。

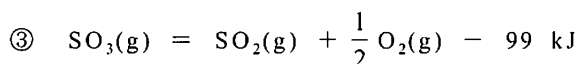
9



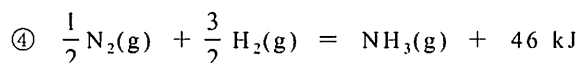
(温度を上げる)



(全圧を大きくする)



(体積を一定に保ちながら、 N_2 を加える)



(体積を一定に保ちながら、 N_2 を加える)

問10 2本の白金電極 (platinum electrode) を用いて、希硫酸 dil. H_2SO_4 の電気分解 (electrolysis) を行ったところ、発生した酸素 O_2 と水素 H_2 の総体積 (total volume) は 750 mL であった。このとき流した電気量 (C) として最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、気体 1 mol の体積は 25 L とする。

10 C

- ① 1930 ② 3860 ③ 7720 ④ 19300 ⑤ 38600

問 11 ダイヤモンド（diamond）と黒鉛（graphite）はいずれも炭素の同素体（allotrope）である。二つの物質に関する次の説明(a)～(d)について、正誤の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

11

- (a) 二つの物質の体積が等しければ、これらを酸素 O_2 中で完全燃焼（complete combustion）させたときに発生する二酸化炭素 CO_2 の質量は等しい。
- (b) 二つの物質の質量が等しければ、これらを酸素中で完全燃焼させたときに発生する二酸化炭素の質量は等しい。
- (c) 二つの物質の硬さは等しい。
- (d) 二つの物質の電気の伝えやすさは異なる。

	a	b	c	d
①	正	正	誤	誤
②	正	誤	正	正
③	正	誤	正	誤
④	正	誤	誤	正
⑤	誤	正	正	正
⑥	誤	正	誤	正
⑦	誤	誤	正	正
⑧	誤	誤	正	誤

問 12 次の操作(a)～(c)で発生する気体の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

12

(a) 硫化鉄(Ⅱ) FeS に、希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$ を加える。

(b) 酸化マンガン(Ⅳ) MnO_2 に、濃塩酸 conc. HCl を加えて加熱する。

(c) 銅 Cu に、濃硝酸 conc. HNO_3 を加える。

	a	b	c
①	H_2S	O_2	H_2
②	H_2S	O_2	NO_2
③	H_2S	Cl_2	H_2
④	H_2S	Cl_2	NO_2
⑤	SO_2	O_2	H_2
⑥	SO_2	O_2	NO_2
⑦	SO_2	Cl_2	H_2
⑧	SO_2	Cl_2	NO_2

問 13 次の塩 (salt) (a)～(c)が溶けた水溶液を、酸性・中性・塩基性 (basic) に分類するとき、組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

(a) CH_3COONa (b) KCl (c) NH_4NO_3

	酸 性	中 性	塩基性
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	c
④	b	c	a
⑤	c	a	b
⑥	c	b	a

問 14 アルミニウム Al とその化合物に関する記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

- ① 塩化アルミニウム水溶液 $\text{AlCl}_3 \text{ aq}$ の電気分解 (electrolysis) によって、アルミニウムが得られる。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq に水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ を加えると、水素 H_2 が発生する。
- ③ アルミニウムを空気中に放置すると、表面から内部へと腐食 (corrosion) が徐々に進行する。
- ④ アルミニウムに濃硝酸 conc. HNO_3 を加えても、気体は発生しない。
- ⑤ ミョウバン (alum) は、金属元素としてアルミニウムのみを含む。

問 15 次の化合物(a)~(d)について、窒素原子 N の酸化数 (oxidation number) が最大のものと最小のものとの組み合わせとして正しいものを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

15

- (a) 硝酸 HNO_3 (b) 一酸化窒素 NO
 (c) 二酸化窒素 NO_2 (d) 塩化アンモニウム NH_4Cl

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

問 16 C, H, O だけを含む化合物の元素分析 (elemental analysis) を行ったところ, C が 40.0%, H が 6.65% であった。この化合物の組成式 (empirical formula) として最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

16

- ① CH_2O ② CH_3O ③ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ④ $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ ⑤ $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}$

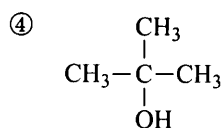
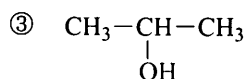
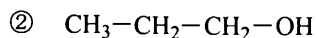
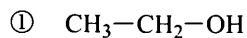
問 17 分子式 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ で表される化合物の構造異性体 (structural isomer) はいくつあるか。また、その構造異性体の中で光学異性体 (optical isomer) があるものはいくつか。正しい組み合わせを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

17

	構造異性体の数	光学異性体があるものの数
①	3	1
②	3	2
③	4	1
④	4	2
⑤	5	1
⑥	5	2

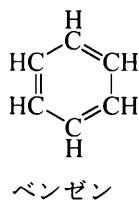
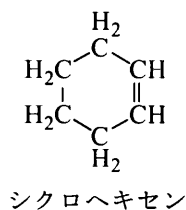
問 18 次の①～④のアルコールに、硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の二クロム酸カリウム水溶液 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ aq}$ を加えて加熱した。溶液の色が変化しないものはどれか。最も適当なものを一つ選びなさい。

18



問 19 シクロヘキセン (cyclohexene) とベンゼン (benzene) を、それぞれ 0.50 mol ずつ含むヘキサン溶液 (hexane solution) がある。この溶液に、暗所で色が消えなくなるまで臭素 Br_2 を加えた。このとき必要とした臭素は何 mol か。最も近い値を下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

19 mol



① 0.50

② 1.5

③ 2.0

④ 3.0

⑤ 3.5

問 20 次の高分子化合物①～⑤のうち、2 種類の元素だけからなるものを一つ選びなさい。

20

- ① ポリプロピレン (polypropylene)
- ② ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylen terephthalate))
- ③ 6,6-ナイロン (nylon-6,6)
- ④ ポリ塩化ビニル (poly(vinyl chloride))
- ⑤ ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の **21** ～ **75** は空欄にしてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

生物

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」,「化学」,「生物」がありますので,この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち, 1科目を解答用紙の表面に解答し,もう1科目を裏面に解答してください。

「生物」を解答する場合は,右のように,解答用紙の左上にある「解答科目」の「生物」を○で囲み,その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと,採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
○	○	●

問1 原核生物 (prokaryote) と真核生物 (eukaryote) との比較について述べた次の文 a～dの中から正しいものを選び,その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

- a 真核生物は核酸 (nucleic acid) として DNA と RNA を持つが,原核生物は DNA だけを持つ。
- b ゾウリムシ (paramecium) は真核生物に属し,アメーバ (amoeba) は原核生物に属する。
- c 真核生物は細胞壁 (cell wall) を持つものと持たないものがあるが,大腸菌 (*Escherichia coli*) のような原核生物は細胞壁を持つ。
- d 真核生物の細胞にはミトコンドリア (mitochondria) が見られるが,原核生物の細胞中にはミトコンドリアは見られない。

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

問 2 2 種類の異なる濃度のスクロース (sucrose) 水溶液 (A 液と B 液) に、ある植物の表皮細胞 (epidermal cell) を浸した。次の実験 1～4 の結果から、スクロース水溶液に浸す前の細胞の浸透圧 (osmotic pressure) と、A 液、B 液の浸透圧との関係について、正しいものを下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

実験 1 A 液に浸した細胞は、原形質分離 (plasmolysis) を起こした。

実験 2 B 液に浸した細胞は、原形質分離を起こした。

実験 3 A 液に浸した後に B 液に浸した細胞では、原形質 (protoplasm) の体積が減少した。

実験 4 B 液に浸した後に A 液に浸した細胞では、原形質の体積が増加した。

① 細胞 < A 液 < B 液

② 細胞 < B 液 < A 液

③ 細胞 \leq B 液 < A 液

④ A 液 < B 液 < 細胞

⑤ B 液 < A 液 < 細胞

問3 染色体 (chromosome) 数 $2n=16$ の動物の配偶子形成 (gametogenesis) について述べた次の文 a～e のうち、正しい組み合わせを下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

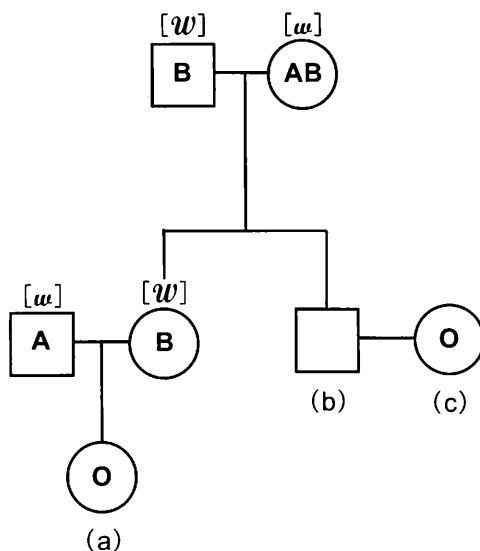
3

- a 配偶子 (gamete) である精子 (sperm) の持つ染色体には、 2^{16} 通りの組み合わせがある。
- b 配偶子である卵 (egg cell) の持つ染色体の組み合わせは、精子の持つ染色体の組み合わせの $1/4$ である。
- c 染色体の乗換え (crossing-over) が起こることによって、配偶子には染色体の組み合わせ以上の遺伝的多様性 (genetic diversity) が生じる。
- d 減数分裂 (meiosis) で相同染色体 (homologous chromosome) が分離することによって、配偶子の遺伝的多様性が生じる。
- e 減数分裂で、相同染色体が分離する前に倍増することによって、配偶子の遺伝的多様性が生じる。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① a, c | ② a, d | ③ b, c | ④ b, d |
| ⑤ c, d | ⑥ c, e | ⑦ d, e | |

問 4 次の図は、ある家族の家系図 (pedigree) である。四角は男性を示し、丸は女性を示す。

四角と丸の中のアルファベットは、ABO 式血液型 (ABO blood type) を示している。また、ヒトの耳あか (earwax) の形質 (character) は、湿型 (wet type) が優性 (dominant)、乾型 (dry type) が劣性 (recessive) であり、それぞれを $[w]$, $[u]$ で示している。ABO 式血液型をあらわす遺伝子 (gene) と耳あかの形質をあらわす遺伝子は、別々の常染色体 (autosome) 上にあり、耳あかの形質は、1 対の対立遺伝子 (allele) によって支配されている。図の (a) ~ (c) の人について、下の問い(1), (2)に答えなさい。



- (1) (a) の人が $[u]$ となる確率は何%か。最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- ① 0% ② 25% ③ 33% ④ 50% ⑤ 67% ⑥ 75%

- (2) (b) と (c) を両親として生まれる子の血液型で、ありえないものをすべて選んだものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

- ① A 型 ② AB 型 ③ O 型
 ④ AB 型, O 型 ⑤ A 型, AB 型 ⑥ A 型, B 型

問5 伴性遺伝 (sex-linked inheritance) についての次の文中の空欄 [a] ~ [f] には、性別 (雌または雄) が入る。「雄」が入るものの正しい組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。

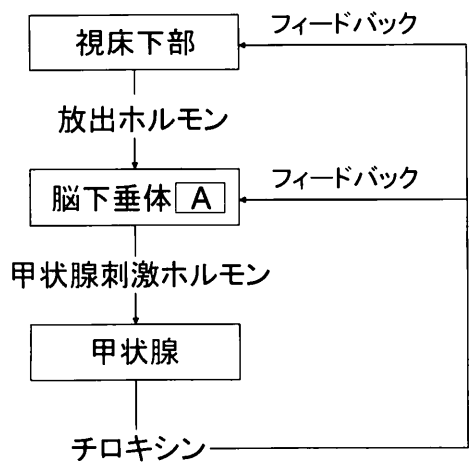
6

キイロショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) における伴性遺伝では、[a] は X 染色体 (X-chromosome) を 1 本しか持たないので、X 染色体上の遺伝子 (gene) 1 つで表現型 (phenotype) が決まる。これに対して [b] では、劣性遺伝子 (recessive gene) を 2 つそろえて持たない限り、劣性形質 (recessive trait) は現れない。このために、伴性遺伝では劣性形質は [c] に現れやすい。また、雄の子が受け取る形質は [d] 親に由来する。[e] 親が劣性形質を示す場合には、雄の子には必ず劣性形質が現れるが、[f] 親が劣性形質を示していてもその遺伝子は雄の子には伝わらない。

- ① a, c, f ② a, d, e ③ b, d, e ④ b, c, f

問 6 次の図は、甲状腺 (thyroid) から分泌 (secretion) されるチロキシン (thyroxine) の分泌調節のしくみをあらわしたものである。図中の空欄 **A** の名称とチロキシンの働きについての正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7



視床下部 (hypothalamus) , フィードバック (feedback) ,
放出ホルモン (releasing hormone) , 脳下垂体 (pituitary gland) ,
甲状腺刺激ホルモン (thyroid-stimulating hormone)

	A の名称	チロキシンの働き
①	前葉 (anterior lobe)	代謝 (metabolism) を促進する
②	前葉	腎臓 (kidney) での水の再吸収を促進する
③	前葉	血液中のカルシウムイオン (Ca ²⁺) 濃度を上昇させる
④	後葉 (posterior lobe)	代謝を促進する
⑤	後葉	腎臓での水の再吸収を促進する
⑥	後葉	血液中のカルシウムイオン濃度を上昇させる

問7 ヒトの脳 (brain) と脊髄 (spinal cord) について述べた文として正しいものを、
次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 脳は外側が白質 (white matter) で内側が灰白質 (gray matter) になっているが、
脊髄は外側が灰白質で内側が白質になっている。
- ② 随意運動 (voluntary movement) の中枢 (center) は大脳 (cerebrum) の運動野
(motor cortex) にあるが、眼球運動 (eye movement) を調節する中枢は中脳
(mesencephalon) にある。
- ③ 間脳 (diencephalon) は、血糖 (blood glucose) の濃度や呼吸運動 (respiratory movement)
を調節する中枢である。
- ④ 学習 (learning) による行動には大脳が関係するが、本能 (instinct) による行動には
大脳は関係しない。
- ⑤ 感覚神経 (sensory nerve) は腹根 (ventral root) から脊髄に入り、運動神経 (motor
nerve) は背根 (dorsal root) から脊髄を出る。

問 8 マカラスムギ (*Avena sativa*) の幼葉鞘 (coleoptile) の光屈性 (phototropism) に関する次の問い(1), (2)に答えなさい。

- (1) 光屈性が起こる運動のしくみと、光屈性に大きく関わる物質名の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

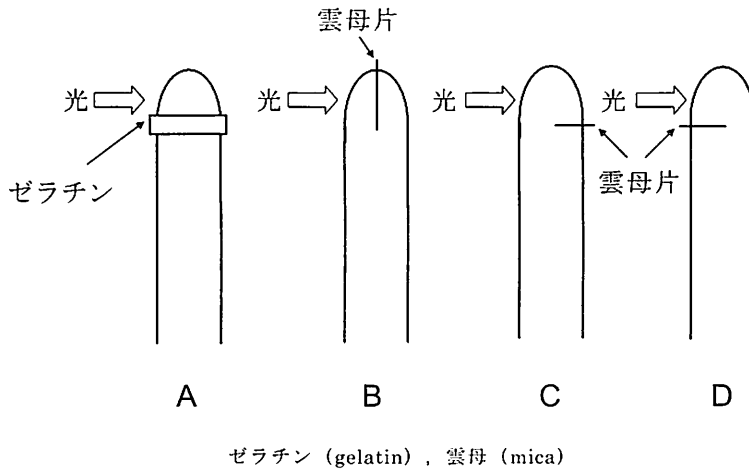
9

	光屈性のしくみ	物質名
①	細胞ごとの膨圧の変化による運動	ジベレリン
②	細胞ごとの膨圧の変化による運動	エチレン
③	細胞ごとの膨圧の変化による運動	インドール酢酸
④	細胞ごとの成長の差による運動	ジベレリン
⑤	細胞ごとの成長の差による運動	エチレン
⑥	細胞ごとの成長の差による運動	インドール酢酸

膨圧 (turgor pressure) , ジベレリン (gibberellin) ,
エチレン (ethylene) , インドール酢酸 (indoleacetic acid)

(2) マカラスムギの幼葉鞘を用いて次の図 A～D のような実験を行った。光の当たる方向への幼葉鞘の屈曲が明確に観察される実験を二つ選び、その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

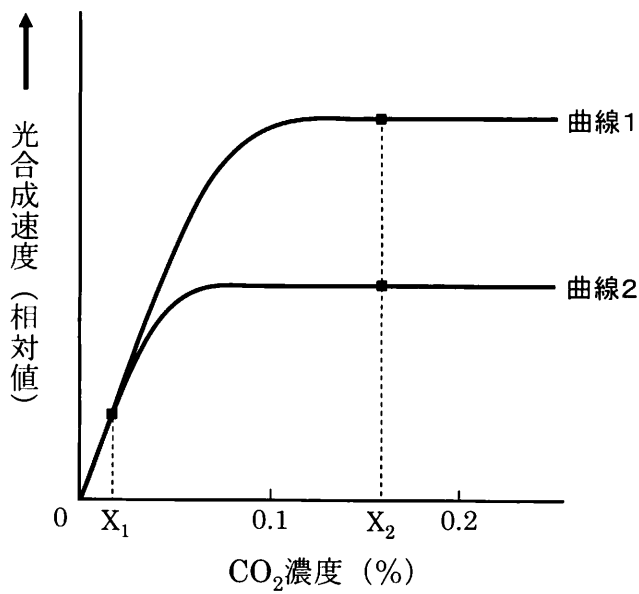


- A 先端を切ってゼラチンを挿入した。
 B 光に対して垂直に雲母片を差し込んだ。
 C 光の当たらない側に雲母片を差し込んだ。
 D 光の当たる側に雲母片を差し込んだ。

- ① A, B ② A, C ③ A, D ④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

問 9 次の図は、ある植物の光合成（photosynthesis）における二酸化炭素（CO₂）濃度と光合成速度（photosynthetic rate）の関係を示したものである。ただし、温度は一定に保つものとし、光の強さは光飽和点（light saturation point）に達していないものとする。二酸化炭素濃度 X₁、X₂のときの限定要因（limiting factor）および、曲線 1 と曲線 2 の光の強さの比較についての正しい組み合わせを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

11



	X ₁ のときの 限定要因	X ₂ のときの 限定要因	曲線 1 の 光の強さ	曲線 2 の 光の強さ
①	光の強さ	CO ₂ 濃度	強い	弱い
②	光の強さ	CO ₂ 濃度	弱い	強い
③	CO ₂ 濃度	光の強さ	強い	弱い
④	CO ₂ 濃度	光の強さ	弱い	強い

問 10 次の表は、ヒトの赤血球 (erythrocyte) と血しょう (blood plasma) 中のナトリウムイオン (Na^+) とカリウムイオン (K^+) のイオン濃度の相対値を示したものである。この表を参考にして、赤血球とイオンについて述べた下の文 a～e のうち、正しいもの二つの組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

	Na^+	K^+
赤血球内	2	155
血しょう中	140	5

- a K^+ は赤血球の外側で濃度が高く、 Na^+ は内側で濃度が高い。
- b K^+ は赤血球の内側で濃度が高く、 Na^+ は外側で濃度が高い。
- c 赤血球の内側と外側で、 Na^+ や K^+ などのイオンの濃度差が生じるのは、細胞膜 (cell membrane) の受動輸送 (passive transport) による。
- d 細胞質基質 (cytoplasmic matrix) に存在するナトリウムポンプ (sodium pump) は、ATPのエネルギーを使い Na^+ を赤血球外へ運び出している。
- e 細胞膜に存在するナトリウムポンプは、ATPのエネルギーを使い Na^+ を赤血球外へ運び出している。

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

問11 次の反応について述べた文として誤っているものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13

ヒル (R.Hill) は、緑葉をすりつぶしてつくった葉緑体 (chloroplast) を含む液にシュウ酸鉄 (iron oxalate) (Ⅲ) を加え、二酸化炭素 (carbon dioxide) を除いてから光をあてた。その結果、酸素 (oxygen) が発生し、シュウ酸鉄 (Ⅲ) はシュウ酸鉄 (Ⅱ) に変化した。

- ① 光合成 (photosynthesis) によって発生する酸素は、水の分解によるものであった。
- ② 二酸化炭素を除いたので、発生した酸素は二酸化炭素由来ではないと考えられた。
- ③ シュウ酸鉄 (Ⅲ) はこの場合、酸化剤 (oxidant) として働いていた。
- ④ 酸素発生量は、シュウ酸鉄 (Ⅱ) の生成量に比例した。
- ⑤ この反応は、ストロマ (stroma) にあるカルビン・ベンソン回路 (Calvin-Benson cycle) で行われていた。

問12 次の a～d の現象の中で、ATP に保存されている化学エネルギーが使われるものはどれか。正しいものを二つ選び、その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

- a 酵素 (enzyme) がタンパク質 (protein) を消化して、アミノ酸 (amino acid) に分解する。
- b オオカナダモ (*Egeria densa*) の葉の細胞が、原形質分離 (plasmolysis) を起こす。
- c 緑色植物の葉では、光合成 (photosynthesis) によってデンプン (starch) が合成される。
- d 筋収縮 (muscle contraction) はアクチン (actin) とミオシン (myosin) というタンパク質の相互的な働きによって起こる。

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

問13 グルコース (glucose) を基質 (substrate) とした好気呼吸 (aerobic respiration) について説明した文として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

- ① 解糖系 (glycolysis) では、グルコース1分子あたり2分子のピルビン酸 (pyruvic acid) が生じ、差し引き2分子のATPがつくられる。
- ② ピルビン酸は、ミトコンドリア (mitochondria) のマトリックス (matrix) に存在する脱炭酸酵素 (decarboxylase) と脱水素酵素 (dehydrogenase) の働きを受けて、酸素 (oxygen) と水素 (hydrogen) に分解される。
- ③ クエン酸回路 (citric acid cycle) では、ピルビン酸2分子あたり2分子のATPがつくられる。
- ④ 補酵素 (coenzyme) によってミトコンドリアの内膜 (inner membrane) まで運ばれた水素[H]は、水素イオンと電子に分けられ、電子は内膜に存在するタンパク質 (protein) に次々と伝達される。
- ⑤ 電子伝達系 (electron transport system) の進行にともなって、ミトコンドリアの内膜でグルコース1分子あたり34分子のATPがつくられる。

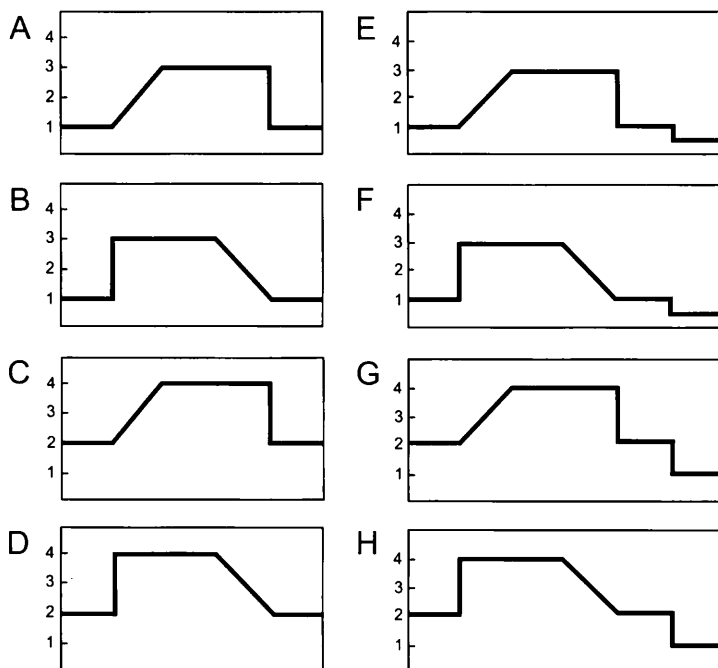
問14 タンパク質 (protein) の構造や性質について述べた文として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

- ① タンパク質はアミノ酸 (amino acid) が多数結合したもので、その種類と数および配列の順序によって様々な立体構造を持つ。
- ② タンパク質の二次構造 (secondary structure) として、らせん構造 (helical structure) やジグザグ構造 (zigzag structure) がある。
- ③ 酵素 (enzyme) が基質特異性 (substrate specificity) を示すのは、その酵素タンパク質と基質 (substrate) の立体構造が、かぎとかぎ穴のように合う形をしているからである。
- ④ 変性 (denaturation) したタンパク質では、アミノ酸の数や配列順序が変化する。

問 15 次のグラフは、真核生物 (eukaryote) の体細胞分裂 (somatic cell division) と減数分裂 (meiosis) における DNA 量の変化を示したものである。縦軸は細胞 1 個あたりの DNA 量の相対値を示し、横軸は時間の経過を示している。A~H のグラフのうち、体細胞分裂と減数分裂それぞれの DNA 量の変化を正しく示したものの組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

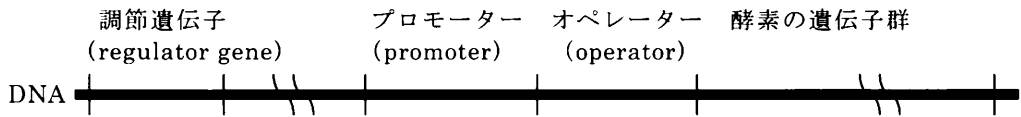
17



	体細胞分裂	減数分裂
①	A	E
②	A	G
③	B	F
④	B	H
⑤	C	E
⑥	C	G
⑦	D	F
⑧	D	H

問 16 次の図は、大腸菌 (*Escherichia coli*) のラクターゼ (lactase) などの酵素 (enzyme) の遺伝子 (gene) と、その発現調節に関わる DNA 上の領域を模式的に示したものである。大腸菌は、培地 (medium) 中にグルコース (glucose) がなく、ラクトース (lactose) があるときにはラクターゼなどの酵素をつくり、培地中にラクトースがないときにはラクターゼなどの酵素をつくらない。DNA 上の領域についての説明として正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

18



- ① プロモーターは、DNA ポリメラーゼ (DNA polymerase) が結合する部位である。
- ② オペレーターはラクトースがないとき、調節タンパク質 (regulatory protein) が結合する部位である。
- ③ 調節遺伝子は、プロモーターの働きを調節する遺伝子である。
- ④ 酵素の遺伝子群は、調節タンパク質がオペレーターに結合すると転写 (transcription) される。

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** は空欄にしてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

〈理 科〉

物理			
問		解答欄	正解
Ⅰ	問 1	1	2
	問 2	2	3
	問 3	3	5
	問 4	4	2
	問 5	5	3
	問 6	6	1
	問 7	7	5
Ⅱ	問 1	8	4
	問 2	9	2
	問 3	10	4
Ⅲ	問 1	11	2
	問 2	12	2
	問 3	13	1
Ⅳ	問 1	14	2
	問 2	15	4
	問 3	16	6
	問 4	17	3
	問 5	18	4
	問 6	19	5

化学		
問	解答欄	正解
問 1	1	2
問 2	2	5
問 3	3	5
問 4	4	5
問 5	5	3
問 6	6	3
問 7	7	4
問 8	8	6
問 9	9	4
問10	10	2
問11	11	6
問12	12	4
問13	13	6
問14	14	4
問15	15	3
問16	16	1
問17	17	3
問18	18	4
問19	19	1
問20	20	1

生物		
問	解答欄	正解
問 1	1	6
問 2	2	1
問 3	3	5
問 4	4	4
	5	2
問 5	6	1
問 6	7	1
問 7	8	2
問 8	9	6
	10	3
問 9	11	3
問10	12	6
問11	13	5
問12	14	6
問13	15	2
問14	16	4
問15	17	6
問16	18	2