

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 ～ 28
生物	29 ～ 40

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。

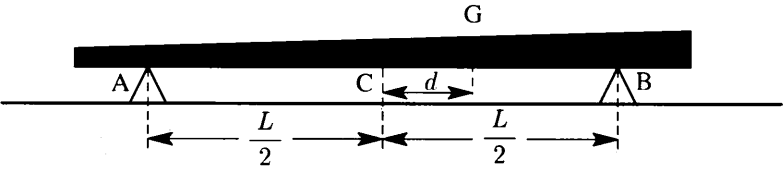
「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

<解答用紙記入例>

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

- I** 2～8ページの問いA（問1）、B（問2）、C（問3）、D（問4）、E（問5）、F（問6）、G（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 次の図のように、質量 M の一様でない棒を2つの支点 A、B で水平に支えている。
支点 AB 間の距離は L で、支点間の中点 C と棒の重心 (center of mass) G との距離は d である。



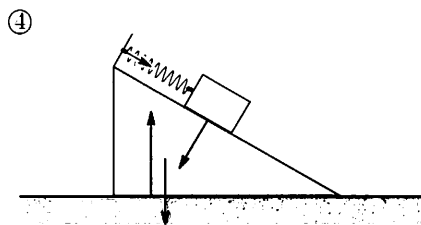
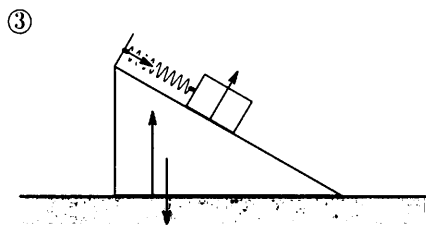
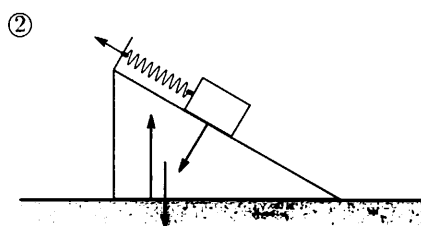
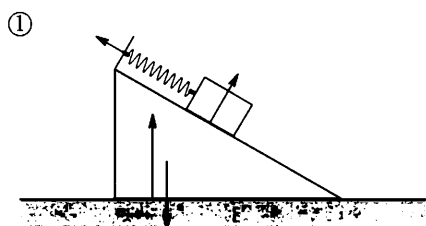
問1 支点 A、B で棒を支えている力の大きさ N_A 、 N_B はそれぞれいくらか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

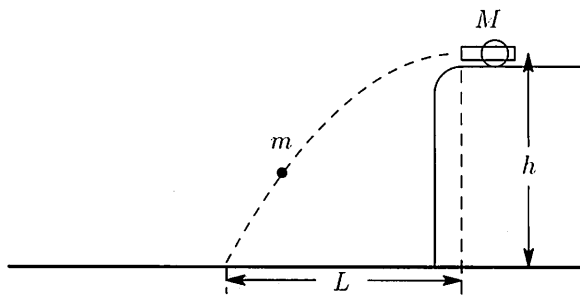
	N_A	N_B
①	$\left(\frac{1}{2} + \frac{d}{2L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} - \frac{d}{2L}\right) Mg$
②	$\left(\frac{1}{2} - \frac{d}{2L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} + \frac{d}{2L}\right) Mg$
③	$\left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L}\right) Mg$
④	$\left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L}\right) Mg$
⑤	$\left(\frac{1}{2} + \frac{2d}{L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} - \frac{2d}{L}\right) Mg$
⑥	$\left(\frac{1}{2} - \frac{2d}{L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} + \frac{2d}{L}\right) Mg$

B 上端に軽いばねが固定してある三角台を水平面上に置き、動かないように手で止めた。また、ばねの他端に小物体を取りつけて台の斜面上に置き、ばねが自然長になる位置で手で支えた。その後、台と小物体から同時に手を離すと、台と小物体は動きはじめた。水平面と台、台と小物体の間の摩擦は無視できるものとする。

問2 動いている間で、ばねが自然長より長いときに三角台にはたらいっている力を矢印で表すとどうなるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 2



- C** 次の図のように、地上から高さ h の場所に投射台がある。この投射台から質量 m の小球を水平に打ち出した。投射台（質量 M ）は反動により、速さ V で後退しはじめた。



- 問3 小球が水平方向に飛んだ距離 L はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

- | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $\frac{M}{m}V\sqrt{\frac{h}{2g}}$ | ② $\frac{M}{m}V\sqrt{\frac{h}{g}}$ | ③ $\frac{M}{m}V\sqrt{\frac{2h}{g}}$ |
| ④ $\frac{m}{M}V\sqrt{\frac{h}{2g}}$ | ⑤ $\frac{m}{M}V\sqrt{\frac{h}{g}}$ | ⑥ $\frac{m}{M}V\sqrt{\frac{2h}{g}}$ |

D 図1のように、水平でなめらかな床の上に台が置いてある。この台には鉛直に（vertically）立てた縦棒があり、その上端に水平な横棒がついている。この横棒に糸の一端を固定して、他端に質量 m のおもりをつけた振り子が下げてある。糸の長さを ℓ として、台と縦棒と横棒の質量の和を M とする。糸の質量は無視できるものとする。

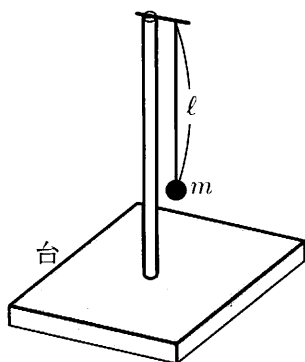


図1

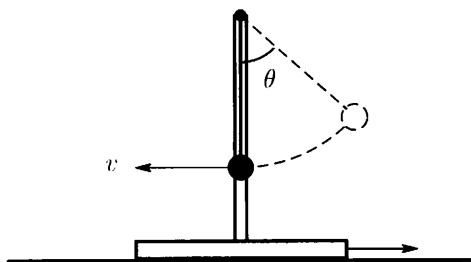


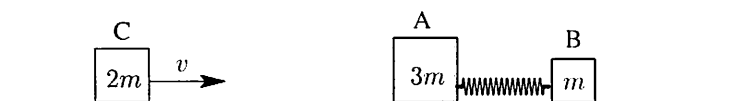
図2

問4 図2のように、横棒に垂直な面内でおもりを持ち上げて、振り子を鉛直から θ の角度に傾け、台と振り子を支えて静止させた。台とおもりから同時に手を離すと、おもりは落下し、台は右へ動き出した。おもりが鉛直に立てた棒を通過するときの速さ v はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- | | | |
|-------------------------------------|--|--|
| ① $\sqrt{2g\ell \cos \theta}$ | ② $\sqrt{\frac{2mg\ell \cos \theta}{M+m}}$ | ③ $\sqrt{\frac{2Mg\ell \cos \theta}{M+m}}$ |
| ④ $\sqrt{2g\ell (1 - \cos \theta)}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{2mg\ell (1 - \cos \theta)}{M+m}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{2Mg\ell (1 - \cos \theta)}{M+m}}$ |

E 次の図のように、質量 $3m$ の小物体 A と質量 m の小物体 B が軽いばねでつながれ、水平でなめらかな床の上に静止している。A の左側から質量 $2m$ の小物体 C が速さ v で、A に弾性衝突 (elastic collision) した。

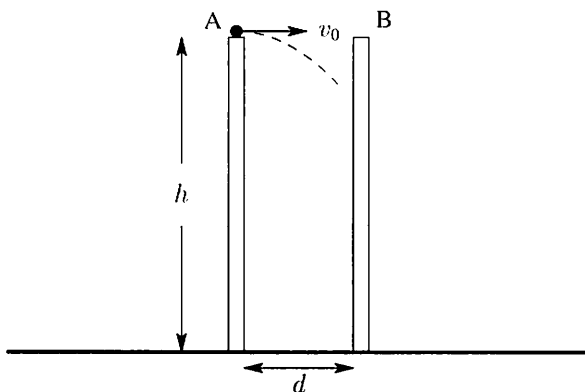


問5 衝突後、ばねの長さがもっとも縮んだときの B の速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5

- ① $\frac{1}{4}v$ ② $\frac{3}{5}v$ ③ $\frac{3}{4}v$ ④ $\frac{4}{5}v$ ⑤ v

F 次の図のように、高さ h の鉛直 (vertical) な壁 A と B が、水平な地面に間隔 d で向かい合って立てられている。小球を、A の上端から B に向かって壁に垂直な方向、初速 v_0 で投げ出した。壁の表面はなめらかであり、小球と壁との衝突は弾性衝突 (elastic collision) である。



問 6 小球が地面に落下するまでの間に、壁に 3 回衝突するために必要な v_0 の条件はどうなるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6

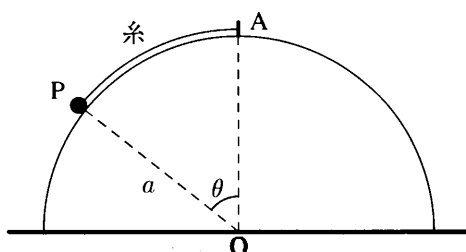
① $2d\sqrt{\frac{g}{2h}} < v_0 < 3d\sqrt{\frac{g}{2h}}$

② $3d\sqrt{\frac{g}{2h}} < v_0 < 4d\sqrt{\frac{g}{2h}}$

③ $4d\sqrt{\frac{g}{2h}} < v_0 < 5d\sqrt{\frac{g}{2h}}$

④ $5d\sqrt{\frac{g}{2h}} < v_0 < 6d\sqrt{\frac{g}{2h}}$

- G** 次の図のように、半径 a の半球 (hemisphere) が水平な床の上に固定されている。半球の底面の中心を O とする。長さ $a\theta$ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) の糸の一端を半球の頂点 A に取り付け、他端には質量 m の小球 P を取付けた。糸と小球は A を支点にして、 $\angle AOP = \theta$ を保って、半球面上をなめらかに回転することができる。



- 問7 上の図の状態から、紙面に垂直に初速 v を小球 P に与えて半球面上を回転させる。小球 P が半球面に接触したまま回転するためには初速 v はある値 $v_{\text{最大}}$ を超えてはいけない。 $v_{\text{最大}}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 7

① $\sqrt{ag \sin \theta}$

② $\sqrt{ag \cos \theta}$

③ $\sqrt{ag \tan \theta}$

④ $\sqrt{\frac{ag}{\sin \theta}}$

⑤ $\sqrt{\frac{ag}{\cos \theta}}$

⑥ $\sqrt{\frac{ag}{\tan \theta}}$

Ⅱ 次の問い A (問 1), B (問 2, 3) に答えなさい。

A 20℃, 150 g の水が発泡スチロール (polystyrene foam) の容器に入っている。これに温度が 0℃ の氷 30 g を入れてゆっくりかき混ぜたところ、氷が完全に溶けた。外部との熱のやりとりはないものとし、水の比熱 (specific heat) を $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$, 氷の融解熱 (heat of fusion) を $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$ とする。

問 1 このときの水の温度はいくらか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

8℃

① 3.1

② 3.6

③ 4.3

④ 5.4

B 図1のように、断面積 S 、長さ $2L$ の容器の中央に左右に自由に動くことができる断熱壁があり、左右にそれぞれ 1 mol の同じ単原子分子理想気体 (monatomic ideal gas) が入っている。容器の左側を気体 A、右側を気体 B とする。最初どちらの気体も圧力は p_0 、絶対温度 (absolute temperature) は T_0 であった。A、B には温度調節装置 C、D がついている。

いま、C から気体 A にゆっくり熱を加えて温度を T に上げ、D により気体 B の温度は T_0 に保ったところ、断熱壁はゆっくり右に動いて左から $\frac{5}{4}L$ 、右から $\frac{3}{4}L$ の位置で静止した (図2)。

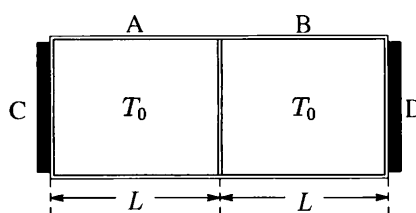


図1

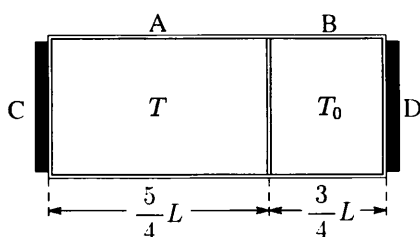


図2

問2 A の温度 T を T_0 で表すとどうなるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

9

- ① $\frac{5}{4}T_0$ ② $\frac{4}{3}T_0$ ③ $\frac{3}{2}T_0$ ④ $\frac{5}{3}T_0$ ⑤ $\frac{5}{2}T_0$

問3 この過程で D が気体 B から吸収した熱量を Q_B とすると、C が気体 A に加えた熱量はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、気体定数 (gas constant) を R とする。

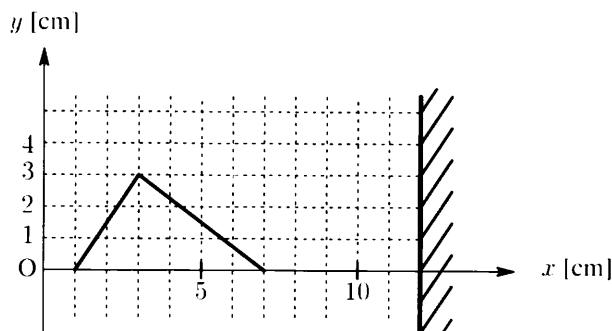
10

- ① $R(T - T_0) - Q_B$ ② $\frac{3}{2}R(T - T_0) - Q_B$ ③ $\frac{5}{2}R(T - T_0) - Q_B$
 ④ $R(T - T_0) + Q_B$ ⑤ $\frac{3}{2}R(T - T_0) + Q_B$ ⑥ $\frac{5}{2}R(T - T_0) + Q_B$

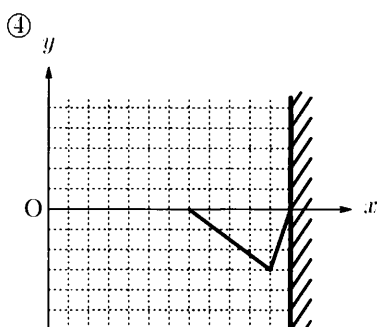
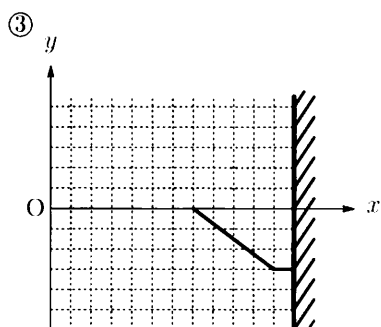
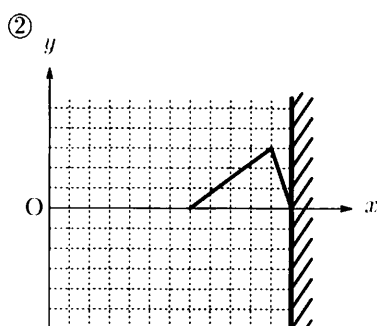
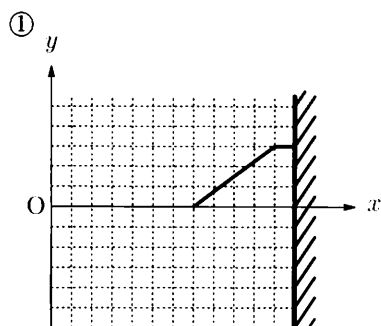
III

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

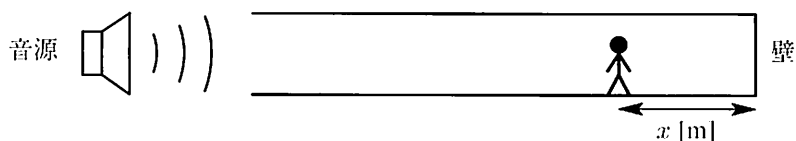
- A** 次の図のように、 x 軸上を正の向きに、速さ 1.0 cm/s で進むパルス波 (pulse) がある。 $x = 12 \text{ cm}$ の位置に反射板が置かれていて、パルス波は反射板を固定端として反射する。パルス波の先端が反射板に達した時刻を $t = 0 \text{ s}$ とする。



- 問 1 時刻 $t = 5.0 \text{ s}$ のとき、反射板より左側に現れている波 (合成波 (associated wave)) のようすはどうなるか。正しく表した図を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 **11**



B 水平でまっすぐなトンネルの一方の入り口をふさぎ、壁にした。もう一方の入り口に音源（sound source）を置き、85 Hz の音波をトンネル内に送ったところ、共鳴が起きた。この状態で空気の密度の変化を測定したところ、ほとんど変化しない位置が3か所あった。



問2 これらの位置の、壁からの距離を x [m] とする。最も適当な値 x の組を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、音速を 340 m/s とする。

12

① 0.50 m, 1.5 m, 2.5 m

② 1.0 m, 2.0 m, 3.0 m

③ 1.0 m, 3.0 m, 5.0 m

④ 2.0 m, 4.0 m, 6.0 m

⑤ 2.0 m, 6.0 m, 10 m

⑥ 4.0 m, 8.0 m, 12 m

C 次のA群には色の現象を3つ、B群には光の性質を4つ挙げた。

A 群

ア 虹 (rainbow) の色	イ シャボン玉 (soap bubble) の色
ウ 夕焼け (evening glow) の色	

B 群

a 干渉 (interference)	b 回折 (diffraction)
c 分散 (dispersion)	d 散乱 (scattering)

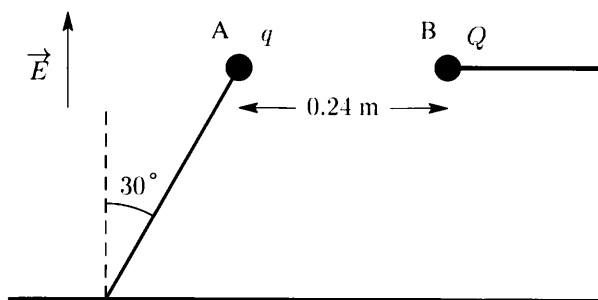
問3 A群のそれぞれの現象は、B群のどの性質によって起こるか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

13

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	c	c	c	c	d	d	d	d
イ	a	a	c	c	a	a	c	c
ウ	b	d	b	d	b	d	b	d

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

A 次の図のように、水平な床に一端を固定した絶縁体 (insulator) の糸に小球 A をつけ、ある電荷 q (> 0) に帯電させた。図で鉛直上向き (vertically upward) に一様な電場 \vec{E} をかけ、電荷 $Q = -3.2 \times 10^{-7} \text{ C}$ に帯電させた小球 B を絶縁体の棒に固定して右から近づけたところ、A は糸が張った状態で \vec{E} に対して 30° 傾いて静止した。このとき、B は A と同じ高さで距離 0.24 m の位置にあった。重力の影響は無視できるものとする。クーロンの法則 (Coulomb's law) の比例定数 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ とする。必要なら、 $\sqrt{3} \approx 1.73$ を使いなさい。

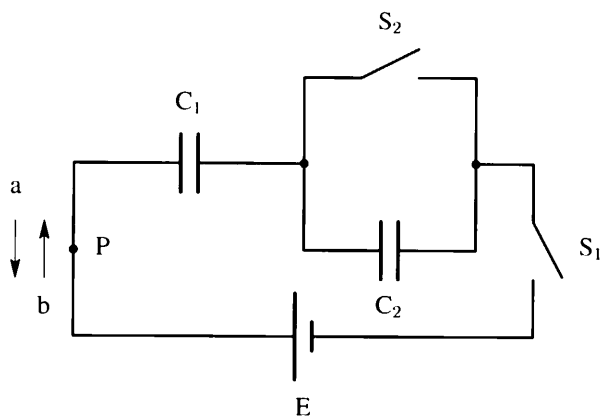


問 1 \vec{E} の大きさはいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14 V/m

- | | | |
|-------|---------------------|---------------------|
| ① 2.9 | ② 2.9×10^2 | ③ 2.9×10^4 |
| ④ 8.7 | ⑤ 8.7×10^2 | ⑥ 8.7×10^4 |

B 次の図のように、電気容量 (electric capacity) が $2.0\ \mu\text{F}$ のコンデンサー (capacitor) C_1 、 $6.0\ \mu\text{F}$ の C_2 、スイッチ S_1 、 S_2 、起電力 (electromotive force) $4.0\ \text{V}$ の内部抵抗が無視できる電池 E を接続した。はじめ、 S_1 、 S_2 は開いており、 C_1 、 C_2 には電荷が蓄えられていなかった。 S_1 を閉じた後、しばらくして S_2 を閉じた。

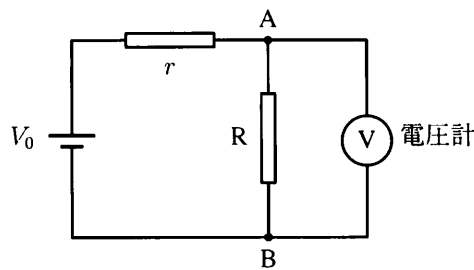


問2 S_2 を閉じたとき、導線中の点 P を流れる電流の向きは、図で示した a 、 b のうち、どちらか。また流れた電気量は何 μC か。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

	向き	電気量 (μC)
①	a	2.0
②	a	18
③	a	24
④	b	2.0
⑤	b	18
⑥	b	24

C 抵抗と電圧計を用いて、ある電池の起電力 (electromotive force) V_0 と内部抵抗 r を測定することにした。次の図のような回路で、抵抗 R を取り替えて、AB 間の電圧を測定したところ、 R の抵抗値と電圧との関係は下の表のようになった。



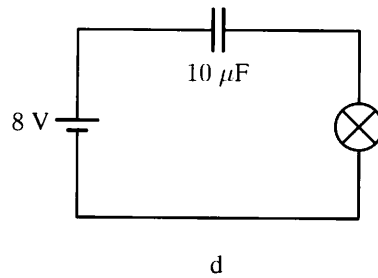
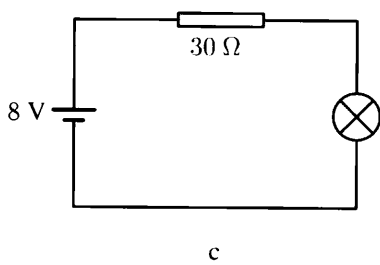
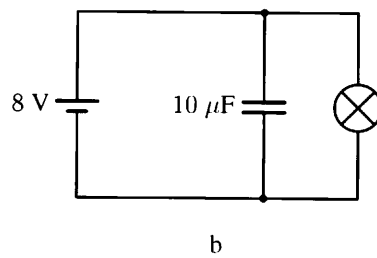
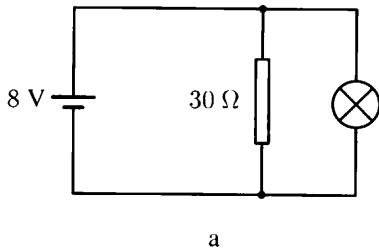
	1 回目	2 回目	3 回目
R の抵抗値 (Ω)	1.00	2.00	4.00
AB 間の電圧 (V)	3.27	3.43	3.51

問3 上の表から、 V_0 と r を求めるとどうなるか。最も適当な組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

	①	②	③	④
V_0 [V]	3.6	3.6	3.9	3.9
r [Ω]	0.10	0.20	0.10	0.20

D 次の図のように、電池、抵抗、コンデンサー (capacitor)、電球をつないで4種類の回路a～dを作って、電球の明るさを比べた。ここで、電池の内部抵抗は $1.0\ \Omega$ 、電球の抵抗は $30\ \Omega$ で一定であるとする。



問4 じゅうぶんに時間が経過した後、回路a～dを電球の明るい順に並べたらどうなるか。正しい組み合わせを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

17

- ① $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$
- ② $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow c$
- ③ $b \rightarrow a \rightarrow c \rightarrow d$
- ④ $b \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow c$
- ⑤ $c \rightarrow d \rightarrow a \rightarrow b$
- ⑥ $c \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow a$
- ⑦ $d \rightarrow c \rightarrow a \rightarrow b$
- ⑧ $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$

E ダイオード (diode) は図1が示すように、加える電圧と流れる電流が比例しない素子である。図2の回路で、図1の特性をもつダイオードに 5.0 mA の電流を流したい。抵抗はダイオードに流れる電流を 5.0 mA に調節するためのものであり、その抵抗値はグラフを用いて求めることができる。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

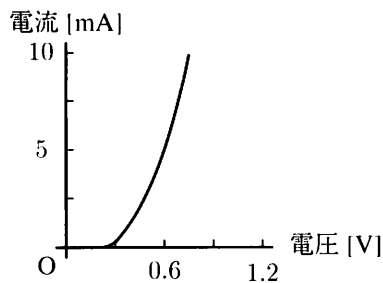


図1

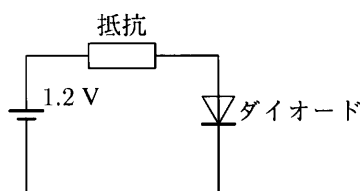
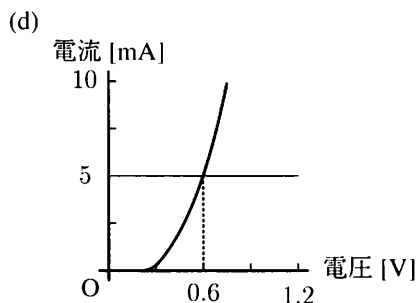
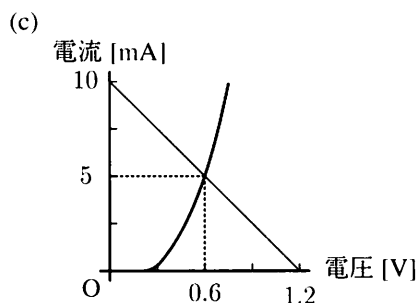
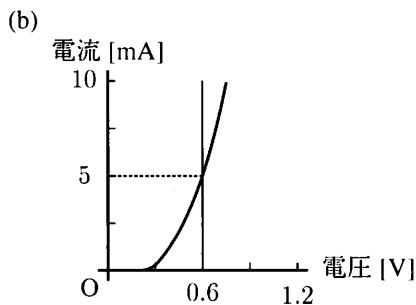
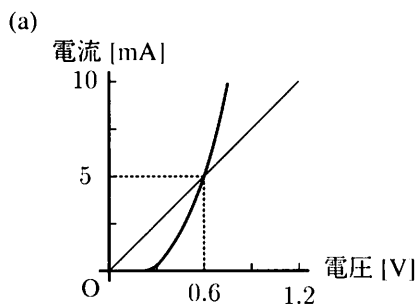


図2

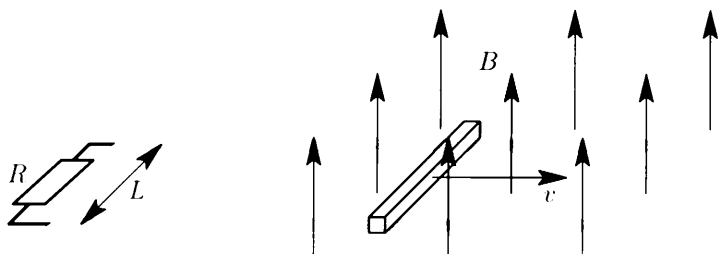
問5 次に示す4種類のグラフ(a)~(d)のうち、その抵抗値を決めるために必要なものはどれか。またその抵抗値はいくらか。最も適当な組み合わせを、次の①~⑧の中から一つ選ばない。

18



- | | | | | | | | |
|---|--------------------|---|--------------------|---|--------------------|---|--------------------|
| ① | (a), $120\ \Omega$ | ② | (a), $240\ \Omega$ | ③ | (b), $120\ \Omega$ | ④ | (b), $240\ \Omega$ |
| ⑤ | (c), $120\ \Omega$ | ⑥ | (c), $240\ \Omega$ | ⑦ | (d), $120\ \Omega$ | ⑧ | (d), $240\ \Omega$ |

F 次の図のように、鉛直上向き（vertically upward）の磁束密度（magnetic flux density） B の一様な磁場の中に、間隔が L の平行な 2 本の導体レールが水平に置かれている。質量 M の真つすぐな導体棒（conducting rod）をレールに直角にのせる。レールの端に抵抗値 R の抵抗が接続されている。導体棒に力を加え続けたところ、導体棒は一定の速さ v で図の右の方向に動き続けた。レールと導体棒の電気抵抗は無視できるものとし、またレールと導体棒との間の摩擦は無視できるものとする。



問6 導体棒に加えている力の仕事率（power）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。ただし、仕事率は単位時間あたりの仕事のことである。

19

① $\frac{BL}{R}v$

② $\frac{2BL}{R}v$

③ $\frac{B^2L^2}{R}v^2$

④ $\frac{2B^2L^2}{R}v^2$

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) : $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

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 C : 12 N : 14 O : 16 Na : 23 Cl : 36 Br : 80

問1 次の(a)～(e)は、原子の電子配置 (electron configuration) を示したものである (例えばヘリウム He は K(2)となる)。組成比 (composition ratio) 1 : 1 のイオン結晶 (ionic crystal) をつくりることができる原子の組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 1

(a) K(2) L(6)

(b) K(2) L(8) M(1)

(c) K(2) L(8) M(3)

(d) K(2) L(8) M(5)

(e) K(2) L(8) M(7)

① a, b

② a, c

③ b, d

④ b, e

⑤ c, d

⑥ c, e

問2 質量数 (mass number) 17 の酸素原子が 2 価の陰イオン $^{17}\text{O}^{2-}$ となったときに含まれる中性子 (neutron) と電子 (electron) の数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。

2

	中性子	電子
①	8	8
②	8	10
③	9	8
④	9	10
⑤	17	8
⑥	17	10

問3 次の①～⑤の中から、非共有電子対 (unshared electron pair) を最も多く持つ分子を一つ選びなさい。

3

- ① CH_4 ② C_2H_2 ③ CO_2 ④ HCl ⑤ H_2S

問4 次の化合物の中に極性分子 (polar molecule) はいくつあるか。最も適当なものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

CH_4 CCl_4 CO CO_2 H_2O NH_3

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問5 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 0.84 g に過剰な量の塩酸 HCl aq を加えたとき、発生する気体の標準状態での体積 (L) として最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5 L

- ① 0.112 ② 0.224 ③ 0.448 ④ 1.12 ⑤ 2.24 ⑥ 4.48

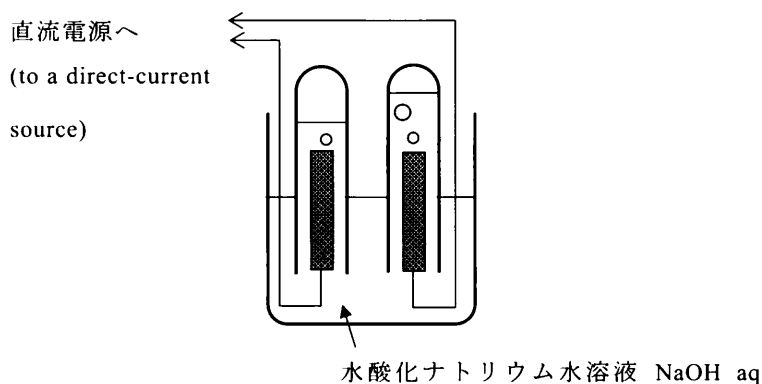
問6 溶液 **A** の中に金属 **B** を入れたとき、酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) が 起こらないものを、次の①～④の組み合わせの中から一つ選びなさい。

6

	A	B
①	濃硝酸 conc. HNO_3	Ag
②	硫酸銅水溶液 CuSO_4 aq	Fe
③	塩酸 HCl aq	Ni
④	硫酸亜鉛水溶液 ZnSO_4 aq	Cu

問7 次の図のような装置で水を電気分解 (electrolysis) したところ、標準状態で水素 H_2 が 22.4 mL、酸素 O_2 が 11.2 mL 集まった。このときに分解された水の質量 (mg) 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。

7 mg



- ① 9 ② 18 ③ 27 ④ 36

問8 次の(a)～(d)の中で、温度一定のもとで触媒 (catalyst) を加えても 変化しないもの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。

8

- (a) 反応熱 (heat of reaction) (b) 活性化エネルギー (activation energy)
 (c) 反応経路 (reaction path) (d) 平衡定数 (equilibrium constant)

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

問 9 プロパン C_3H_8 ，メタノール CH_3OH ，エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ をそれぞれ同じ量の二酸化炭素 CO_2 が発生するように完全燃焼 (complete combustion) させる。このときに発生する熱量の小さな順に並べたものを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし， C_3H_8 ， CH_3OH ， $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の燃焼熱 (heat of combustion) は，それぞれ 2219 kJ/mol，726 kJ/mol，1368 kJ/mol とする。

9

- | | |
|---|---|
| ① $\text{C}_3\text{H}_8 < \text{CH}_3\text{OH} < \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | ② $\text{C}_3\text{H}_8 < \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} < \text{CH}_3\text{OH}$ |
| ③ $\text{CH}_3\text{OH} < \text{C}_3\text{H}_8 < \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | ④ $\text{CH}_3\text{OH} < \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} < \text{C}_3\text{H}_8$ |
| ⑤ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} < \text{C}_3\text{H}_8 < \text{CH}_3\text{OH}$ | ⑥ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} < \text{CH}_3\text{OH} < \text{C}_3\text{H}_8$ |

問 10 次の水溶液(a)～(c)を凝固点 (freezing point) の低い順に並べたとき，正しいものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

- (a) 0.1 mol/kg CaCl_2 aq
 (b) 0.1 mol/kg NaCl aq
 (c) 0.1 mol/kg $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ aq

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| 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 11 0.1 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液 CH_3COONa aq と 0.1 mol/L 炭酸水素ナトリウム水溶液 NaHCO_3 aq を区別したい。このとき加える試薬 (reagent) 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。

11

- | | | |
|------------------------------|--|---------------------------------------|
| ① 銅 Cu | ② 鉄 Fe | ③ 2 mol/L 塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq |
| ④ 2 mol/L 塩酸 HCl aq | ⑤ 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq | |

問 12 次の記述(a)～(d)のうち、HF の性質にあてはまるものの組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

- (a) フッ素 F と同じ族 (group) の水素化合物に比べて沸点 (boiling point) が高い。
 (b) 水溶液は強酸である。
 (c) 水溶液はガラスを腐食する (corrode)。
 (d) 強い酸化作用 (oxidizing property) を示す。

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

問 13 次の記述(a)～(c)にあてはまる気体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。

13

- (a) 還元性 (reducing ability) をもち、漂白作用 (bleaching property) を示す。
 (b) 水上置換 (displacement of water) で集められる。
 (c) 水に溶けると酸性を示す。

	a	b	c
①	Cl ₂	N ₂	O ₂
②	Cl ₂	NH ₃	CO ₂
③	Cl ₂	NH ₃	O ₂
④	SO ₂	N ₂	CO ₂
⑤	SO ₂	N ₂	O ₂
⑥	SO ₂	NH ₃	CO ₂

問 14 遷移元素 (transition element) に関する記述①～④の中から、正しいものを一つ選びなさい。

14

- ① 金属元素の他に、非金属元素 (nonmetallic element) も含まれている。
- ② 周期表 (periodic table) の同じ周期 (period) に属する遷移元素は、互いによく似た性質を示す。
- ③ 遷移元素を含む化合物には有色のものはない。
- ④ 一般に密度 (density) が小さく、融点 (melting point) の低いものが多い。

問 15 Ag^+ , Cu^{2+} , Al^{3+} を含む酸性の水溶液がある。このうち 2 種類のイオンだけを沈殿 (precipitate) させる方法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。

15

- ① 塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq を加える。
- ② 過剰のアンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を加える。
- ③ 少量のアンモニア水を加える。
- ④ 硫化水素 H_2S を通じる。
- ⑤ 硝酸カリウム水溶液 $\text{KNO}_3 \text{ aq}$ を加える。

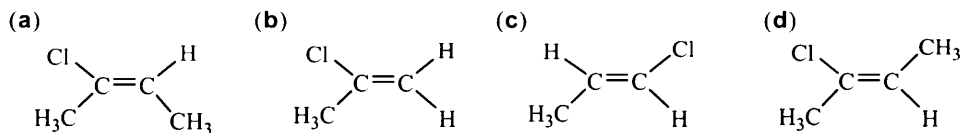
問 16 分子式 C_6H_{12} で表される化合物のうち、炭素原子間に二重結合 (double bond) を持たないものの一般名を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16

- ① アルカン (alkane) ② アルケン (alkene) ③ アルキン (alkyne)
- ④ シクロアルカン (cycloalkane) ⑤ シクロアルケン (cycloalkene)

問 17 次の化合物(a)～(d)のうち、塩素 Cl_2 を付加 (addition) させたときに不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) を持つ化合物が生じるものはいくつあるか。正しいものを下の①～④の中から一つ選びなさい。

17



- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

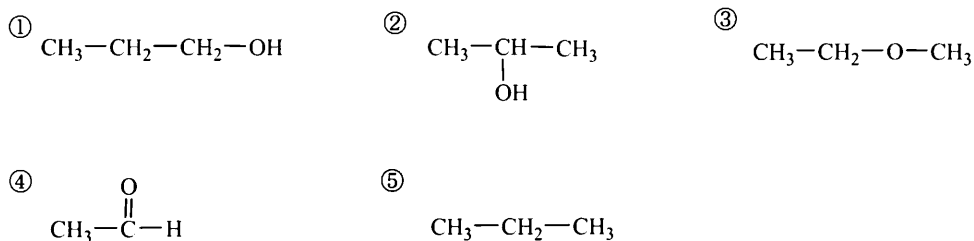
問 18 ある鎖式炭化水素 (acyclic hydrocarbon) **A** を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素 CO_2 1.0 mol と 水 H_2O 1.0 mol が生成した。また、**A** 14 g に付加 (addition) する臭素 Br_2 の質量 (mass) は 32 g であった。**A** の分子式を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① C_3H_4 ② C_3H_6 ③ C_4H_6 ④ C_4H_8 ⑤ C_5H_8 ⑥ C_5H_{10}

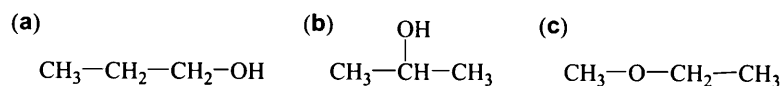
18

問 19 化合物 **A** は、金属ナトリウム Na と反応して気体を発生し、また、酸化されるとケトン (ketone) を生じる。化合物 **A** の構造式を次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

19



問 20 次の化合物(a)～(c)のうち、ヨードホルム反応 (iodoform reaction) を示すものはどれか。また、沸点 (boiling point) が最も低いものはどれか。正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

20

	ヨードホルム反応を示す	沸点が最も低い
①	a	b
②	a	c
③	b	a
④	b	c
⑤	c	a
⑥	c	b

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 核(nucleus)、ゴルジ体(Golgi body)、ミトコンドリア(mitochondria)、液胞(vacuole)の中で、それらを構成している膜が、二重の膜からなるものの正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

- ① 核，ゴルジ体
- ② 核，ミトコンドリア
- ③ 核，液胞
- ④ ゴルジ体，ミトコンドリア
- ⑤ ゴルジ体，液胞
- ⑥ ミトコンドリア，液胞

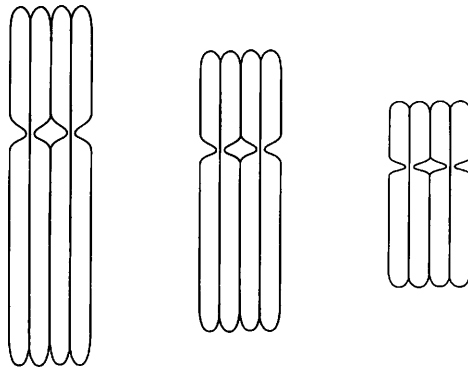
問 2 酵素 (enzyme) の一般的な性質や特徴について述べた文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

- ① 酵素は、おもに細胞外で働く。
- ② 酵素は、核酸 (nucleic acid) の一種から構成されている。
- ③ 酵素は、ゴルジ体 (Golgi body) でつくられる。
- ④ 酵素は、リボソーム (ribosome) でつくられる。
- ⑤ 酵素は、アルカリ性や熱に強い。

問 3 次の図は、ある種子植物 (seed plant) の細胞分裂の中期 (metaphase) の染色体 (chromosome) 構成を模式的に表したものである。このような染色体を観察できる細胞はどこにあるか。また、この細胞の核相 (nuclear phase) は何か。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3



- ① 根端 (root apex), 単相 (haploid phase)
- ② 根端, 複相 (diploid phase)
- ③ 葯 (anther), 単相
- ④ 葯, 複相
- ⑤ 胚乳 (albumen), 単相
- ⑥ 胚乳, 複相

問4 単細胞生物 (unicellular organism) と多細胞生物 (multicellular organism) について述べ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。

4

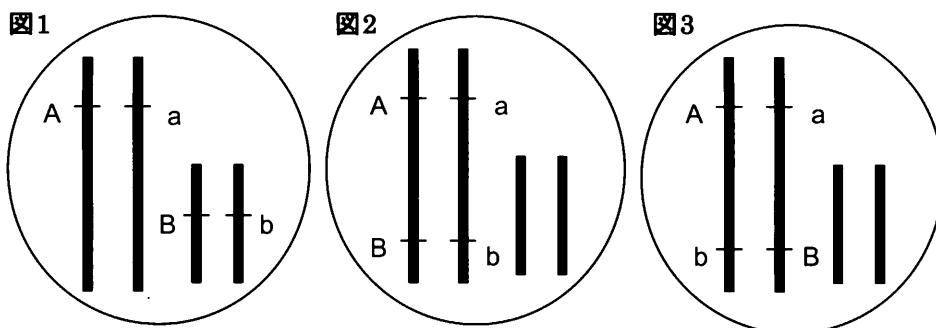
- ① 単細胞生物は配偶子 (gamete) をつくらないため、有性生殖 (sexual reproduction) をしない。
- ② 多細胞生物にも単細胞の時期がある。
- ③ 多細胞生物の1個体を構成する個々の細胞は、働きや形態が異なっているとしても、一般に同じ遺伝子組成 (genetic composition) を持つ。
- ④ 分裂した単細胞生物が分離せずに集合したまま残ったと見なされる生物が存在し、これを細胞群体 (cell colony) と呼ぶ。
- ⑤ 単細胞生物の中には、口、肛門 (anus)、消化器の働きをする細胞内構造を持つものがある。

問5 ヒトの組織 (tissue) 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。

5

- ① 組織には、未分化の細胞 (undifferentiated cell) の集まりである分裂組織 (meristematic tissue) がある。
- ② 器官 (organ) の表面をおおう上皮組織 (epithelial tissue) の細胞の周囲には細胞間物質 (intercellular substance) が多く含まれている。
- ③ 筋組織 (muscle tissue) には、しま模様のあるものとなないものがある。
- ④ 筋組織は、ニューロン (neuron) と呼ばれる単位構造が多数つながってできている。
- ⑤ 結合組織 (connective tissue) は、すべて骨のように固く丈夫である。

問 6 AaBb の遺伝子型 (genotype) を持つ個体における染色体 (chromosome) 上の遺伝子 (gene) の配置は、次の図 1～3 の 3 通りが考えられる。これについて下の問い(1), (2) に答えなさい。



(1) AaBb の個体を検定交雑 (test cross) したとき, $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab]$ の各表現型 (phenotype) の分離比として 起こり得ないもの を, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

- ① 9 : 3 : 3 : 1 ② 1 : 1 : 1 : 1 ③ 1 : 0 : 0 : 1
④ 4 : 1 : 1 : 4 ⑤ 1 : 4 : 4 : 1

(2) AaBb の個体を検定交雑したとき, $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 0 : 1 : 1 : 0$ という分離比は, 図 1～3 のどのような遺伝子の配置において見られるか。また, 遺伝子の組換え (recombination) の有無はどうか。正しい組み合わせを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

- ① 図 1, 組換えあり ② 図 1, 組換えなし
③ 図 2, 組換えあり ④ 図 2, 組換えなし
⑤ 図 3, 組換えあり ⑥ 図 3, 組換えなし

問7 次の表は血しょう (blood plasma), 原尿 (primitive urine), 尿 (urine) のおもな成分の割合と, 血しょうから尿への濃縮率を比較したものである。この表と腎臓(kidney)の機能について述べた文として正しいものを, 下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

成分	血しょう (%)	原尿 (%)	尿 (%)	濃縮率
水	90～93	99	95	1.0
タンパク質	7～9	0.02	0	0
グルコース	0.10	0.10	0	0
尿素	0.03	0.03	2	67

タンパク質 (protein), グルコース (glucose), 尿素 (urea)

- ① 血液成分が, 毛細血管 (capillary) からなる糸球体 (glomerulus) を通ることによってろ過 (filtration) されたものを, 血しょうという。
- ② ボーマンのう (Bowman's capsule) へろ過されたものを原尿といい, タンパク質の大部分はその中に含まれている。
- ③ グルコースは, 細尿管 (uriniferous tubule, 腎細管 renal tubule) を通過する間に周囲の毛細血管にすべて再吸収されたと考えてよい。
- ④ 尿素の割合が原尿より尿中で上昇したのは, 原尿中から水分の再吸収が行われなかったためである。
- ⑤ 濃縮率は尿中に占める成分の割合を示している。

問8 ヒトの体温調節に関して、次の問い(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 寒冷刺激に対してはたらく自律神経 (autonomic nerve) と、皮膚の立毛筋 (arrector pili muscle)、皮膚の毛細血管 (capillary) の反応についての正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

	自律神経	皮膚の立毛筋	皮膚の毛細血管
①	交感神経	収縮	収縮
②	交感神経	収縮	弛緩
③	交感神経	弛緩	収縮
④	副交感神経	収縮	収縮
⑤	副交感神経	収縮	弛緩
⑥	副交感神経	弛緩	収縮

交感神経 (sympathetic nerve)、副交感神経 (parasympathetic nerve)、
収縮 (contraction)、弛緩 (relaxation)

- (2) 寒冷刺激に対して、分泌 (secretion) 量が増加するホルモン (hormone) の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10

- ① アドレナリン (adrenalin)、インスリン (insulin)
- ② アドレナリン、チロキシン (thyroxine)
- ③ アドレナリン、セクレチン (secretin)
- ④ インスリン、チロキシン
- ⑤ インスリン、セクレチン

問 9 種子植物 (seed plant) の生活と光合成 (photosynthesis) について述べ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。

11

- ① 光エネルギーを利用して、二酸化炭素 (carbon dioxide) と水から有機物 (organic compound) を合成している。
- ② 光合成に必要な二酸化炭素は、おもに葉の表皮 (epidermis) にある気孔 (stoma) から取り入れている。
- ③ 葉の内部にみられる、さく状組織 (palisade tissue) や海綿状組織 (spongy tissue) の細胞内には葉緑体 (chloroplast) があり、光合成色素 (photosynthetic pigment) を含んでいる。
- ④ 二酸化炭素の濃度と温度を一定条件にした場合、光の強さが増せば増すほど光合成速度 (photosynthetic rate) は大きくなる。
- ⑤ 合成された有機物は、師管 (sieve tube) を通って移動し貯蔵され、さまざまな生命活動に利用される。

問 10 植物の反応と調節について述べ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。

12

- ① 植物が外からの刺激に反応して、刺激のくる方向へ屈曲する場合を正の屈性 (tropism) といい、成長運動 (growth movement) によるものである。
- ② 幼葉鞘 (coleoptile) の先端部でつくられ、茎の伸長成長 (elongation growth) を促進する物質は、オーキシン (auxin) と総称されている。
- ③ アブシシン酸 (abscisic acid) は気孔 (stoma) を開かせ、サイトカイニン (cytokinin) は気孔を閉じさせる働きをしている。
- ④ 果実の成熟を促進させるエチレン (ethylene) は、気体の植物ホルモン (plant hormone) である。
- ⑤ 種子の発芽 (germination) を促進したり、種なしブドウ (seedless grape) の作出に利用されるのは、ジベレリン (gibberellin) である。

問 11 レタス (lettuce) の種子の発芽 (germination) に対する光照射と 2 種の植物ホルモン (plant hormone) の影響を調べるために、次の実験 1～6 を行った。実験の結果から導かれることを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

実験 1 レタスの種子に光照射したところ、発芽した。

実験 2 レタスの種子に光照射しない場合、発芽しなかった。

実験 3 レタスの種子に光照射し、植物ホルモン A を与えたところ、発芽した。

実験 4 レタスの種子に光照射せず、植物ホルモン A を与えたところ、発芽した。

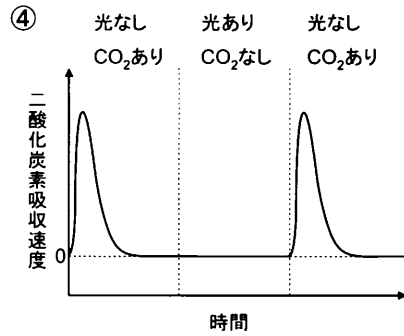
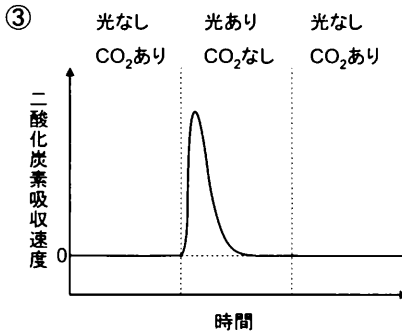
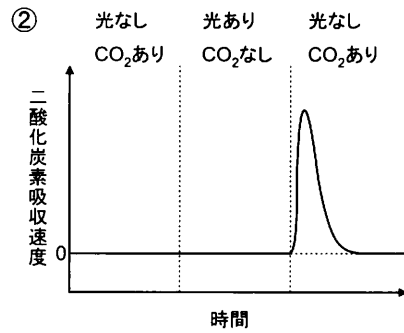
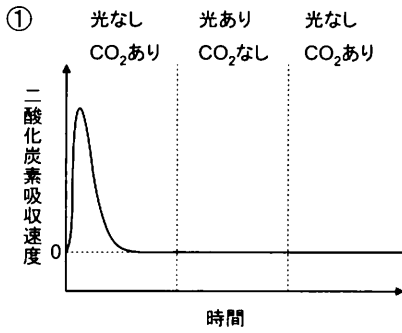
実験 5 レタスの種子に光照射し、植物ホルモン B を与えたところ、発芽しなかった。

実験 6 レタスの種子に光照射せず、植物ホルモン B を与えたところ、発芽しなかった。

- ① 植物ホルモン A は発芽を促進し、植物ホルモン B は発芽を抑制する。
- ② 植物ホルモン A は発芽を促進し、植物ホルモン B は発芽に影響を及ぼさない。
- ③ 植物ホルモン A は発芽に影響を及ぼさないが、植物ホルモン B は発芽を促進する。
- ④ 植物ホルモン A は発芽に影響を及ぼさないが、植物ホルモン B は発芽を抑制する。
- ⑤ 植物ホルモン A は発芽を抑制し、植物ホルモン B は発芽を促進する。
- ⑥ 植物ホルモン A は発芽を抑制し、植物ホルモン B は発芽に影響を及ぼさない。

問 12 暗所に置いた緑色植物から暗所に取り出した葉緑体 (chloroplast) を材料に、光と二酸化炭素 (carbon dioxide) の条件を変えて、二酸化炭素吸収速度の変化を測定した。実験結果として正しいグラフを、下に示した①～④の中から一つ選びなさい。

14



問 13 タンパク質 (protein) について述べた次の a～e の文の中から、誤っているものを二つ選び、その組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

- a タンパク質を構成する元素 (element) は、元素記号であらわすと C, H, O, N, P である。
- b タンパク質合成の過程で、2 個のアミノ酸 (amino acid) が結合するとき、水 1 分子が除かれる。
- c 真核細胞 (eukaryotic cell) では、核 (nucleus) の中でタンパク質が合成される。
- d 熱などの影響でタンパク質の立体構造 (conformation) が崩れることを変性 (denaturation) という。
- e 酵素作用 (enzymatic effect) をもつタンパク質は中性でよく働くが、酸性でよく働くものもある。

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

問 14 嫌気呼吸 (anaerobic respiration) 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。

16

- ① 乳酸発酵 (lactic acid fermentation) では、1 分子のグルコース (glucose) を分解すると、2 分子の乳酸 (lactic acid) と 2 分子の二酸化炭素 (carbon dioxide) が生じる。
- ② 酵母 (yeast) は好気条件 (aerobic condition) でもアルコール発酵 (alcoholic fermentation) のみを行う。
- ③ アルコール発酵では 1 分子のグルコースを分解すると、2 分子のエタノール (ethanol) と 2 分子の二酸化炭素が生じる。
- ④ アルコール発酵と乳酸発酵において、同じ量のグルコースを分解すると、得られる ATP はアルコール発酵の方が多い。
- ⑤ 解糖 (glycolysis) は動物の筋肉中で行われる嫌気呼吸で、アルコール発酵と同じ反応系である。

問 15 ヒトの生体防御 (biophylaxis) のしくみ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。

17

- ① 血液凝固 (blood coagulation) には、血小板 (blood platelet) から放出されるフィブリン (fibrin) が関与する。
- ② 免疫を記憶する細胞 (memory cell) は、体液性免疫 (humoral immunity) だけでなく、細胞性免疫 (cellular immunity) においてもつくられる。
- ③ 特定の病原体 (pathogen) に対する抗体 (antibody) を含む血清 (serum) をワクチン (vaccine) という。
- ④ 試験管に取り出した血液は、30℃よりも4℃に保った方が速やかに凝固する。
- ⑤ 抗体はT細胞 (T-cell) が分化 (differentiation) した抗体産生細胞 (antibody-forming cell) でつくられる。

問 16 真核生物 (eukaryote) の DNA と RNA 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。

18

- ① DNA の塩基配列 (base sequence) をそのまま写し取ったものが mRNA である。
- ② DNA には情報を持つ部位と持たない部位があり、情報を持つ部位をイントロン (intron)、持たない部位をエキソン (exon) という。
- ③ DNA を転写 (transcription) した RNA から、情報を持たない部位が切り捨てられ、情報を持つ部位のみがつながって mRNA がつくられる。この過程をスプライシング (splicing) という。
- ④ RNA と DNA を構成するヌクレオチド (nucleotide) の糖の種類は同じである。
- ⑤ RNA の種類は mRNA と tRNA の 2 種類のみである。

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

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

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