

平成17年度  
日本留学試験(第1回)

# 試験問題

平成17年度（2005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。）

### I 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，この問題用紙の中を見ないでください。
2. 各科目は，次のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ～ 13
化学	15 ～ 25
生物	27 ～ 38

3. 解答は，解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
4. 問題用紙の余白は，メモに使ってもいいです。
5. 監督者の許可なしに，部屋の外に出ることはできません。
6. 試験が終わっても，この問題用紙を持ち帰ることはできません。
7. 受験番号と名前を下の欄に，受験票と同じように記入してください。

### II 解答上の注意

1. 各問題には，その解答を記入する行番号 **1**，**2**，**3**，…がついています。解答は問題の文の指示にしたがって，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。
2. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

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科目を解答用紙のおもて面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

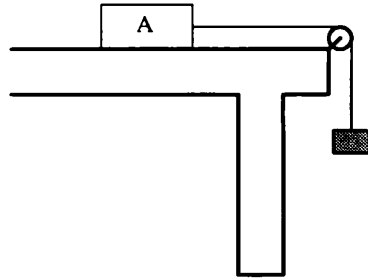
「物理」を選択する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。選択した科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

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

**I** 次の問い A (問1)、B (問2)、C (問3、4)、D (問5、6)、E (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  $g$  とする。

**A** 図のように、なめらかな水平面に質量  $m$  の物体 A を置き、伸び縮みしない軽いひもをつけて、なめらかな滑車 (pulley) を通して、同じ質量  $m$  のおもりを1個つるした。このとき A は、一定の力で引かれ、等加速度運動をした。



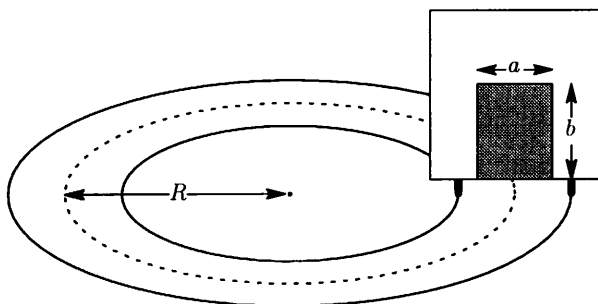
**問1** おもりを2個に変えて、同じ実験を行った。

このとき A を引く力の大きさは、おもりが1個の場合の何倍になるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**1** 倍

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

**B** 図のように、水平面上に半径  $R$  の円状のレール (railway) がある。このレールの上を一定の速さで走っている列車の床の中央に、幅  $a$ 、高さ  $b$  の一様な箱が立ててある。ただし、 $a$ 、 $b$  は  $R$  に比べて十分小さいものとする。また、箱と列車の床との静摩擦 (static friction) は十分大きく、箱は床の上をすべることはないものとする。

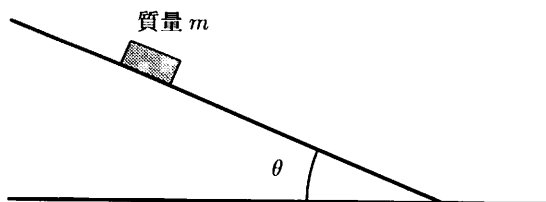


問 2 箱が倒れないで走行できる列車の最大の速さはいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**2**

- ①  $\sqrt{\frac{gRa}{b}}$       ②  $\sqrt{\frac{2gRa}{b}}$       ③  $\sqrt{\frac{gRb}{a}}$       ④  $\sqrt{\frac{2gRb}{a}}$

C 図のように、斜面上に置かれた質量  $m$  の物体を考える。斜面の傾斜角 (angle of inclination)  $\theta$  をゆっくりと大きくしていくと、ある角度  $\theta_1$  のとき物体がすべり出した。物体と斜面の間との動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) を  $\mu'$  とする。



問3 斜面の角度を  $\theta_1$  のままに保ったところ、物体は一定の加速度で斜面に沿って下っていった。加速度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。

3

- ①  $g(\cos \theta_1 - \mu' \sin \theta_1)$       ②  $g(\sin \theta_1 - \mu' \cos \theta_1)$   
 ③  $g(\tan \theta_1 - \mu')$       ④  $g\left(\frac{1}{\tan \theta_1} - \mu'\right)$

問4 その後、斜面の角度を  $\theta_2$  にしたところ、物体は等速度で斜面に沿って下っていった。 $\theta_2$  と  $\theta_1$  の大小関係について正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

- ①  $\theta_2$  は  $\theta_1$  に等しい。  
 ②  $\theta_2$  は  $\theta_1$  よりも大きい。  
 ③  $\theta_2$  は  $\theta_1$  よりも大きい場合と  $\theta_1$  に等しい場合がある。  
 ④  $\theta_2$  は  $\theta_1$  よりも小さい。  
 ⑤  $\theta_2$  は  $\theta_1$  よりも小さい場合と  $\theta_1$  に等しい場合がある。

理科-4

**D** 水平に置かれた細い管の中をなめらかに動くことのできる電荷 (charge)  $Q$ 、質量  $M$  の小球 A と、電荷  $Q$ 、質量  $m$  の小球 B を考える。最初、A は静止しており、B は A から十分離れた位置で速さ  $v$  で A に向かって運動していた。クーロンの法則 (Coulomb's law) の比例定数を  $k_0$  とする。



問 5 A と B が最も接近したとき、A と B の速度は等しくなる。このとき、A と B 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。

5

- ①  $\frac{m+M}{m}v$       ②  $\frac{m+M}{M}v$       ③  $\frac{m}{m+M}v$       ④  $\frac{M}{m+M}v$

問 6 A と B が最も接近したときの距離はいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6

- ①  $\frac{2k_0Q^2(m+M)}{mMv^2}$       ②  $\sqrt{\frac{2k_0Q^2(m+M)}{mMv^2}}$   
 ③  $\frac{k_0Q^2(m+M)}{mMv^2}$       ④  $\sqrt{\frac{k_0Q^2(m+M)}{mMv^2}}$

**E** 惑星 (planet) のまわりを、周期  $T$  で半径  $r$  の円軌道 (circular orbit) を描く衛星 (satellite) がある。

問 7 惑星の質量は、 $r$ 、 $T$  とそれぞれどのような関係にあるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

- ①  $r$  に比例し、 $T$  に反比例する。      ②  $r$  に比例し、 $T^2$  に反比例する。  
 ③  $r^2$  に比例し、 $T$  に反比例する。      ④  $r^2$  に比例し、 $T^2$  に反比例する。  
 ⑤  $r^3$  に比例し、 $T$  に反比例する。      ⑥  $r^3$  に比例し、 $T^2$  に反比例する。

Ⅱ 次の問い A (問 1, 2), B (問 3) に答えなさい。

A 単原子分子 (monoatomic molecule) の理想気体 A と B をそれぞれ別の容器に入れ、同じ温度、同じ体積に保った。A の分子 1 個の質量を  $m_A$  とし、B のそれを  $m_B$  とする。容器内の A, B の全質量をそれぞれ  $M_A, M_B$  とする。

問 1 A の分子の速さの 2 乗の平均は、B のその何倍か。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8 倍

- ① 1                      ②  $\frac{m_B}{m_A}$                       ③  $\frac{m_A}{m_B}$                       ④  $\frac{M_B}{M_A}$                       ⑤  $\frac{M_A}{M_B}$

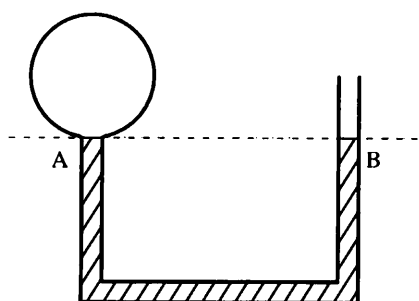
問 2 A の圧力は、B の圧力の何倍か。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

9 倍

- ① 1                      ②  $\frac{m_A}{m_B}$                       ③  $\frac{M_A}{M_B}$                       ④  $\frac{M_A m_B}{M_B m_A}$

理科-6

**B** 図のような容積  $5.00 \text{ l}$  のガラスの容器に、温度  $27^\circ\text{C}$ 、1 気圧の理想気体が入っていて、断面積  $25 \text{ cm}^2$  の管とつながっている。管の内部（斜線部）には水銀（mercury）が入っている。最初、容器の底（A）と図の右の管の水銀の高さ（B）は同じであった。ガラスと水銀の熱膨張（thermal expansion）は無視できるものとする。1 気圧は高さ  $760 \text{ mm}$  の水銀柱（column of mercury）に相当する圧力であり、1 気圧  $= 760 \text{ mmHg}$  と表すことができる。



**問 3** 容器を暖めたら、右の管の水銀の高さ（B）が  $2.0 \text{ cm}$  上昇した。容器内の気体の温度はいくらになったか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**10**  $^\circ\text{C}$

- ① 30      ② 35      ③ 38      ④ 43      ⑤ 46



Ⅲ 次の問い A (問 1), B (問 2, 3) に答えなさい。

A 長さ  $L$  の両端を固定した弦が基本振動 (fundamental vibration) をしている。弦を伝わる波の速さを  $v$ , 空気中を伝わる音波 (sound wave) の速さを  $V$  とする。

問 1 空気中を伝わる音波の波長はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

①  $\frac{Lv}{V}$

②  $\frac{2Lv}{V}$

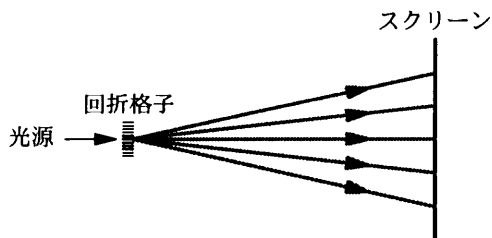
③  $\frac{4Lv}{V}$

④  $\frac{LV}{v}$

⑤  $\frac{2LV}{v}$

⑥  $\frac{4LV}{v}$

B 図のように、単色光 (monochromatic light) を回折格子 (diffraction grating) に垂直に入射させ、遠方にあるスクリーン (screen) 上で干渉じま (interference fringes) を観測した。



問2 回折格子の格子定数 (grating spacing) を2倍にしたら、スクリーン上の明線 (bright line) と明線の間隔は何倍になるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**12** 倍

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

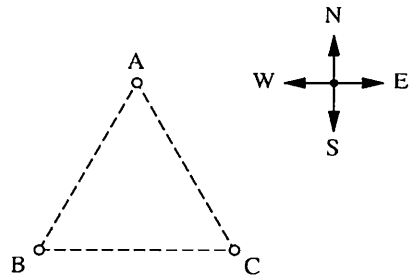
問3 回折格子からスクリーンの間をすべて水で満たしたとき、明線と明線の間隔は空気中で観測した場合の何倍か。ただし、水の屈折率 (refractive index) を1.3とする。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**13** 倍

- ① 0.6      ② 0.8      ③ 1.0      ④ 1.3      ⑤ 2.0

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

A 図の ABC は正三角形 (equilateral triangle) である。A と B にそれぞれ  $+Q$  の電荷 (charge) を置いた。このとき、A の電荷に働く静電気力の大きさを  $F_0$  とする。



問 1 C に  $-Q$  の電荷を置いたとき、A の電荷に働く静電気力の大きさは  $F_0$  の何倍か。また、静電気力の向きはどうなるか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

14

	大きさ	向き
①	1 倍	N
②	1 倍	E
③	1 倍	S
④	1 倍	W
⑤	$\sqrt{3}$ 倍	N
⑥	$\sqrt{3}$ 倍	E
⑦	$\sqrt{3}$ 倍	S
⑧	$\sqrt{3}$ 倍	W

**B** 電気容量  $C_0$  の平行板コンデンサー (capacitor) と起電力 (electromotive force)  $E$  の電池を接続した。十分に時間が経ったとき、このコンデンサーには静電エネルギー (electrostatic energy)  $U_0$  が蓄えられた。

問 2 この後、コンデンサーを電池から切り離してから、極板 (plate) の間を比誘電率 (relative permittivity)  $\epsilon_r$  の誘電体 (dielectric) ( $\epsilon_r > 1$ ) で満たした。その結果、コンデンサーの極板間の電位差 (potential difference)  $V$  はどのような値に変わるか。また、このとき、コンデンサーに蓄えられているエネルギー  $U$  は  $U_0$  とどのような関係にあるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

①  $V = \epsilon_r E, U > U_0$

②  $V = \frac{E}{\epsilon_r}, U > U_0$

③  $V = \epsilon_r E, U = U_0$

④  $V = \frac{E}{\epsilon_r}, U = U_0$

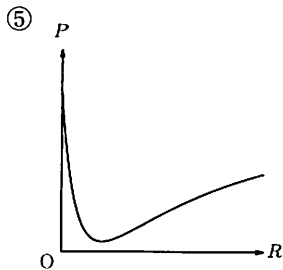
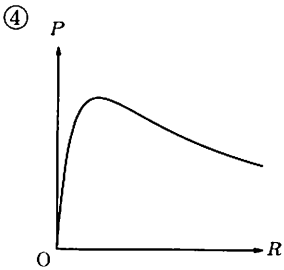
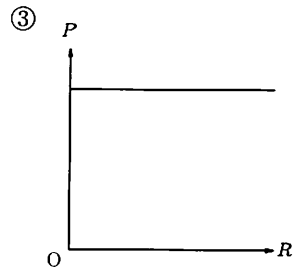
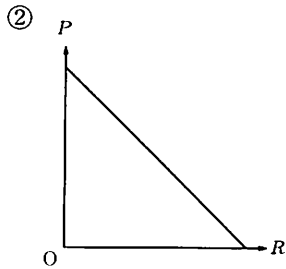
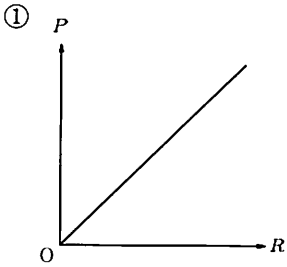
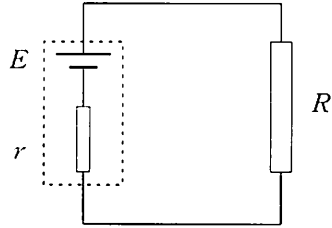
⑤  $V = \epsilon_r E, U < U_0$

⑥  $V = \frac{E}{\epsilon_r}, U < U_0$

C 起電力 (electromotive force)  $E$ , 内部抵抗 (internal resistance)  $r$  の電池と, 抵抗 (resistance)  $R$  をつないで, 図のような回路 (circuit) をつくった。

問3  $R$  の値を変化させたとき,  $R$  で単位時間あたりに発生する熱量 (heat quantity)  $P$  はどのように変化するか。最も適当なものを, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16



**D** 磁束密度 (magnetic flux density) の大きさ  $B$  の一様な磁場 (uniform magnetic field) 中の電流に働く力について考える。磁場の向きを  $y$  軸の正の方向とする。

最初に、図 1 のように、 $xy$  平面内を大きさ  $I$  の直線電流が点  $P(x_0, y_0)$ 、 $Q(x_1, y_1)$  を通り  $P$  から  $Q$  へ向かう方向に流れている場合を考える。ただし、 $x_0 < x_1$ 、 $y_0 < y_1$  とする。

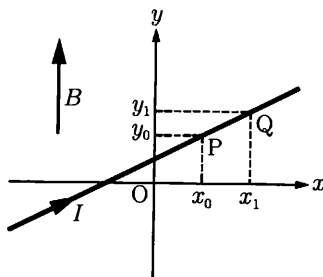


図 1

**問 4** 電流の  $PQ$  間の部分が磁場から受ける力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。

**17**

- |  |  |
|--|--|
| ① $IB(x_1 - x_0)$                          | ② $IB(y_1 - y_0)$  |
| ③ $IB\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}$ | ④ $IB \frac{(x_1 - x_0)(y_1 - y_0)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}}$ |

**問 5** 電流の  $PQ$  間の部分が磁場から受ける力の  $x$  軸まわりの力のモーメント (torque) の大きさはいくらか。  $PQ$  間の部分が受ける力は、合力 (resultant force) が  $PQ$  の中点 (middle point) に作用していると考えてよい。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

**18**

- |  |  |
|--|--|
| ① $\frac{IB}{2}(x_1^2 - x_0^2)$  | ② $\frac{IB}{2}(x_1 - x_0)(y_1 + y_0)$   |
| ③ $\frac{IB}{2}(x_1 + x_0)(y_1 - y_0)$   | ④ $\frac{IB}{2}(y_1^2 - y_0^2)$  |
| ⑤ $\frac{IB}{2}(x_1 + x_0)\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}$                          | ⑥ $\frac{IB}{2}(y_1 + y_0)\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}$                          |
| ⑦ $\frac{IB}{2} \frac{(x_1^2 - x_0^2)(y_1 - y_0)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}}$ | ⑧ $\frac{IB}{2} \frac{(x_1 - x_0)(y_1^2 - y_0^2)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}}$ |

次に、図2のような、点  $A(0, a)$ 、 $B(a, 0)$ 、 $C(0, -a)$ 、 $D(-a, 0)$  を頂点とする正方形のコイル (coil) に  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  の向きに大きさ  $I$  の電流が流れている場合を考える。ただし  $a > 0$  とする。

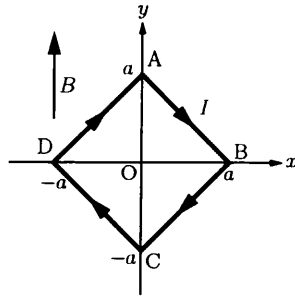


図2

問6 コイルを流れる電流が磁場から受ける力の  $x$  軸まわりの力のモーメント (torque) の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

19

- ① 0      ②  $\frac{1}{2}IBa^2$       ③  $IBa^2$       ④  $2IBa^2$       ⑤  $4IBa^2$

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。

この問題用紙を持ち帰ることはできません。