

平成17年度  
日本留学試験(第2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 ～ 15
化学	17 ～ 25
生物	27 ～ 36

- 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。

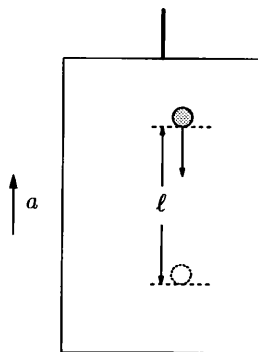
### <解答用紙記入例>

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), D (問4, 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  $g$  とする。

**A** 一定の加速度  $a$  で鉛直上方 (vertically upward) へ加速しているエレベーター (elevator) に乗っている人が、質量  $m$  の小物体を初速度 0 で自由落下 (free fall) させた。

**問1** エレベーターに乗っている人から見て、小物体が落下直後から距離  $\ell$  だけ落下するのにかかる時間はいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。



**1**

- ①  $\sqrt{\frac{\ell}{g-a}}$       ②  $\sqrt{\frac{2\ell}{g-a}}$       ③  $\sqrt{\frac{\ell}{g+a}}$       ④  $\sqrt{\frac{2\ell}{g+a}}$

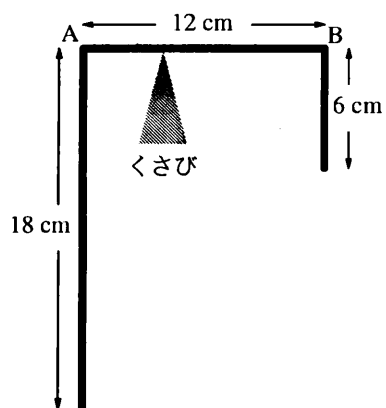
理科-2

**B** 一様な太さの針金で右下の図のような形をつくった。くさびを使ってこれを1点で支えて左右のバランス (balance) を保つようにしたい。

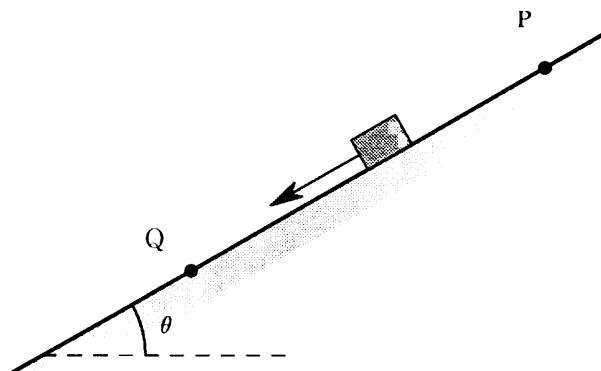
問2 AB線上, Aから何cmのところを支えたら  
よいか。正しいものを, 次の①~⑦の中から  
一つ選びなさい。

**2** cm

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



C 図のように、水平面となす角が  $\theta$  の斜面がある。斜面との摩擦が無視できる小物体 A を斜面上の点 P から初速度 0 で、点 Q まで滑らせた。点 Q における A の速さは  $v_A$  であった。次に、斜面との動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) が  $\mu'$  の小物体 B を同じように滑らせたところ、点 Q における B の速さは  $v_B$  であった。



問3  $\mu'$  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

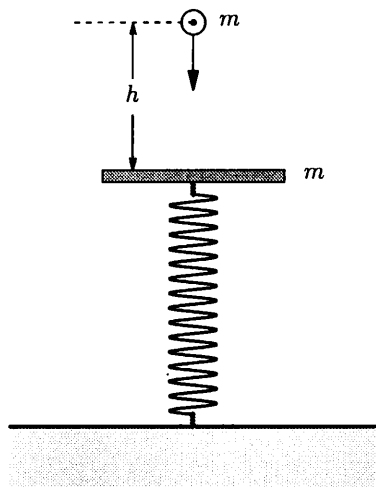
①  $\left(1 - \frac{v_B^2}{v_A^2}\right) \tan \theta$

②  $\left(\frac{v_A^2}{v_B^2} - 1\right) \tan \theta$

③  $\left(1 - \frac{v_B^2}{v_A^2}\right) \frac{1}{\tan \theta}$

④  $\left(\frac{v_A^2}{v_B^2} - 1\right) \frac{1}{\tan \theta}$

**D** 次の図のように、質量が無視できるばねを床の上に鉛直（vertically）に固定し、上端に質量 $m$ の薄い板を水平になるように取り付けた。このとき、ばねは自然長から縮み、板は静止していた。次に、質量 $m$ の粘土（clay）を板の鉛直上方（vertically upward）、高さ $h$ の位置から初速度0で落下させたところ、板の中心に衝突した。粘土は板と一体となり、振動（oscillation）を始めた。ばね定数を $k$ とし、運動は鉛直方向にのみ起こり、板は床に衝突しないものとする。



問4 衝突直後の粘土と板の速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

①  $\sqrt{\frac{gh}{4}}$

②  $\sqrt{\frac{gh}{2}}$

③  $\sqrt{gh}$

④  $\sqrt{2gh}$

⑤  $\sqrt{4gh}$

問5 衝突後、ばねの長さは自然長から最大いくら縮むか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

5

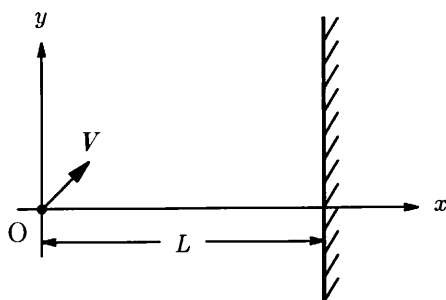
①  $\frac{mg + \sqrt{mg(mg + kh)}}{k}$

②  $\frac{mg + \sqrt{mg(mg + 2kh)}}{k}$

③  $\frac{2mg + \sqrt{mg(mg + kh)}}{k}$

④  $\frac{2mg + \sqrt{mg(mg + 2kh)}}{k}$

**E** 図のように、水平方向に  $x$  軸、鉛直上方向 (vertically upward) に  $y$  軸をとる。 $x=L$  の位置には  $x$  軸に垂直な滑らかな壁がある。原点 (origin)  $O$  から壁に向かってボール (ball) を初速度  $V=(v, v)$  で投げた。ただし、ボールと壁との衝突が非弾性衝突 (inelastic collision) で、はねかえり定数 (coefficient of restitution) が  $0.5$  であった。



問6 ボールは壁からはねかえって原点  $O$  に戻ってきた。 $v$  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。

$v =$  6

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

**F** 2つの惑星 (planet)  $A$ ,  $B$  がある。 $B$  の質量は  $A$  の  $p$  倍、 $B$  の半径は  $A$  の  $q$  倍である。 $A$  や  $B$  の自転 (rotation) や公転 (revolution) は考えないものとする。

問7  $A$ ,  $B$  の表面で同じ長さの単振り子 (simple pendulum) を振らす。 $B$  での単振り子の周期は  $A$  での何倍か。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 7 倍

- |                        |                        |                 |
|------------------------|------------------------|-----------------|
| ① $\frac{p}{\sqrt{q}}$ | ② $\frac{\sqrt{p}}{q}$ | ③ $\frac{p}{q}$ |
| ④ $\frac{q}{\sqrt{p}}$ | ⑤ $\frac{\sqrt{q}}{p}$ | ⑥ $\frac{q}{p}$ |

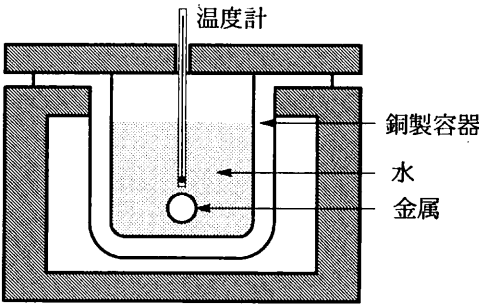
Ⅱ 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A 次の表は 25℃での 5 つの金属の比熱 (specific heat) を示したものである。

金属	アルミニウム (aluminum)	鉄	銅	銀	鉛 (lead)
比熱 (J/g・K)	0.900	0.444	0.385	0.237	0.159

問 1 次の図のように 25℃の銅製容器 (100 g) と水 (200 g) の入った断熱 (heat insulation) された水熱量計 (calorimeter) がある。これに、100℃に加熱した質量 100 g の金属を入れたところ、水温は 28.6℃になった。この金属は表にある 5 つの金属のうちのどれか。最も適当なものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、水の比熱を 4.20 J/g・K とする。

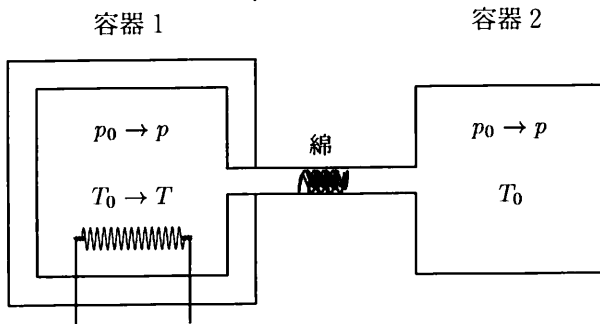
8



- ① アルミニウム      ② 鉄      ③ 銅      ④ 銀      ⑤ 鉛



**B** 体積  $V$  の 2 つの容器 1, 2 に圧力  $p_0$ , 温度  $T_0$  の理想気体を入れ, 綿を詰めた小さな管でつないだ。容器 1 は断熱 (heat insulation) し, 内部を加熱して温度  $T_0$  から  $T$  へ上げた。容器 2 は温度  $T_0$  を保った。綿は互いの容器との間の圧力を等しく保ち, また温度差を保った。その結果, 容器 1, 2 内の気体の圧力はともに  $p$  となった。このときの容器 1, 2 内の気体のモル数 (number of moles) をそれぞれ  $n_1, n_2$  とする。ただし, 容器内の気体全体のモル数を  $n$  とする。容器への熱の移動と容器の膨張 (expansion) は無視できるものとする。



問 2  $n_2 - n_1$  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。

9

①  $n \frac{T - T_0}{T_0}$

②  $n \frac{T - T_0}{T}$

③  $n \frac{T - T_0}{T + T_0}$

④  $n \frac{T_0}{T - T_0}$

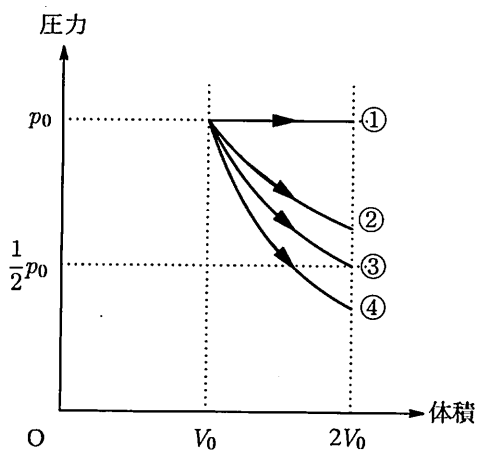
⑤  $n \frac{T}{T - T_0}$

⑥  $n \frac{T + T_0}{T - T_0}$

C なめらかに動くピストン (piston) をもつシリンダー (cylinder) に一定量の気体が入っている。この気体を圧力  $p_0$ 、体積  $V_0$  の状態から断熱変化 (adiabatic change) させて体積を 2 倍に膨張させた。

問 3 このときの圧力と体積の変化の過程はどうなるか。最も適当なものを、次の図の①～④の中から一つ選びなさい。

10



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

A 一端が閉じている長さ 90 cm の管の開口端 (open end) を吹いたところ, 最も低い音から 2 番目に低い音がでた。

問 1 管内の空気の圧力が最も大きく変動する部分は閉じた端から何 cm の位置か。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, 開口端の補正 (open end correction) は無視できるものとする。

**11** cm

① 23, 68

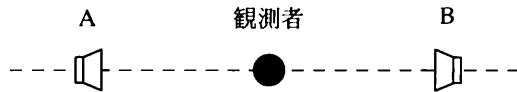
② 0, 45, 90

③ 30, 90

④ 0, 60

⑤ 0, 90

B 次の図のように, 振動数がそれぞれ 338 Hz, 342 Hz の 2 つの音源 A, B がある。A, B の間に静止している観測者が, うなり (beat) を聞いた。この観測者が A と B の間を結ぶ直線上を一定の速さで移動したとき, うなりが聞こえなくなった。ただし, 空気中の音速を 340 m/s とする。



問 2 観測者の移動の方向と速さはどうであったか。最も適当なものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**12**

① A に向かう方向に速さ 1 m/s

② B に向かう方向に速さ 1 m/s

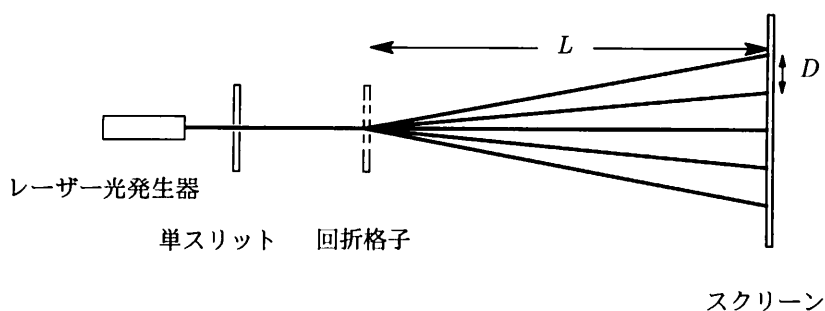
③ A に向かう方向に速さ 2 m/s

④ B に向かう方向に速さ 2 m/s

⑤ A に向かう方向に速さ 4 m/s

⑥ B に向かう方向に速さ 4 m/s

C 次の図のように、単スリット (single slit) を通したレーザー光 (laser beam) を回折格子 (diffraction grating) に入射し、回折格子から十分離れた地点でスクリーン (screen) に映る縞模様<sup>しまもよう</sup>を観察した。レーザー光の波長 (wave length) が  $\lambda$ 、回折格子とスクリーンの距離は  $L$  である。スクリーンの中心付近で、スクリーン上の縞模様の明線の間隔が  $D$  であった。



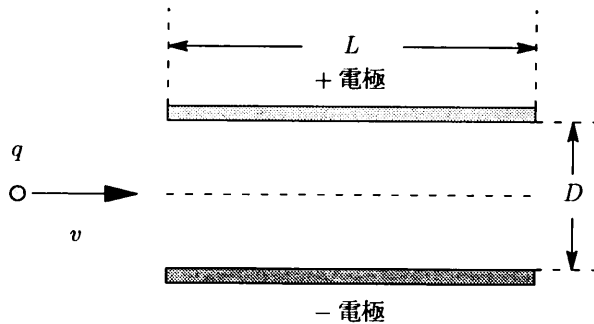
問3 回折格子の格子間隔はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

- ①  $\frac{\lambda D}{2L}$       ②  $\frac{\lambda D}{L}$       ③  $\frac{2\lambda D}{L}$       ④  $\frac{\lambda L}{2D}$       ⑤  $\frac{\lambda L}{D}$       ⑥  $\frac{2\lambda L}{D}$

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

A 電圧 (electric potential)  $V$  のかかった長さ  $L$ , 間隔  $D$  の平行平板電極 (parallel plate electrode) がある。次の図のように, 電荷 (charge)  $q$  ( $q > 0$ ) の粒子 (particle) を速さ  $v$  でこの電極間の中央に入射させて粒子の軌道 (orbit) を調べた。 $V$  の値を変えて実験を繰り返したところ,  $V < V_1$  では粒子が電極間から外へ出てきたが,  $V \geq V_1$  では出てこなかった。



問 1 この粒子の質量はいくらか。正しいものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし, 重力の影響は無視できるものとする。

14

①  $\frac{1}{4} \frac{q V_1 L^2}{v^2 D^2}$

②  $\frac{1}{4} \frac{q V_1 D^2}{v^2 L^2}$

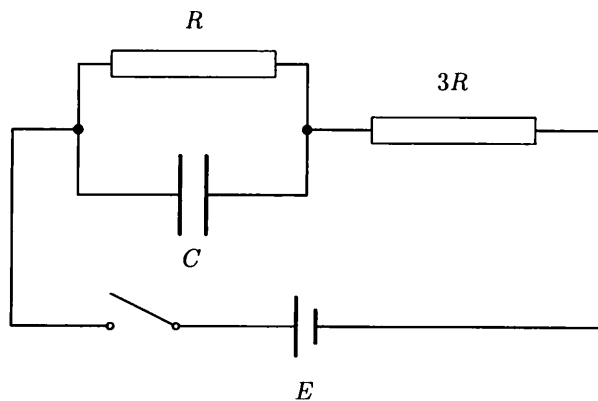
③  $\frac{1}{2} \frac{q V_1 L^2}{v^2 D^2}$

④  $\frac{1}{2} \frac{q V_1 D^2}{v^2 L^2}$

⑤  $\frac{q V_1 L^2}{v^2 D^2}$

⑥  $\frac{q V_1 D^2}{v^2 L^2}$

**B** 次の図のように、電気容量 (capacitance)  $C$  のコンデンサー (capacitor)、抵抗値 (resistance)  $R$  および  $3R$  の抵抗 (resistor)、スイッチ (switch) と起電力 (electromotive force)  $E$  の電池をつないだ。スイッチを閉じる前には、コンデンサーは帯電 (charge) していなかった。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



問 2 スイッチを閉じた直後、抵抗値  $3R$  の抵抗を流れる電流はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

- ①  $\frac{E}{4R}$       ②  $\frac{E}{3R}$       ③  $\frac{4E}{3R}$       ④  $\frac{E}{3R+C}$       ⑤  $\frac{(C+R)E}{(4C+3R)R}$

問 3 スイッチを閉じてから十分に時間がたった後、コンデンサーに蓄えられた電荷 (charge) 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。

16

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

C 方位磁石 (compass) を置き, その真上で南北に水平に導線 (conducting wire) をはった。この導線に大きさ  $I$  の電流を流したところ, 磁針 (compass needle) は西に  $20^\circ$  傾いて静止した。 $20^\circ$  の  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\tan$  の値を次の表に示した。

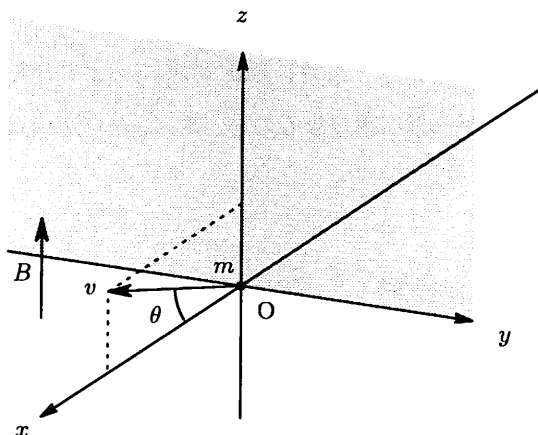
	$\sin$	$\cos$	$\tan$
$20^\circ$	0.34	0.94	0.36

問4 導線に大きさ  $2I$  の電流を流したとき, 磁針が西に  $\alpha$  傾いて静止した。 $\alpha$  はどのような条件を満たしているか。最も適当なものを, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

**17**

- ①  $\alpha = 40^\circ$       ②  $\sin \alpha = 0.68$       ③  $\cos \alpha = 0.47$       ④  $\tan \alpha = 0.72$

**D**  $z$  軸の正の向きに磁束密度 (magnetic flux density)  $B$  の一様な磁場 (磁界) がある。次の図のように、 $yz$  平面上の  $z > 0$  の範囲に、十分に広く、また  $x$  方向には十分に薄い蛍光板を置いた。正電荷 (positive charge)  $q$  を持つ質量  $m$  の荷電粒子 (charged particle) を、 $xz$  平面内で、 $x$  軸の正の方向と  $\theta$  の角度をなす向きに原点  $O$  ( $0 < \theta \leq \frac{\pi}{2}$ ) から速さ  $v$  で打ち出した。荷電粒子は  $yz$  面に戻ってきて蛍光板に衝突した。



**問 5** 荷電粒子が蛍光板に衝突した点の座標 (coordinate) 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。ただし、重力の影響は無視できるものとする。 **18**

- ①  $\left(0, \frac{2mv}{qB} \cos \theta, \frac{\pi mv}{qB} \sin \theta\right)$       ②  $\left(0, \frac{mv}{qB} \cos \theta, \frac{2\pi mv}{qB} \sin \theta\right)$   
 ③  $\left(0, -\frac{2mv}{qB} \cos \theta, \frac{\pi mv}{qB} \sin \theta\right)$       ④  $\left(0, -\frac{mv}{qB} \cos \theta, \frac{2\pi mv}{qB} \sin \theta\right)$



**E** ある回路 (circuit) に流れる交流電流 (alternating current) を、その周期より短い時間間隔  $\Delta t$  で測定したところ、 $k$  回目 ( $k=1\sim 8$ ) の測定値が次の表のようになった。

$k$	1	2	3	4	5	6	7	8
電流値 [A]	1.0	2.4	2.4	1.0	-1.0	-2.4	-2.4	-1.0

**問 6** このデータから、この交流電流の実効値 (effective value) を求めるといくらになるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**19** A

- ① 1.0      ② 1.4      ③ 1.8      ④ 2.0      ⑤ 2.4

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。