

平成25年度
日本留学試験(第2回)

試験問題

平成25年度（2013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 ～ 21
化学	23 ～ 32
生物	33 ～ 49

- 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 次の問い **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、なめらかで水平な床面上に質量 M の板を置き、その板の上に質量 m の小物体をのせて、板を大きさ F の力で水平に引っ張る。板と小物体の間には摩擦があり、はじめ板と小物体は一体となって同じ速さで運動していたが、 F を次第に大きくしていくと、 F が F_0 より大きくなったとき小物体が板の上を滑り始めた。



問 1 小物体と板との間の静止摩擦係数はどう表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

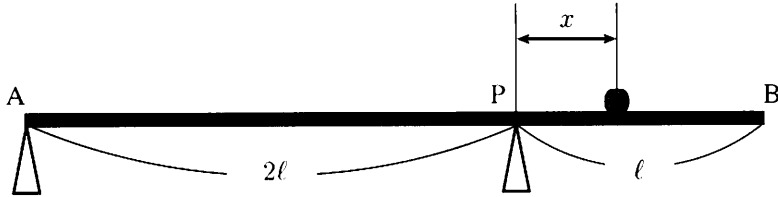
① $\frac{F_0}{mg}$

② $\frac{F_0}{Mg}$

③ $\frac{F_0}{(M+m)g}$

④ $\frac{(M+m)F_0}{Mmg}$

B 長さ 3ℓ 、質量 $3m$ の一様な剛体棒がある。次の図のように、この棒の一端を A、他端を B、B から距離 ℓ の位置を P とする。この棒を、2 点 A、P で下から水平に支えた。次に、質量 M ($> 3m$) の小物体を棒上の PB 間で P から距離 x の位置に静かに置く。



問2 このとき、A が浮き上がらないためには x はどのような範囲にあればよいか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

2

- ① $x < \frac{m}{M}\ell$ ② $x < \frac{3m}{2M}\ell$ ③ $x < \frac{2m}{M}\ell$ ④ $x < \frac{3m}{M}\ell$

- C** 図1のように、なめらかな水平面上で、質量 m の小球 A が、静止している質量 M の小球 B に衝突した。衝突後、図2のように、A は衝突前の進行方向に対して 30° の方向に進み、B は衝突前の A の進行方向に対して 45° の方向に進んだ。衝突後の A の速さを v_A 、B の速さを v_B とする。

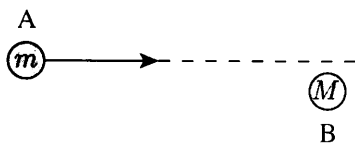


図 1

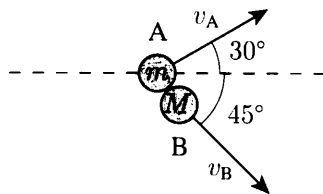


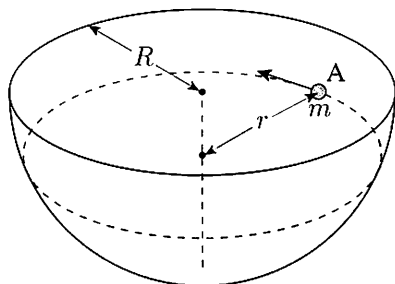
図 2

- 問3 $\frac{v_B}{v_A}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

3

- ① $\frac{\sqrt{2}m}{2M}$ ② $\frac{\sqrt{6}m}{3M}$ ③ $\frac{\sqrt{6}m}{2M}$ ④ $\frac{\sqrt{2}m}{M}$

- D** 次の図のように、固定された半球面（半径 R ）の内側のなめらかな面上を、質量 m の小物体 A が水平な面内で半径 r ($< R$) の等速円運動をしている。



- 問 4 A の運動エネルギーはどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

4

① $\frac{mgr}{2}$

② $\frac{mgR}{2}$

③ $\frac{mgr^2}{2R}$

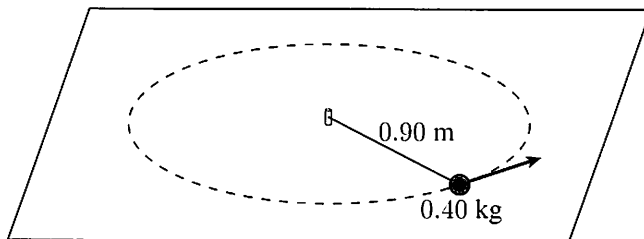
④ $\frac{mg\sqrt{R^2 - r^2}}{2}$

⑤ $\frac{mgr\sqrt{R^2 - r^2}}{2R}$

⑥ $\frac{mgr^2}{2\sqrt{R^2 - r^2}}$

⑦ $\frac{mgrR}{2\sqrt{R^2 - r^2}}$

E 次の図のように、なめらかな水平面上で、長さ 0.90 m の糸の端に質量 0.40 kg の小球をつけて、糸のもう一方の端を中心にして円運動をさせる。糸は張力の大きさが 16 N になると切れる。ただし、糸は軽く、伸び縮みしないものとする。



問5 小球の速さを少しずつ大きくしていくと、速さが何 m/s になったときに糸が切れるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5 m/s

① 3.0

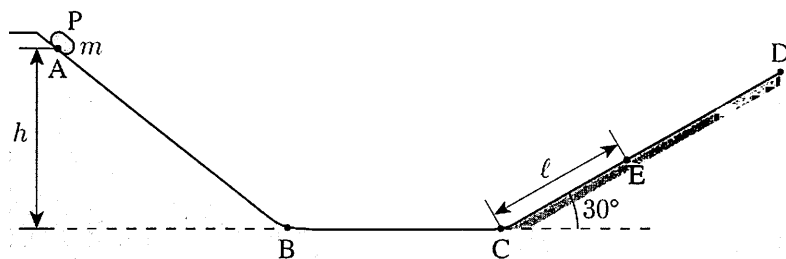
② 6.0

③ 9.0

④ 18

⑤ 36

F 次の図のように、質量 m の小物体 P を、水平面 BC から高さ h の位置にある点 A に置き、静かに手を離した。 P は、なめらかな斜面 AB にそって滑り降りた後、なめらかな水平面 BC の上を進み、水平面とのなす角が 30° 、動摩擦係数が $\frac{\sqrt{3}}{6}$ の粗い斜面 CD を上って、点 C からの距離が ℓ の点 E で静止した。

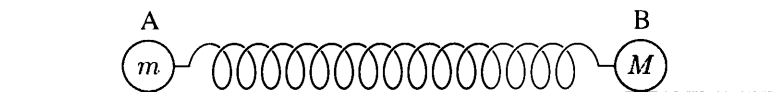


問6 ℓ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6

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

G 次の図のように、なめらかな水平面上に軽いばねを置き、ばねの一端に質量 m の小物体 A を付け、他端に質量 M の小物体 B を付けた。両手で A と B を引き、ばねの長さを自然長より長くして静止させ、同時に静かに両手を離れたところ、A、B ともに単振動をした。



問 7 ばねが自然長になった時の A の運動エネルギーを K_A 、B の運動エネルギーを K_B とする。 $\frac{K_A}{K_B}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

7

- ① $\frac{m^2}{M^2}$ ② $\frac{m}{M}$ ③ 1 ④ $\frac{M}{m}$ ⑤ $\frac{M^2}{m^2}$

Ⅱ

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

- A** 図 1 のように、断熱材で囲まれた容器に 200 g の水が入っている。かきまぜ棒と容器の熱容量の合計は 40 J/K 、水の比熱は $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ である。最初、かきまぜ棒と容器と水の温度は 20°C であった。ヒーターに直流 20 V の電圧を加え、かきまぜ棒で静かに水をかきまぜ続けたら、かきまぜ棒と容器と水の温度は図 2 のように時間とともに上昇した。電気を通している間ヒーターの電気抵抗は変化しない。ヒーターと温度計の熱容量は無視できるものとする。

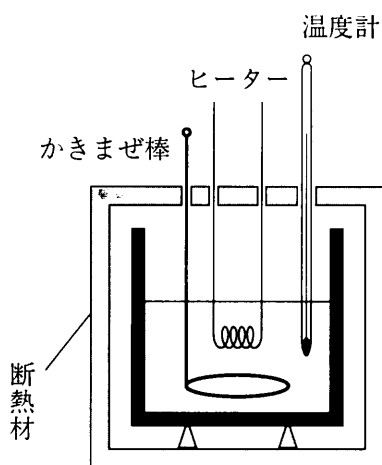


図 1

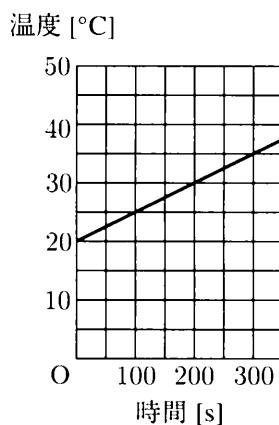


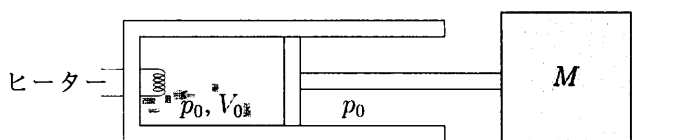
図 2

- 問 1 ヒーターに流れていた電流は何 A か。最も適当な値を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8 A

- ① 0.22 ② 0.44 ③ 2.2 ④ 4.4 ⑤ 22 ⑥ 44

B 次の図のように、水平な床に固定されたシリンダー内に、断面積 S のなめらかに動くことのできる軽いピストンを使って、単原子分子理想気体を閉じ込めた。この理想気体の圧力は大気圧 p_0 と等しく、体積は V_0 であった。ピストンの右端に接するように質量 M の物体が床の上に置かれている。シリンダー内部のヒーターで理想気体をゆっくり加熱したところ、しばらくすると物体が右へ移動し始めた。物体と床の間の静止摩擦係数を μ とし、重力加速度（acceleration due to gravity）の大きさを g とする。シリンダーとピストンは断熱材でできており、外部との熱の出入りはないものとする。

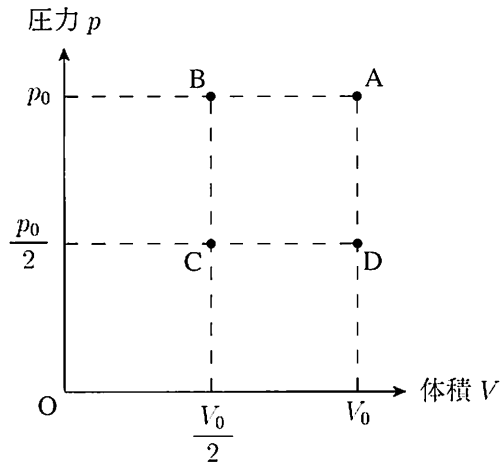


問2 物体が移動し始める直前までに理想気体に加えた熱量はどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $\frac{\mu MgV_0}{S}$ | ② $\frac{3\mu MgV_0}{2S}$ | ③ $\frac{5\mu MgV_0}{2S}$ |
| ④ $\frac{(\mu Mg - p_0 S)V_0}{S}$ | ⑤ $\frac{3(\mu Mg - p_0 S)V_0}{2S}$ | ⑥ $\frac{5(\mu Mg - p_0 S)V_0}{2S}$ |

- C** 次の図は、一定量の単原子分子理想気体の4つの状態A, B, C, Dを p - V 図中に示している。状態A, B, C, Dでの気体の内部エネルギーをそれぞれ U_A , U_B , U_C , U_D とする。



- 問3 U_A , U_B , U_C , U_D の大小関係は、どのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

① $U_A > U_B = U_D > U_C$

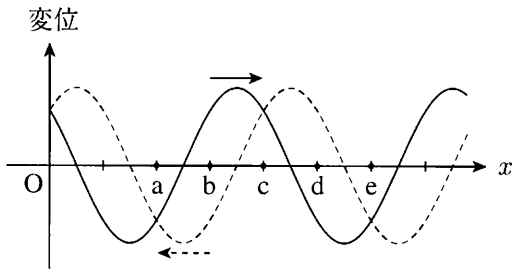
② $U_B > U_A = U_C > U_D$

③ $U_C > U_B = U_D > U_A$

④ $U_D > U_A = U_C > U_B$

Ⅲ 次の問い A（問 1）、B（問 2）、C（問 3）に答えなさい。

A 波長，振幅，速さがそれぞれ等しく，互いに逆向きに， x 軸上を進む 2 つの正弦波が重なり合って定常波ができています。下に示す図は，ある時刻におけるこの 2 つの正弦波の波形を示している。図中で，実線は右方向に進む正弦波を，破線は左方向に進む正弦波を表している。

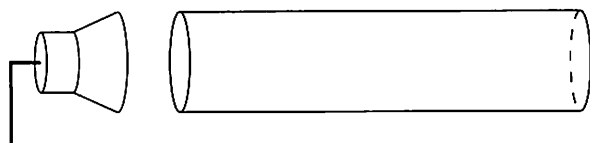


問 1 図に示した a から e までの点で，定常波の腹（最も大きく振動する場所）と節（全く振動しない場所）になるのはそれぞれどこか。最も適当な組み合わせを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

11

	①	②	③	④
腹	b, d	a, c, e	c	a, e
節	a, c, e	b, d	a, e	c

B 両端が開いた管がある。次の図のように、管の片方の端にスピーカーを置き、発する音の振動数を 0 から次第に大きくして、最初に共鳴が起こる振動数を調べた。この実験を空気中で行った場合に測定された振動数は f_1 であった。次に、同じ管のスピーカーとは逆の端を閉じて、同様の実験を別の気体 A 中で行った場合に測定された振動数は f_2 であった。空気中の音速を V とする。また、開口端補正は無視できるものとする。



問2 気体 A 中の音速はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

12

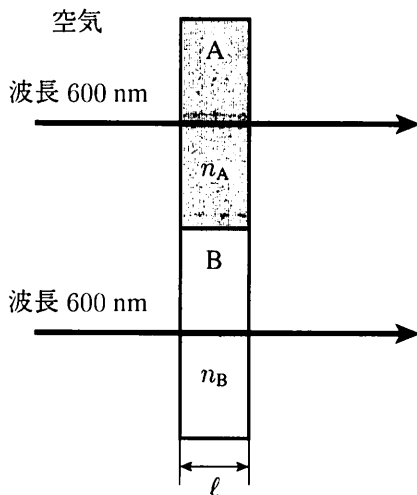
① $\frac{2f_1V}{f_2}$

② $\frac{2f_2V}{f_1}$

③ $\frac{f_1V}{2f_2}$

④ $\frac{f_2V}{2f_1}$

- C** 次の図のように、空気中での波長が 600 nm の光が、厚さ ℓ の 2 枚の透明な薄膜 A、B に同位相で垂直に入射した。A の屈折率は n_A 、B の屈折率は n_B である。2 つの屈折率の差 $n_A - n_B$ は 6.0×10^{-3} であり、空気の屈折率は 1.00 である。ここで、 $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ である。



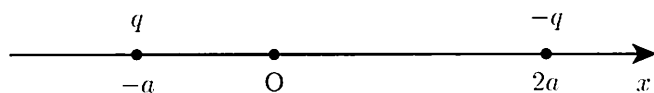
- 問3 薄膜と空気の境界面で反射されずに、直接 A と B を透過した 2 つの光の位相が互いに逆になる（半波長分ずれる）ようにするには、膜の厚さ ℓ をいくらにすればよいか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13 m

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.0×10^{-3} | ② 5.0×10^{-4} | ③ 2.0×10^{-4} |
| ④ 1.0×10^{-4} | ⑤ 5.0×10^{-5} | ⑥ 2.0×10^{-5} |

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, x 軸上の点 $x = -a$ ($a > 0$) に電気量 q ($q > 0$) の点電荷を, 点 $x = 2a$ に電気量 $-q$ の点電荷を固定した。無限遠を電位の基準とし, クーロンの法則の比例定数を k とする。



問 1 原点 O での電場の x 成分 E_x と電位 V はどのように表されるか。正しい組み合わせを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

14

	①	②	③	④	⑤	⑥
E_x	$\frac{3kq}{4a^2}$	$\frac{3kq}{4a^2}$	$\frac{3kq}{4a^2}$	$\frac{5kq}{4a^2}$	$\frac{5kq}{4a^2}$	$\frac{5kq}{4a^2}$
V	$-\frac{kq}{2a}$	$+\frac{kq}{2a}$	$+\frac{3kq}{2a}$	$-\frac{kq}{2a}$	$+\frac{kq}{2a}$	$+\frac{3kq}{2a}$

B 真空中で、無限に広い平面が、単位面積あたりの電気量 q で一様に帯電しているとき、電場は平面に垂直で、その大きさは平面からの距離によらず $|q|$ に比例している。 $q > 0$ のとき、図 1 のように、電場は平面から離れる方向を向く。 $q < 0$ のとき、図 2 のように、電場は平面に近づく方向を向く。図 3 に示すように、互いに平行な無限に広い平面 I, II, III がそれぞれ単位面積あたりの電気量 $-2Q, Q, 3Q$ で一様に帯電している ($Q > 0$)。図 3 の領域 A, B, C の電場の大きさを、それぞれ E_A, E_B, E_C とする。

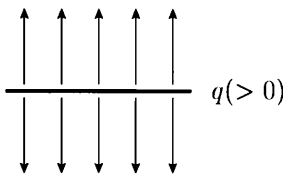


図 1

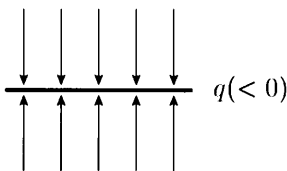


図 2

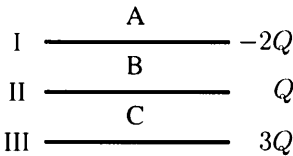


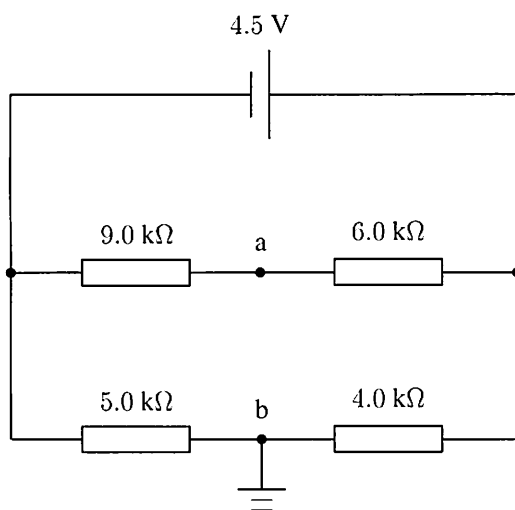
図 3

問 2 E_A, E_B, E_C の大小関係はどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

- ① $E_A > E_B > E_C$
- ② $E_A > E_C > E_B$
- ③ $E_B > E_A > E_C$
- ④ $E_B > E_C > E_A$
- ⑤ $E_C > E_A > E_B$
- ⑥ $E_C > E_B > E_A$

C 次の図のように、起電力 4.5 V の電池、抵抗値 $4.0\text{ k}\Omega$ 、 $5.0\text{ k}\Omega$ 、 $6.0\text{ k}\Omega$ 、 $9.0\text{ k}\Omega$ の4つの抵抗を接続した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



問3 点bを基準としたときの点aの電位はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

16 V

- | | | | |
|----------|----------|----------|-------|
| ① -0.3 | ② -0.2 | ③ -0.1 | ④ 0 |
| ⑤ 0.1 | ⑥ 0.2 | ⑦ 0.3 | |

D 図1は、ある電球の電流-電圧特性を表すグラフである。これと同じ電球2個と起電力10 Vの電池を図2のように接続した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

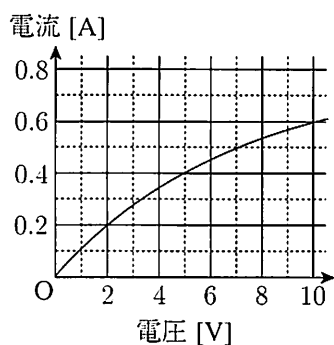


図1

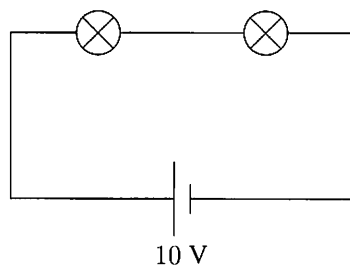


図2

問4 このとき、2つの電球が消費する電力の合計はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17 W

① 2.0

② 4.0

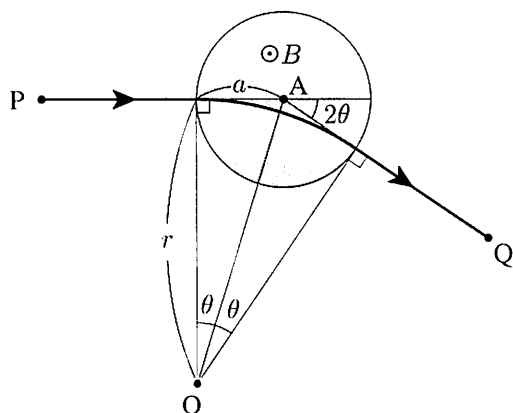
③ 6.0

④ 8.0

⑤ 10

⑥ 12

E 次の図のように、点Aを中心とした半径 a の円内に、紙面に垂直で裏から表に向かう方向に、磁束密度の大きさ B の一様な磁場が加えられている。質量 m 、電荷 $q (> 0)$ の荷電粒子が、磁場の外の点PからAに向かって速さ v で直進し、磁場中に入った。その後、荷電粒子は点Oを中心とする半径 r の円軌道にそって運動し、磁場から出て点Qへと直進した。このように、P→A方向に進んできた荷電粒子は磁場中で角 2θ だけ曲げられてA→Q方向へと進んだ。

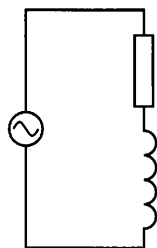


問5 $\tan \theta$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

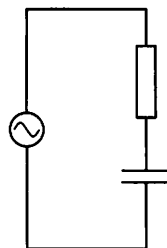
18

- ① $\frac{aqB}{mv}$ ② $\frac{amv}{qB}$ ③ $\frac{mv}{aqB}$ ④ $\frac{qB}{amv}$

F 次の図のように、抵抗、コイル、コンデンサー、交流電源を接続して、2つの回路 a, b を作成した。2つの回路において交流電源の周波数は f であった。



a



b

問6 交流電源の電圧の実効値を変えずに周波数を f から増加させたとき、2つの回路 a, b の抵抗で消費される電力の時間平均はどのように変化するか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

19

	a	b
①	増える	増える
②	増える	減る
③	減る	増える
④	減る	減る

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ～ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「物理」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。