

平成19年度
日本留学試験(第1回)

試験問題

平成19年度（2007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 ～ 18
化学	19 ～ 29
生物	31 ～ 43

4. 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

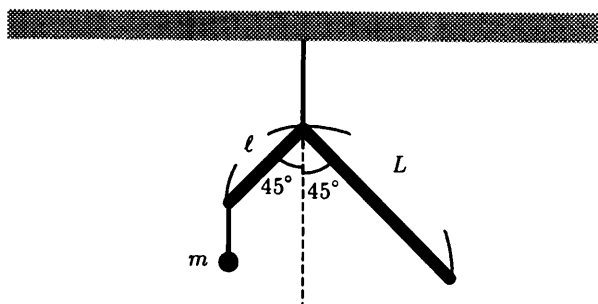
解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「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)、D(問4)、E(問5)、F(問6、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 直角に曲がった L 字型の一樣 (uniform) な棒がある。質量は M である。腕の長さは長い方が L ，短い方が ℓ である。次の図のように，短い腕の先端に質量 m のおもりを付けて，曲がった点を吊るしたところ，腕と鉛直線 (vertical line) のなす角が 45° で静止した。

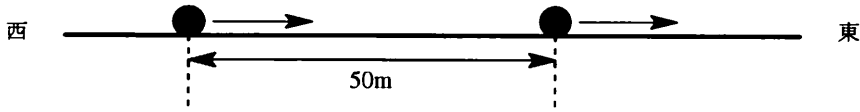


問1 m はいくらか。正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

- ① $\frac{M(L-\ell)}{\ell}$ ② $\frac{M(L-\ell)}{2\ell}$ ③ $\frac{M(L-\ell)}{(L+\ell)}$ ④ $\frac{M(L-\ell)}{2(L+\ell)}$

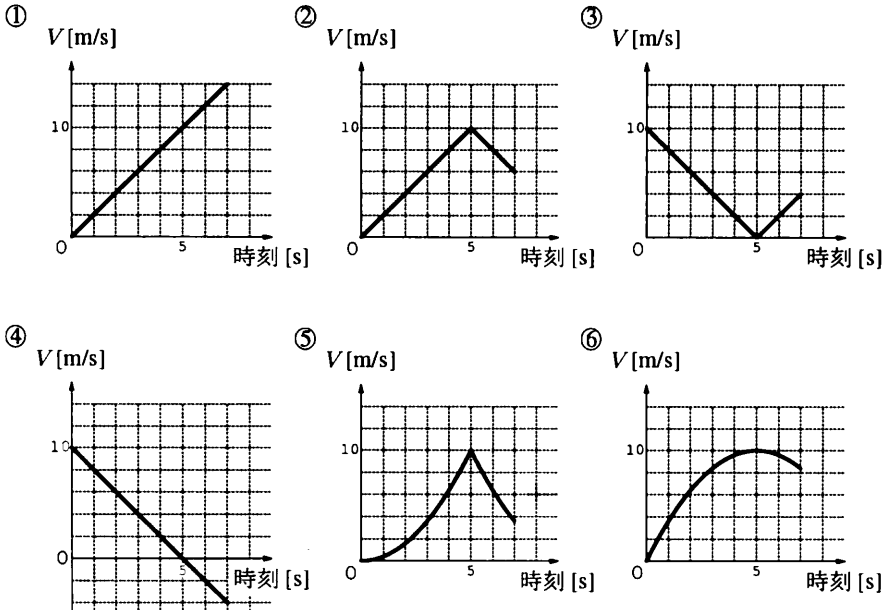
B 次の図のように、東西に伸びる直線上に、2つの物体A、Bがあり、どちらも東へ10 m/sの速さで等速直線運動 (linear uniform motion) をしている。AB間の距離は50 mであった。



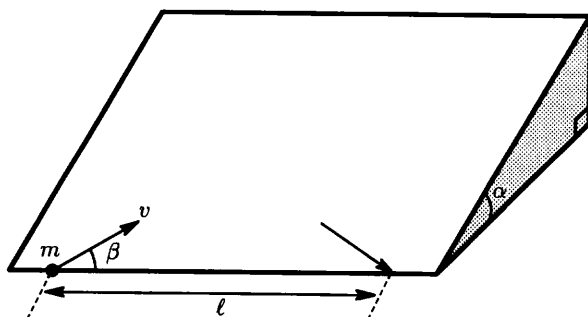
今、Bが西向きに 2.0 m/s^2 の加速度で等加速度直線運動 (linear motion of uniform acceleration) を始めた。この瞬間を時刻 0 s とし、東向きを正の向きと考える。Bは速度が 0 となった後も等加速度直線運動を続けるものとする。

問2 Bから見たAの相対速度 (relative velocity) を V とする。時刻 0 s から 7 s までの V の時間変化を表すグラフはどれか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2



C 次の図のように、水平面から角度 α 傾いたなめらかな板がある。この板にそって、質量 m の質点を板の面内の水平方向となす角 β の方向に速さ v で打ち出した。

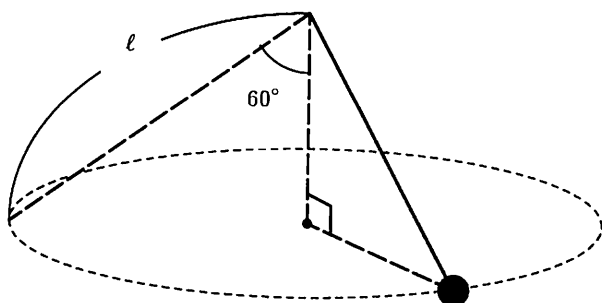


問3 質点が同じ高さに戻ってきたときの水平方向の移動距離 l はいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

3

- ① $\frac{2v^2 \sin \beta}{g \sin \alpha}$ ② $\frac{2v^2 \sin \beta}{g \cos \alpha}$ ③ $\frac{v^2 \sin 2\beta}{g \sin \alpha}$ ④ $\frac{v^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha}$

D 次の図のように、長さ ℓ のひもにつながれたおもりが、水平面内で円運動 (circular motion) している。ひもと鉛直線 (vertical line) とのなす角度は 60° である。



問 4 おもりが 1 回転する時間は、同じ長さ ℓ の単振り子 (simple pendulum) が微小振動 (small oscillation) しているときの周期の何倍か。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

① $\frac{1}{2}$

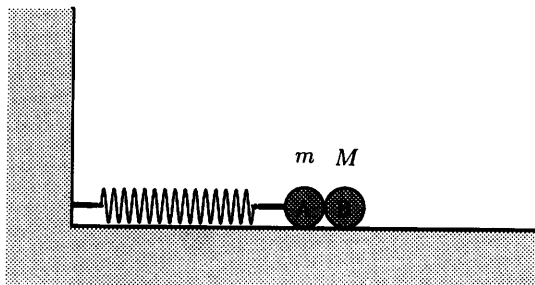
② $\frac{1}{\sqrt{2}}$

③ 1

④ $\sqrt{2}$

⑤ 2

E ばね定数 k のばねの一端が壁に固定され、他端には質量 m の小球 A が取り付けられて、なめらかな床の上に置かれている。このばねを自然長から ℓ だけ縮ませた後、次の図のように、A に接するように質量 M の小球 B を置いて、静かに手を放した。

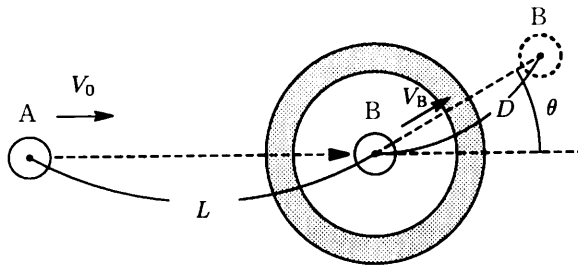


問 5 A と B が離れた後のばねの伸びの最大値はいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

5

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

F カーリング (curling) は、相手のストーン (stone) を氷面 (ice surface) 上の円で指定された領域 (ハウス (house)) からはじき出し、自分がすべらせたストーンを円の中に残すことを競う競技である。初速度 V_0 でストーン A をまっすぐにすべらせたところ、距離 L すべったところでサークル内にあった全く同じ形状と質量のストーン B に弾性衝突 (elastic collision) した。次の図に示すように、B は衝突前の A の速度に対して角度 θ の方向に初速 V_B ですべり出し、距離 D すべったところで止まった。ストーンと氷面の動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) を μ' とし、ストーンの回転は考えないものとする。



問 6 A が衝突後にすべった距離はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

- ① $\frac{V_0^2}{2\mu'g}$ ② $\frac{V_0^2}{2\mu'g} - D$ ③ $\frac{V_0^2}{2\mu'g} - L$
 ④ $\frac{V_0^2}{2\mu'g} + L$ ⑤ $\frac{V_0^2}{2\mu'g} - L - D$ ⑥ $\frac{V_0^2}{2\mu'g} + L - D$

問 7 V_B 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。

7

- ① $\sqrt{2\mu'gL}$ ② $\sqrt{2\mu'gL}$ ③ $\sqrt{2\mu'g(L+D)}$
 ④ $2\mu'gL$ ⑤ $2\mu'gL$ ⑥ $2\mu'g(L+D)$

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

A 質量 M [kg], 温度 t [°C] の水に, 質量 m_i [kg], 温度 0°C の氷を入れて, 静かにかきまぜたところ, 水の温度は 0°C になって落ち着いた。融けずに残っている氷の質量を測定したところ, m_f [kg] であった。水の比熱を c_w [J/kg・K] とする。

問 1 氷の融解熱 (heat of fusion) 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。

8 [J/kg]

- ① $\frac{M+m_f}{m_i-m_f}c_w t$ ② $\frac{M+m_i-m_f}{m_i-m_f}c_w t$ ③ $\frac{M+m_i}{m_i-m_f}c_w t$
 ④ $\frac{M}{m_i-m_f}c_w t$ ⑤ $\frac{M-m_f}{m_i-m_f}c_w t$ ⑥ $\frac{M-m_i}{m_i-m_f}c_w t$

B 圧力 (pressure) 1.00 atm , 温度 24°C の理想気体 (ideal gas) の体積を $\frac{1}{9}$ に圧縮したら, 圧力が 10.0 atm になった。

問 2 このとき温度はいくらになるか。最も適当なものを, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

9 °C

- ① -6 ② 22 ③ 27 ④ 57

C 体積 $5.8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の容器に温度 17°C 、圧力 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の単原子理想気体 (monatomic ideal gas) が入っている。

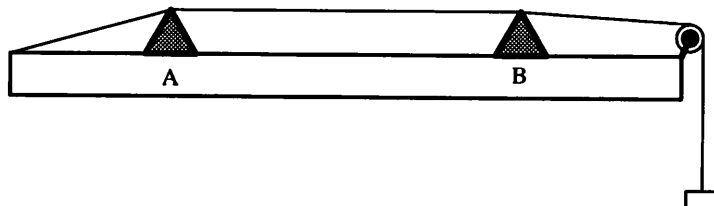
問3 容器内の単原子理想気体の定積熱容量 (heat capacity at constant volume) はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10 J/K

- ① 2.5×10^{-1} ② 3.8×10^{-1} ③ 6.3×10^{-1} ④ 4.0 ⑤ 6.0 ⑥ 1.0×10^1

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、一定の張力 (tension) で張った弦がある。支柱 A, B の距離を 80 cm にして、弦の中央をはじいて基本音 (fundamental tone) を出し、おんさ (tuning fork) を鳴らしたところ、毎秒 3 回のうなり (beat) を生じた。



問 1 張力を一定に保ったまま、支柱 B を静かに移動して AB 間の距離を長くしていくと、うなりの回数はしだいに減り、その後再び増え、ちょうど 1 cm 移動させたとき、うなりの回数は毎秒 2 回になった。このおんさの振動数はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

11 Hz

① 396

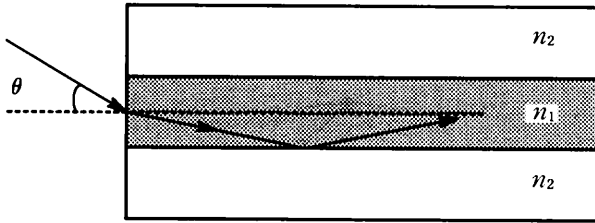
② 398

③ 400

④ 402

⑤ 404

B 次の図のように、屈折率 (refractive index) n_1 , n_2 (ただし $n_1 > n_2 > 1$) の物質からなる光導波路 (optical waveguide) がある。図の左端の面は中心軸に垂直である。空気中から屈折率 n_1 の端面に入射した光線 (ray of light) が、屈折率 n_1 と n_2 の境界面 (boundary) で全反射 (total reflection) するとき、入射光線と中心軸のなす角度 θ は、ある角度 θ_0 より小さい。空気の屈折率を 1 とする。



問 2 $\sin \theta_0$ を n_1 , n_2 を用いて表すとどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

① $\sin \theta_0 = n_1 - n_2$

② $\sin \theta_0 = 1 - \frac{n_2}{n_1}$

③ $\sin \theta_0 = \sqrt{n_1 - n_2}$

④ $\sin \theta_0 = \sqrt{1 - \frac{n_2}{n_1}}$

⑤ $\sin \theta_0 = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

⑥ $\sin \theta_0 = \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}$

C 屈折率 2.40、厚さ 9.00 mm のダイヤモンドについて考える。

問 3 このダイヤモンドを真上から見たとき、厚さは何 mm に見えるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13 mm

① 3.75

② 7.50

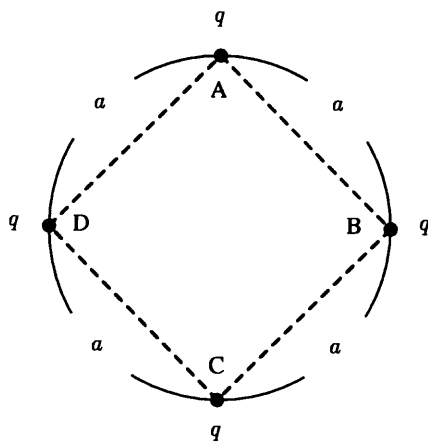
③ 9.0

④ 21.6

⑤ 43.2

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、一辺の長さ a の正方形の 4 つの頂点 A, B, C, D それぞれに、電荷 (charge) q を置いて固定した。この正方形の中心に電荷 Q を置いたところ、A に置いた電荷 q に働くクーロン力 (Coulomb force) の和が 0 になった。

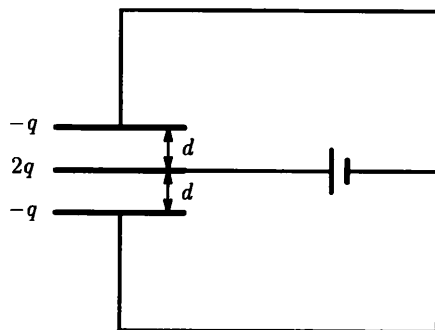


問 1 Q はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

- ① $-\frac{3}{2}q$ ② $-\frac{2\sqrt{2}+1}{4}q$ ③ $-\frac{1}{\sqrt{2}}q$ ④ $-\frac{2\sqrt{2}-1}{4}q$ ⑤ $-\frac{1}{2}q$

B 次の図のように、十分大きな面積 S の同形の金属板 3 枚が狭い間隔 d を隔てて平行に置かれている。外側の 2 枚は導線 (conducting wire) で起電力 (electromotive force) V の電池 (battery) の負極に接続され、また中央の板は導線で正極に接続されている。真空の誘電率 (dielectric constant) を ϵ_0 とする。

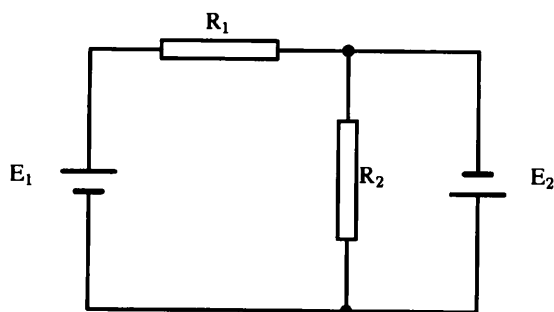


問 2 次に、電池を切り離し、電荷が逃げないようにして、中央の板を外側の 2 枚の板と重なる部分の面積が半分になるまで動かした。このコンデンサーに蓄えられているエネルギーはどのように変化したか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

- ① $\frac{\epsilon_0 S}{4d} V^2$ からその 2 倍に増えた。
- ② $\frac{\epsilon_0 S}{4d} V^2$ からその半分に減った。
- ③ $\frac{\epsilon_0 S}{4d} V^2$ のまま変わらなかった。
- ④ $\frac{\epsilon_0 S}{d} V^2$ からその 2 倍に増えた。
- ⑤ $\frac{\epsilon_0 S}{d} V^2$ からその半分に減った。
- ⑥ $\frac{\epsilon_0 S}{d} V^2$ のまま変わらなかった。

C 次の図の回路における2つの抵抗 (resistor) R_1 , R_2 の抵抗値はともに $12\ \Omega$, 2つの電池 (battery) E_1 , E_2 の起電力 (electromotive force) はともに $6.0\ \text{V}$ である。電池の内部抵抗 (internal resistance) は無視できるものとする。



問3 E_2 を流れる電流は何 A か。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16 A

① 0.0

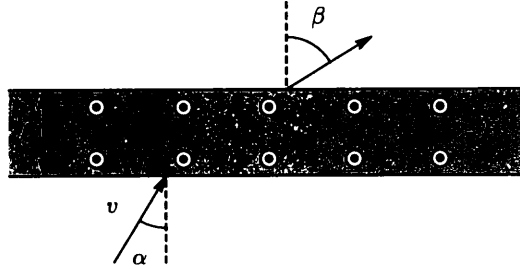
② 0.5

③ 1.0

④ 1.5

⑤ 2.0

D 次の図のように、幅 ℓ の領域に磁束密度 (magnetic flux density) の大きさ B の磁場 (magnetic field) が紙面に垂直上向きにかかっている。質量 m 、電荷 (charge) $q (>0)$ の粒子 (particle) を速さ v 、入射角 α で入射させたところ、磁場のかかっている領域から出て、角度 β の方向に出ていった。



問 4 β を求める式はどうなるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

17

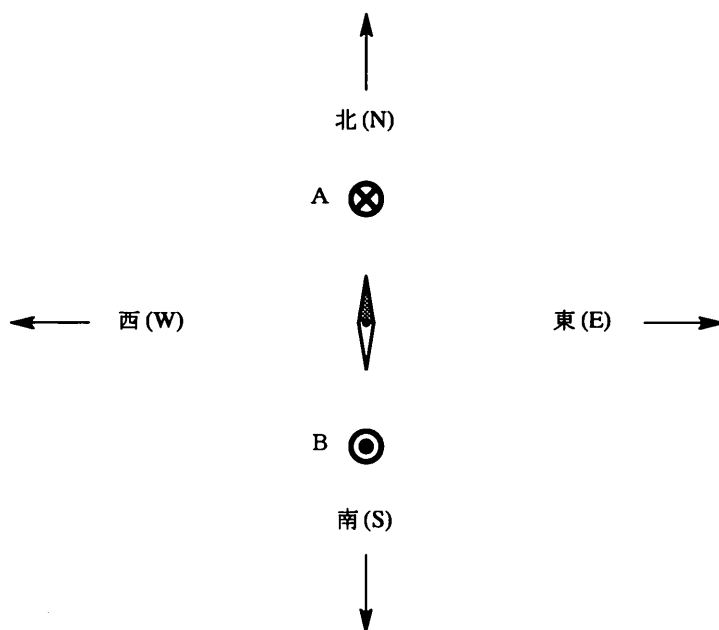
① $\sin \beta = \sin \alpha + \frac{qB\ell}{mv}$

② $\sin \beta = \cos \alpha + \frac{qB\ell}{mv}$

③ $\cos \beta = \sin \alpha + \frac{qB\ell}{mv}$

④ $\cos \beta = \cos \alpha + \frac{qB\ell}{mv}$

E 次の図のように、鉛直（vertical）方向に張られた2本の長い直線導線A、Bを南北方向に離して平行に置き、その中央に小さな磁針（compass needle）を置いた。Aに鉛直下向き（vertically downward）に、Bに鉛直上向き（vertically upward）に同じ大きさの電流を流した。



問5 電流を流した直後、磁針のようすはどうか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18

- ① 磁針のN極が東側へ動く。
- ② 磁針のN極が西側へ動く。
- ③ 磁針のN極が鉛直上方へ動く。
- ④ 磁針のN極が鉛直下方へ動く。
- ⑤ 磁針には変化が起こらない。

F 図1のように、半径 r の円形の導線 (conducting wire) を水平に固定し、鉛直上向き (vertically upward) に磁束密度 (magnetic flux density) の大きさ B の一様な磁場 (uniform magnetic field) を加える。この導線上に、長さ $2r$ の軽い金属棒をのせ、その中点を導線の中心 O に固定した。金属棒は導線上をなめらかに回転することができるものとする。

次に、図2のように点 O と導線上の一点とを、抵抗値 (value of resistance) R の抵抗で接続し、金属棒を一定の角速度 (angular velocity) ω で回転させた。

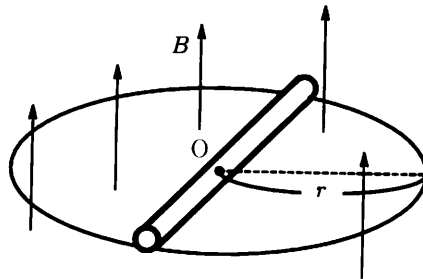


図1

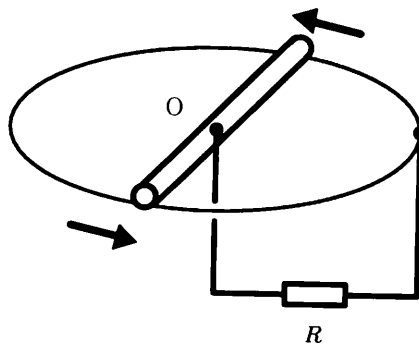


図2

問6 この抵抗を流れる電流の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

19

- ① $\frac{Br^2\omega}{2R}$ ② $\frac{Br^2\omega}{R}$ ③ $\frac{2Br^2\omega}{R}$ ④ 0

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ～ **75** には何も書かないでください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。