

平成20年度
日本留学試験(第1回)

試験問題

平成20年度（2008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 ～ 28
生物	29 ～ 45

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、3）、C（問4）、D（問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 とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

A 図1のような、不均一 (inhomogeneous) な板を、点Pにひもをつけて吊り下げたところ図2(a)のように、また点Qにひもをつけて吊り下げたところ図2(b)のようになった。

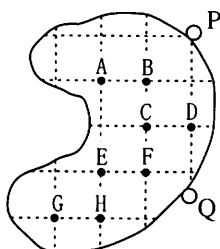


図1

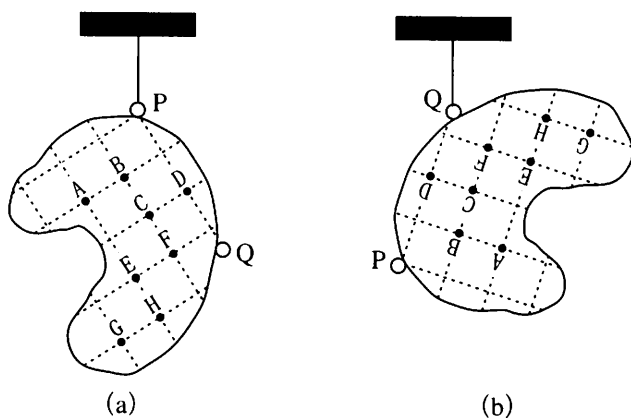


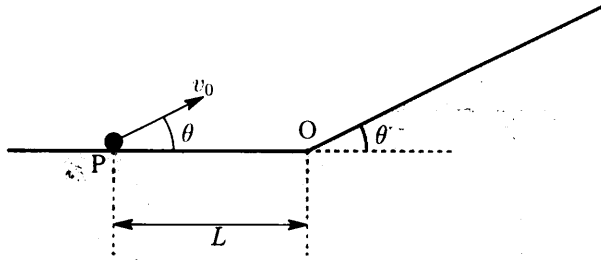
図2

問1 この板の重心 (center of mass) に最も近い点はどこか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

1

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① A | ② B | ③ C | ④ D |
| ⑤ E | ⑥ F | ⑦ G | ⑧ H |

B 次の図のように、水平面上の点Oから始まる傾き θ ($\theta > 0$) の斜面がある。Oから左に距離 L 離れた水平面上の点Pから、小球を角度 θ 右斜め上方に速さ v_0 で打ち上げた。



問2 小球が水平面上に落ちずに、斜面上に落下するために必要かつ十分な v_0 の条件はどうか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

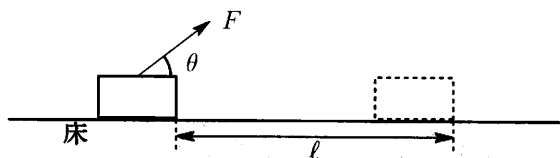
- ① $v_0 < \sqrt{gL}$ ② $v_0 > \sqrt{gL}$ ③ $v_0 < \sqrt{\frac{gL}{\sin \theta \cos \theta}}$
- ④ $v_0 > \sqrt{\frac{gL}{\sin \theta \cos \theta}}$ ⑤ $v_0 < \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\theta}}$ ⑥ $v_0 > \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\theta}}$

問3 問2の条件が満たされたとき、小球が斜面上に落下した地点とPとの間の水平距離はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

- ① $v_0 \sqrt{\frac{L \cos 2\theta}{g}}$ ② $v_0 \sqrt{\frac{L \sin 2\theta}{g}}$ ③ $v_0 \sqrt{\frac{L \tan 2\theta}{g}}$
- ④ $v_0 \sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$ ⑤ $v_0 \sqrt{\frac{L \sin \theta}{g}}$ ⑥ $v_0 \sqrt{\frac{L \tan \theta}{g}}$

- C 水平な床の上に、質量 m の物体が静止している。物体に一定の力 F を水平方向となす角 θ の向きに加え続けて、物体を運動させる。物体と床との間の動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) を μ' とする。



- 問4 上の図のように物体が距離 ℓ 進んだときの物体の速さとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- | | |
|---|---|
| ① $\sqrt{\frac{2\ell}{m} (F \cos \theta + \mu' mg)}$ | ② $\sqrt{\frac{2\ell}{m} (F \cos \theta - \mu' mg)}$ |
| ③ $\sqrt{\frac{2\ell}{m} (F \cos \theta + \mu' mg - \mu' F \sin \theta)}$ | ④ $\sqrt{\frac{2\ell}{m} (F \cos \theta - \mu' mg + \mu' F \sin \theta)}$ |
| ⑤ $\sqrt{\frac{2\ell}{m} (F \sin \theta + \mu' mg - \mu' F \cos \theta)}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{2\ell}{m} (F \sin \theta - \mu' mg + \mu' F \cos \theta)}$ |

D 自然長が ℓ のばねが2本、 $\frac{\ell}{2}$ のばねが2本ある。4本ともばね定数は同じであり、質量は無視できる。図1のように、長さ ℓ のばねは並列につなぎ、 $\frac{\ell}{2}$ のばねは直列につないでから、ばねの上端を距離 d 離して水平の天井に固定し、ばねの下端に質量の無視できる長さ d の棒PQを水平につるした。このとき、すべてのばねは自然長であった。

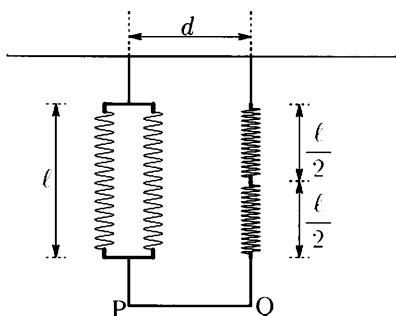


図1

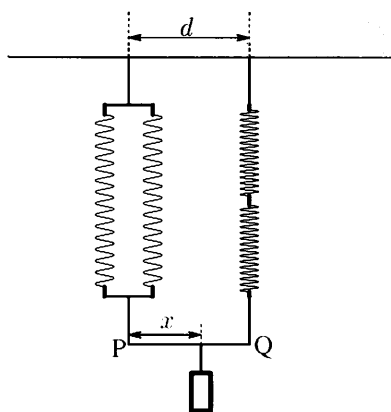


図2

問5 図2のように、おもりをPから距離 x のところに付して静かに手を離すと棒は水平を保った。 x 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 $\frac{1}{5}d$ ② $\frac{1}{4}d$ ③ $\frac{1}{2}d$ ④ $\frac{3}{4}d$ ⑤ $\frac{4}{5}d$

E なめらかな床の上に、同じ質量 m の小物体 A と B がある。B にはばね定数 k の質量の無視できるばねが取り付けられている。次の図のように、静止している B に A を速さ v_0 で衝突させた。

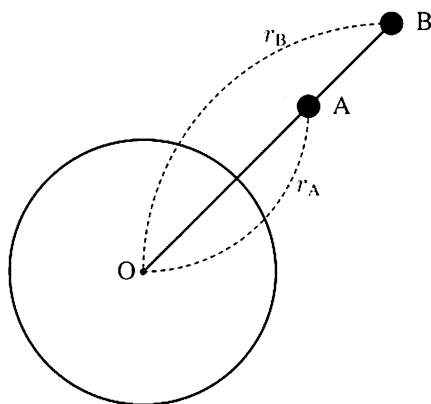


問6 ばねは自然長から最大どれだけ縮んだか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6

- ① $v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$ ② $v_0 \sqrt{\frac{m}{2k}}$ ③ $\frac{v_0}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ④ $\frac{v_0}{2} \sqrt{\frac{m}{2k}}$

F 人工衛星 (artificial satellite) A と B が, ある惑星 (planet) のまわりの円軌道を周回している。A の軌道半径は r_A , B の軌道半径は r_B である。次の図のように, ある時刻に円軌道の中心 O と A と B は一直線にならんでいた。その後, B が惑星を 1 周したとき, A は惑星をちょうど 8 周した。この惑星は球形で, その自転 (rotation) は無視できるものとする。



問7 r_B は r_A 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。 7 倍

① 2

② 4

③ 8

④ 16

Ⅱ

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

A 同じ体積の 2 種類の金属塊 **A**, **B** がある。この **A**, **B** に同量の熱を与えたところ, **B** の温度上昇は **A** の k 倍であった。**B** の密度は **A** の n 倍である。

問 1 **B** の比熱 (specific heat) は **A** 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。

8 倍

- ① k ② $\frac{1}{k}$ ③ nk ④ $\frac{n}{k}$ ⑤ $\frac{k}{n}$ ⑥ $\frac{1}{nk}$

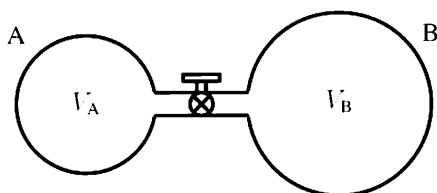
B 海中の深さ 100 m の位置から体積 1.00 mm^3 の気泡 (bubble) が上昇した。海面の気圧は 1.00 気圧, 海面付近の水温は 27°C , 深さ 100 m での水温は 17°C であった。海中の水圧は深さ 10 m ごとに 1.00 気圧増えるものとする。

問 2 海面付近まで上昇したときのこの気泡の体積はいくらか。最も適当なものを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

9 mm^3

- ① 10.3 ② 11.4 ③ 15.9 ④ 17.5

- C 断熱材で作られた2つの容器A, Bが, 栓 (cock) のついた細い管で結ばれている。A, Bの容積はそれぞれ V_A , V_B である。はじめ栓は閉じられ, 容器Aには圧力 p_A , 絶対温度 T_A , 容器Bには圧力 p_B , 絶対温度 T_B の単原子分子理想気体 (monatomic ideal gas) がそれぞれ入っている。



- 問3 栓を開き, 容器内の気体が混ざり合い, 平衡状態に達したときの容器内の気体の圧力はいくらになるか。正しいものを, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。 10

① $\frac{2(p_A V_A + p_B V_B)}{5(V_A + V_B)}$

② $\frac{2(p_A V_A + p_B V_B)}{3(V_A + V_B)}$

③ $\frac{p_A V_A + p_B V_B}{V_A + V_B}$

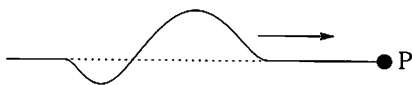
④ $\frac{3(p_A V_A + p_B V_B)}{2(V_A + V_B)}$

⑤ $\frac{5(p_A V_A + p_B V_B)}{2(V_A + V_B)}$

III

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

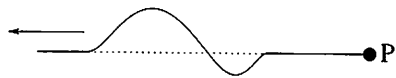
A 次の図のような形の波が、固定端 P に入射した。



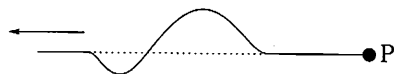
問 1 P で反射された波の形はどうなるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

11

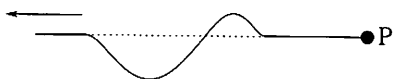
①



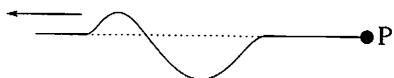
②



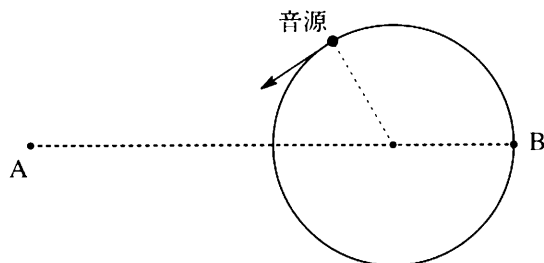
③



④

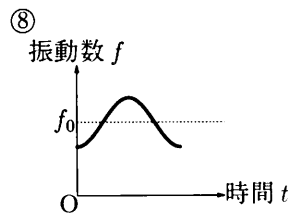
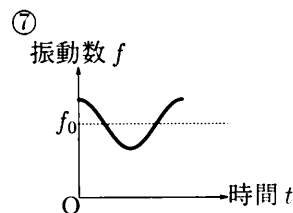
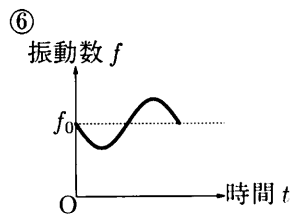
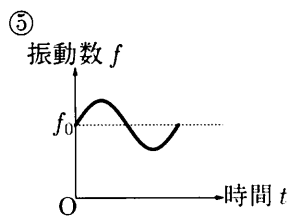
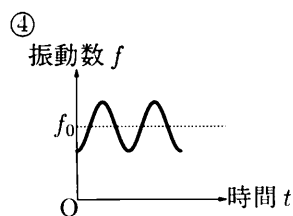
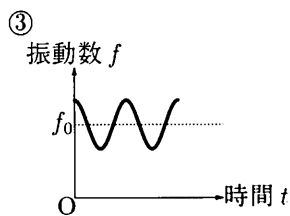
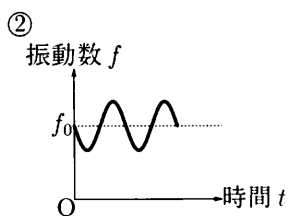
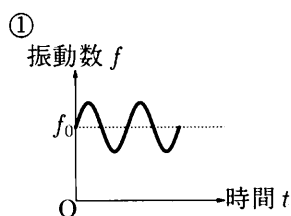


B 次の図のように、一定の振動数 f_0 の音を出している音源 (sound source) が円周上に反時計回りに等速円運動 (uniform circular motion) している。音源から十分離れた地点 A で聞こえる音の振動数 f を測定した。測定は、音源が点 B で発した音が A に達したときに開始し、音源が 1 周するまでの間行なった。

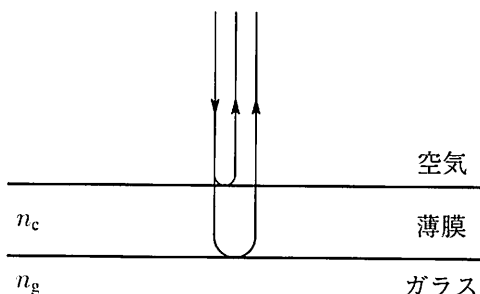


問2 測定した振動数 f と測定を開始してからの時間 t の関係を示すグラフとして、最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

12



- C** ガラス表面における光の反射を防ぐために、平板ガラスの表面に薄膜 (thin film) を一様な厚さにコーティングした。薄膜の屈折率 (refractive index) を n_c , ガラスの屈折率を n_g とする。 $1 < n_g < n_c$ である。ただし, 空気の屈折率を 1 とする。



- 問3 上の図のように, 空気中から波長 λ の単色光 (monochromatic light) を, ガラス面に垂直に入射させたとき, 2つの反射光が弱め合うために必要な薄膜の最小の厚さはいくらか。最も適当なものを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

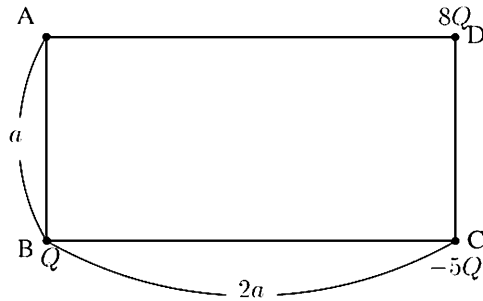
13

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

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。

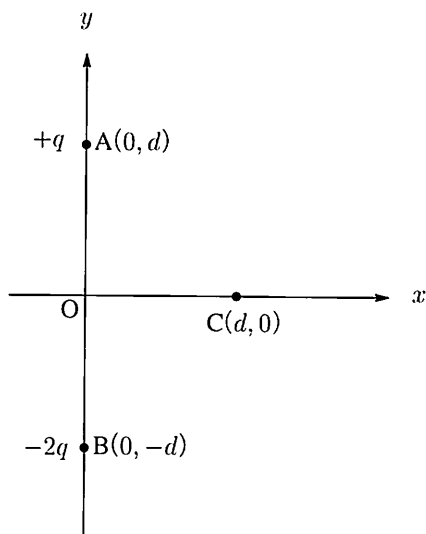
A 次の図のように、長方形 ABCD の頂点 B に電気量 Q の電荷 (charge), 頂点 C に $-5Q$ の電荷, 頂点 D に $8Q$ の電荷を置いた。辺 AB, CD の長さは a , 辺 BC, AD の長さは $2a$ である。クーロンの法則 (Coulomb's law) の比例定数を k とする。



問 1 この 3 つの電荷が頂点 A につくる電場 (electric field) の大きさは $k\frac{Q}{a^2}$ 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。 **14** 倍

- ① $\sqrt{5} - 1$ ② 2 ③ $\sqrt{5}$ ④ $\sqrt{5} + 1$ ⑤ 4 ⑥ 6

- B** 次の図のように、 y 軸上の点 $A(0, d)$ に点電荷 (point charge) $+q$, y 軸上の点 $B(0, -d)$ に点電荷 $-2q$ を置いた。クーロンの法則 (Coulomb's law) の比例定数を k とする。



- 問2 電気量 $+Q$ の点電荷を、原点 O から x 軸上の点 $C(d, 0)$ まで移動させるのに必要な仕事 (work) 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 0 ② $\frac{1}{2} \frac{kqQ}{d^2}$ ③ $\frac{3}{2} \frac{kqQ}{d^2}$
- ④ $\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \frac{kqQ}{d}$ ⑤ $\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \frac{kqQ}{d}$

C 抵抗値 R_A の抵抗 A, 抵抗値 R_B の抵抗 B と電池を図 1 のように接続した場合と図 2 のように接続した場合を考える。電池の内部抵抗 (internal resistance) は無視できるものとする。

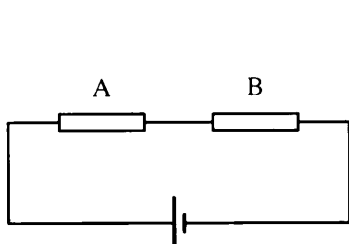


図 1

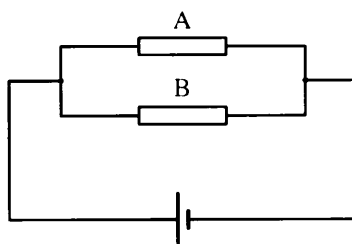


図 2

問 3 図 2 の場合に抵抗 A で消費される電力は, 図 1 の場合に A で消費される電力の何倍か。正しいものを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16 倍

① $\frac{R_A^2}{(R_A + R_B)^2}$

② $\frac{R_B^2}{(R_A + R_B)^2}$

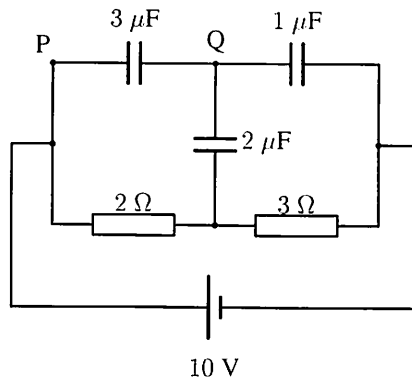
③ $\frac{R_A R_B}{(R_A + R_B)^2}$

④ $\frac{(R_A + R_B)^2}{R_A^2}$

⑤ $\frac{(R_A + R_B)^2}{R_B^2}$

⑥ $\frac{(R_A + R_B)^2}{R_A R_B}$

- D** 次の図の回路のように、容量 $1\ \mu\text{F}$ 、 $2\ \mu\text{F}$ 、 $3\ \mu\text{F}$ の3つのコンデンサー (capacitor) と抵抗値 $2\ \Omega$ 、 $3\ \Omega$ の2つの抵抗を起電力 (electromotive force) $10\ \text{V}$ の電池に接続した。

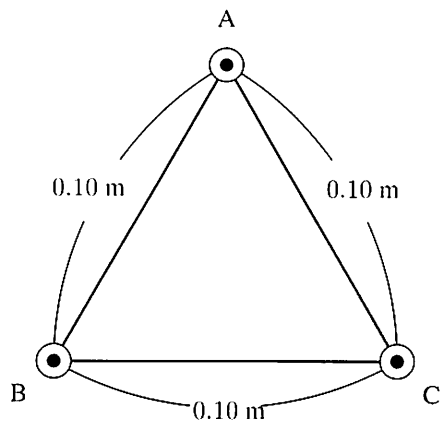


- 問4 点Pと点Qの間の電位差 (potential difference) はどうなるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

17 V

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

E 次の図のように、紙面に垂直な3本の直線の導線（conducting wire）A, B, Cのそれぞれに直流電流が流れている。その電流の向きは3本とも同じで、電流の強さも各10 Aである。また、各導線の間隔は0.10 mである。

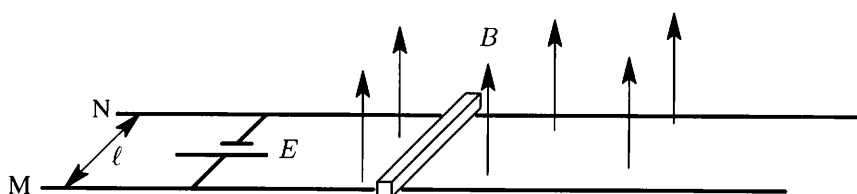


問5 導線A 1 mが受ける力の大きさ[N]はいくらか。透磁率（magnetic permeability）を $4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ として、最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

18 N

- ① 1.0×10^{-4} ② 1.7×10^{-4} ③ 2.0×10^{-4} ④ 3.5×10^{-4}

F 次の図のように、導線 (conducting wire) のレール M, N を、距離 ℓ だけ離して平行にはり、水平面上に置く。レールは鉛直上方に向かう磁束密度 (magnetic flux density) B の磁場中にある。レール上に質量 m の導体棒を、レールの方向と直角になるように置く。起電力 (electromotive force) E で内部抵抗 (internal resistance) が無視できる電池を2本のレールの間につないだところ、棒はレールの上をすべって動きはじめた。レールと棒の間の動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) を μ' とする。導体棒のレール間の部分の電気抵抗を R とし、レールの電気抵抗は無視できるものとする。



問6 その後、棒の運動は速さ v の等速直線運動 (linear uniform motion) になった。 v 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。

19

① $\frac{EB\ell - \mu'mgR}{B^2\ell^2}$

② $\frac{\mu'mgR - EB\ell}{B^2\ell^2}$

③ $\frac{\mu'mgEB\ell - R}{\mu'mgB^2\ell^2}$

④ $\frac{R - \mu'mgEB\ell}{\mu'mgB^2\ell^2}$

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。