杏林大学　医

（K—55—M）

令和６年度入学試験問題

理　　　　科

注　意　事　項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. **生物**，**物理**，**化学**の中から**２科目選択**しなさい。
3. １科目につき１枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は，次の「良い例」のように，濃く正しく塗りつぶしなさい。**正しく塗りつぶされていない場合，採点できないことがあります。**

良い例………●

悪い例………

5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので，正確に記入しなさい。
   ①　氏名欄……………………氏名を**漢字**と**フリガナ**で記入しなさい。
   ②　受験番号欄………………６桁の受験番号を**算用数字**で記入し，**マーク欄の数字**を正しく塗りつぶしなさい。
   ③　解答科目欄………………解答する**科目名**を記入し，**該当科目のマーク**を塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は，問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。
   例えば
   - $\boxed{\text{ア}}$ と表示のある解答欄に対して②と解答する場合，解答用紙の解答欄 **ア** の②を塗りつぶしなさい。
   - $\boxed{\text{ア}}$ と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合，解答用紙の解答欄 **ア** の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。
7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は，手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は，手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は，全部で 33 ページです。生物，物理，化学の順になっています。

目　次

物　　　理

I　$\boxed{}$ にあてはまる最も適当な数字をマークすること。数値で解答する問題には有効数字2桁で答えよ。 $\boxed{キ}$ の解答は対応する解答群の中から最も適当なものを一つ選べ。

(1) 図1のように水平面上に置いた質量5.0 kgの密度が一様な薄い長方形の板のC点に，水平右向きに大きさF〔N〕の力を加えた。AB = 0.70 m，BC = 0.80 m，重力加速度の大きさを9.8 m/s^{2}とし，板は剛体で紙面に平行にのみ運動するとして，以下の問に答えよ。

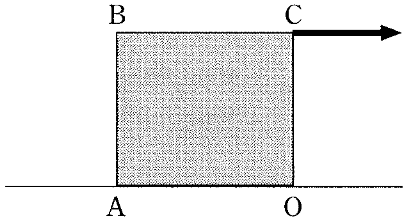

図1

(a) F = 14 Nで，物体が静止しているとき，水平面からの抗力の作用点は点Oから0. $\boxed{アイ}$ m離れたところにある。

(b) 静止摩擦係数をμ_0とすると，物体がすべり出すためには$F >$ $\boxed{ウエ}$ $\times\ \mu_0$〔N〕の力Fを加える必要があり，また，物体を傾けるためには $\boxed{オカ}$ Nをこえた力Fを加える必要がある。よって，物体が傾くよりも先にすべりだす条件はμ_0 $\boxed{キ}$ 0. $\boxed{クケ}$ となる。

$\boxed{キ}$ の解答群

① ＝　　② ＞　　③ ＜

(2) 振動数440 Hzの音を出す音源Sの右にある壁Rと音源Sの左にいる観測者Oが一直線上にある。壁が静止している音源に向かって10 m/sで近づいているとき，壁で反射された音の波長は0. $\boxed{コサ}$ mになり，静止している観測者が聞く反射音の振動数は $\boxed{シ}$. $\boxed{ス}$ $\times 10^2$ Hzになる。ただし，音速を340 m/sとし，音の減衰はないものとする。

Ⅱ $\boxed{}$ にあてはまる最も適当な数字をマークすること。数値で解答する問題には有効数字2桁で答えよ。$\boxed{オ}$，$\boxed{コ}$，$\boxed{サ}$，$\boxed{シ}$ の解答は対応する解答群の中から最も適当なものを一つずつ選べ。

(1) 焦点距離12 cmの凸レンズの中心を原点Oとし，光軸に沿って右向きを正とするx軸を定める。$x = -18$ cmの位置に，大きさ2.5 cmの物体を光軸と垂直に置くと，$x_a = \boxed{アイ}$ cmの位置に大きさ $\boxed{ウ}.\boxed{エ}$ cmの $\boxed{オ}$ ができる。その状態から，$x = \frac{4}{3}x_a$ の位置に焦点距離48 cmの凹面鏡をおくと，$x = \boxed{カキ}$ cmの位置に大きさ $\boxed{ク}.\boxed{ケ}$ cmの $\boxed{コ}$ ができる。ただし，$\boxed{コ}$ の像とはもとの物体を基準とする。

$\boxed{オ}$，$\boxed{コ}$ の解答群

① 正立実像　② 倒立実像　③ 正立虚像　④ 倒立虚像

(2) 真空中で，十分に細長く無限に長い棒に，単位長さあたりλ〔C/m〕の正電荷が均等に帯電している。クーロンの法則の比例定数をk_0として，棒の位置を中心軸とする長さL〔m〕，半径r〔m〕の円筒を考えたとき，円筒の側面を貫く電気力線の本数は $\boxed{サ} \times \pi k_0$ 本であり，側面上での電場の強さは $\boxed{シ} \times k_0$〔V/m〕となる。ただし，単位面積あたりの電気力線の本数はその場所の電場の強さに等しくなるよう定めるものとする。

$\boxed{サ}$，$\boxed{シ}$ の解答群

① 2λ　② 4λ　③ $2L\lambda$　④ $4L\lambda$

⑤ $\frac{2\lambda}{r}$　⑥ $\frac{4\lambda}{r}$　⑦ $\frac{4L\lambda}{r}$　⑧ $\frac{2L\lambda}{r}$

(3) 水素原子の基底状態のエネルギー準位を-13.6 eVとすると，量子数$n = 3$の定常状態から$n = 2$の定常状態に電子が移るときに放射される光の波長は $\boxed{ス}.\boxed{セ} \times 10^{-\boxed{ソ}}$ mであり，基底状態の原子に1光子あたり10.2 eVのエネルギーを持つ光を当てると，量子数nが$n = \boxed{タ}$ の定常状態に励起する。ただし，プランク定数を6.63×10^{-34} J·s，電気素量を1.60×10^{-19} C，光速を3.00×10^{8} m/sとする。

Ⅲ $\boxed{}$ にあてはまる最も適当なものを対応する解答群の中から一つずつ選べ。

カーリングなどの競技を単純化したものとして，半径 R，質量 m の円盤状の物体A，B，Cの水平面上における衝突を考える。水平面と物体の間の摩擦，および物体間の衝突における摩擦は無視でき，物体間の衝突は弾性衝突とする。斜めに衝突する場合を考慮するため，物体の半径はゼロでないが重心を中心とする回転(自転)は考えず，衝突後は直進運動のみを考える。

図1のように，はじめ物体Bは xy 平面上の原点で静止し，物体Cは第1象限の座標$(a,\ b)$で表わされる点に静止している。第3象限にある物体Aに y 軸の正の方向と平行な初速 v_0 を与え，物体Bに衝突させると，物体Bは物体Cと衝突した直後に静止した。

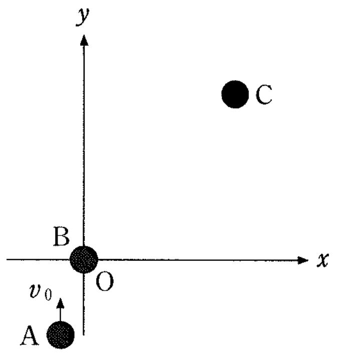

図1

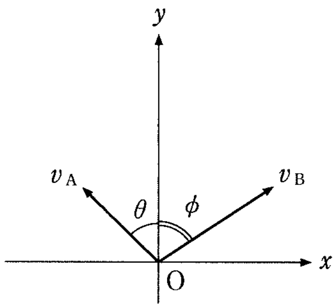

図2

図2のようにAとBの衝突直後にA，Bの進む方向が y 軸となす角の大きさをそれぞれ θ，ϕ とし，A，Bの速さをそれぞれ v_A，v_B とする。

(a) 物体BとCが衝突した直後，物体Bが静止したことから，物体Aとの衝突直後における物体Bの速度が y 軸となす角 ϕ は $\tan\phi = \boxed{\text{ア}}$ を満たす角であることがわかる。

物体AとBの衝突において，運動量保存則から，x 方向について

$$mv_A \times \boxed{\text{イ}} = mv_B \times \boxed{\text{ウ}}$$

y 方向について

$$mv_0 = mv_A \times \boxed{\text{エ}} + mv_B \times \boxed{\text{オ}}$$

の関係式が成り立つ。また，物体AとBの衝突が弾性衝突であることから $\boxed{\text{カ}}$ が成り立つ。

$\boxed{\text{ア}}$ の解答群

① 0　② 1　③ $\dfrac{a}{b}$　④ $\dfrac{b}{a}$

⑤ $\dfrac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$　⑥ $\dfrac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}$　⑦ $\dfrac{\sqrt{a^2+b^2}}{a}$　⑧ $\dfrac{\sqrt{a^2+b^2}}{b}$

$\boxed{\text{イ}}$ ～ $\boxed{\text{オ}}$ の解答群

① 0　② 1　③ $\cos\theta$　④ $\sin\theta$

⑤ $\tan\theta$　⑥ $\cos\phi$　⑦ $\sin\phi$　⑧ $\tan\phi$

$\boxed{\text{カ}}$ の解答群

① $\theta=\phi$　② $\theta=0$　③ $\phi=0$

④ $\theta+\phi=\dfrac{\pi}{2}$　⑤ $\theta+\phi=\pi$

(b) 物体AとBの衝突直後において，Aの速度がy軸となす角θと速さv_Aはϕを用いて，$\cos\theta=$ $\boxed{\text{キ}}$ ，$v_A=v_0\times$ $\boxed{\text{ク}}$ で与えられる。

物体BとCの衝突直後，物体Cの速さは$v_0\times$ $\boxed{\text{ケ}}$ となる。

衝突前のAの中心のx座標は$-R\times$ $\boxed{\text{コ}}$ であり，物体Aが物体Bから受けた力積の大きさは$mv_0\times$ $\boxed{\text{サ}}$ である。

$\boxed{\text{キ}}$ ～ $\boxed{\text{サ}}$ の解答群

① $\cos\phi$　② $2\cos\phi$　③ $\sin\phi$　④ $2\sin\phi$　⑤ $\tan\phi$

⑥ $\dfrac{1}{\tan\phi}$　⑦ 0　⑧ 1　⑨ 2

Ⅳ $\boxed{}$ にあてはまる最も適当なものを対応する解答群の中から一つずつ選べ。

図1のように，y 軸上を正の方向に流れる電流 I と，一辺の長さが $2L$ の絶縁体でできた正方形PQRSを考える。正方形は xy 平面上の第1象限内にあり，y 軸に平行な辺PQとRSには電気量 $q(>0)$ に帯電した微小な粉が n 個ずつ辺全体に等間隔で固定されている。正方形PQRSは，各辺を座標軸に平行に保ったまま x 軸正の方向に一定の速さ v で動いており，ある時刻 t において，正方形の重心の x 座標が D であった。空気の透磁率を μ として，以下の問に答えよ。

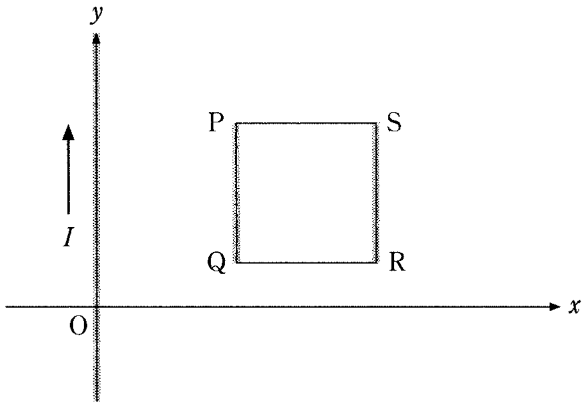

図1

(a) 時刻 t において，y 軸上を流れる電流により辺PQ上の点で生じる磁場の大きさは $H_1 = \boxed{ア}$ で向きは $\boxed{イ}$ であり，辺RS上の点で生じる磁場の大きさは $H_2 = \boxed{ウ}$ で向きは $\boxed{エ}$ である。

そのとき辺PQ上の帯電粉1個が受けるローレンツ力の大きさは $f_1 = \boxed{オ} \times H_1$ で向きは $\boxed{カ}$ であり，辺RS上の帯電粉1個が受けるローレンツ力の大きさは $f_2 = \boxed{オ} \times H_2$ で向きは $\boxed{キ}$ である。

正方形を xy 平面内で重心のまわりに反時計回りに回転させようとする力のモーメントを正とした場合，帯電粉に作用するローレンツ力により正方形全体にかかる力のモーメントは $M = n \times \boxed{ク}$ である。

(b) 設問(a)の状況を正方形PQRSの重心とともに移動する観測者Aから見ると，正方形の各辺は動いておらず，辺上の帯電粉はローレンツ力を受けない。その代わり，y 軸上の電流が観測者Aから速さ v で離れていくように見えるため，正方形の辺上の点における磁場が時間変化し，これに伴って電場（誘導電場）が生じると考える。帯電粉には誘導電場からの力が作用して，正方形に力のモーメント M がかかることになる。

この力を設問(a)で考えたローレンツ力と等置すると，観測者Aから見て辺PQ上の点で生じる誘導電場の大きさは $E_1 = \boxed{ケ} \times H_1$ で向きは $\boxed{コ}$ であり，辺RS上の点で生じ

る誘導電場の大きさは$E_2 =$ $\boxed{\text{ケ}}$ $\times H_2$で向きは $\boxed{\text{サ}}$ であることがわかる。

辺PQ上の誘導電場により正方形にはたらく重心まわりの力のモーメントは，大きさが$M_1 = nqE_1 \times$ $\boxed{\text{シ}}$ であり，正方形を $\boxed{\text{ス}}$ に回転させようとする。一方，辺RS上の誘導電場により正方形にはたらく重心のまわりの力のモーメントは，大きさが$M_2 = nqE_2 \times$ $\boxed{\text{シ}}$ であり，正方形を $\boxed{\text{セ}}$ に回転させようとする。

$\boxed{\text{ア}}$，$\boxed{\text{ウ}}$ の解答群

① $\dfrac{I}{D}$	② $\dfrac{I}{L}$	③ $\dfrac{I}{2L}$	④ $\dfrac{I}{D+L}$
⑤ $\dfrac{I}{D-L}$	⑥ $\dfrac{I}{2\pi L}$	⑦ $\dfrac{I}{2\pi(D+L)}$	⑧ $\dfrac{I}{2\pi(D-L)}$

$\boxed{\text{イ}}$，$\boxed{\text{エ}}$，$\boxed{\text{カ}}$，$\boxed{\text{キ}}$，$\boxed{\text{コ}}$，$\boxed{\text{サ}}$ の解答群

① x軸正の方向　② x軸負の方向　③ y軸正の方向　④ y軸負の方向

⑤ 紙面に垂直で紙面裏から表に向かう方向　⑥ 紙面に垂直で紙面表から裏に向かう方向

$\boxed{\text{オ}}$，$\boxed{\text{ケ}}$ の解答群

① v	② qv	③ μv	④ $q\mu v$
⑤ $\dfrac{v}{\mu}$	⑥ $\dfrac{qv}{\mu}$	⑦ $\dfrac{q}{\mu v}$	⑧ $\dfrac{q\mu}{v}$

$\boxed{\text{ク}}$ の解答群

① $(f_1+f_2)D$	② $(f_1-f_2)D$	③ $(-f_1+f_2)D$	④ $-(f_1+f_2)D$
⑤ $(f_1+f_2)L$	⑥ $(f_1-f_2)L$	⑦ $(-f_1+f_2)L$	⑧ $-(f_1+f_2)L$

$\boxed{\text{シ}}$ の解答群

① D	② L	③ $2L$	④ $D+L$
⑤ $D-L$	⑥ $2\pi L$	⑦ $2\pi(D+L)$	⑧ $2\pi(D-L)$

$\boxed{\text{ス}}$，$\boxed{\text{セ}}$ の解答群

① xy平面内で時計回り　② xy平面内で反時計回り

③ 辺PQが紙面奥に動く方向　④ 辺RSが紙面奥に動く方向

⑤ 辺PSが紙面奥に動く方向　⑥ 辺QRが紙面奥に動く方向

問題は次頁につづく

(c) 時刻 t からじゅうぶん短い時間 Δt 経過した時刻において，正方形の各頂点の x 座標は $v\Delta t$ だけ $\boxed{\text{ソ}}$ した点 P′，Q′，R′，S′ の位置にそれぞれ移動する。この間に，正方形内部を紙面表から裏に向かう方向に貫く磁束は，長方形 PQQ′P′ を貫く磁束 $\Phi_1 = \boxed{\text{タ}} \times H_1$ の分だけ $\boxed{\text{チ}}$ し，長方形 RSS′R′ を貫く磁束 $\Phi_2 = \boxed{\text{タ}} \times H_2$ の分だけ $\boxed{\text{ツ}}$ する。したがって，時間 Δt の間に正方形内部を貫く磁束の変化は $\Delta\Phi = \boxed{\text{テ}}$ と表され，設問(b)で考えた力のモーメントとの間に

$$\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{\boxed{\text{ト}}}{nq}$$

なる関係式が成立する。

$\boxed{\text{ソ}}$，$\boxed{\text{チ}}$，$\boxed{\text{ツ}}$ の解答群

① 増加　② 減少

$\boxed{\text{タ}}$ の解答群

① $2\,DL$　② $4\,L^2$　③ $Lv\,\Delta t$　④ $2\,Lv\,\Delta t$

⑤ $2\,\mu DL$　⑥ $4\,\mu L^2$　⑦ $\mu Lv\,\Delta t$　⑧ $2\,\mu Lv\,\Delta t$

$\boxed{\text{テ}}$ の解答群

① $\Phi_1 + \Phi_2$　② $\Phi_2 - \Phi_1$　③ $\sqrt{\Phi_1 \times \Phi_2}$　④ $\dfrac{\Phi_1}{\Phi_2}$

⑤ $\dfrac{\Phi_2}{\Phi_1}$　⑥ $\dfrac{\Phi_1 + \Phi_2}{2}$　⑦ $\dfrac{1}{2}(\Phi_1 - \Phi_2)^2$

$\boxed{\text{ト}}$ の解答群

① $M_1 + M_2$　② $M_2 - M_1$　③ $M_1 - M_2$

④ $2\,(M_1 + M_2)$　⑤ $2\,(M_2 - M_1)$　⑥ $2\,(M_1 - M_2)$

⑦ $\dfrac{1}{2}(M_1 + M_2)$　⑧ $\dfrac{1}{2}(M_2 - M_1)$　⑨ $\dfrac{1}{2}(M_1 - M_2)$