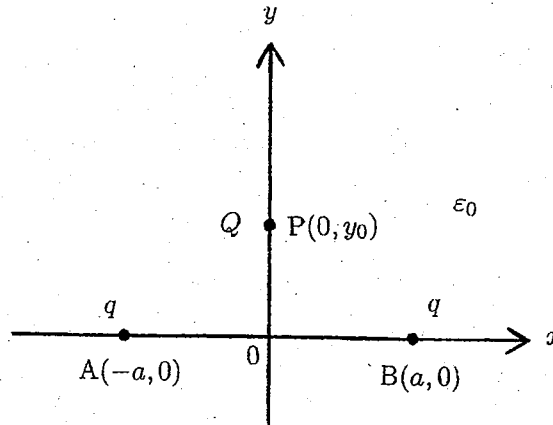
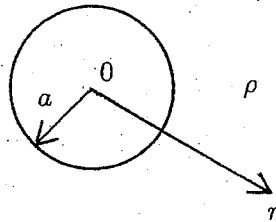


2020 年度 専攻科学生選抜学力試験 問題用紙 専門科目 ④電気磁気学

1. 下図の $x-y$ 平面上の点 $A(-a, 0)$ および点 $B(a, 0)$ に点電荷 q [C], 点 $P(0, y_0)$ に点電荷 Q [C] を置いた。3つの点電荷の符号は正であり, $x-y$ 平面上の座標の単位は [m] である。空気の誘電率が真空の誘電率 ϵ_0 [F/m] に等しいものとして, 点電荷 Q [C] に作用する力 F [N] の式を示せ。



2. 地中深くに埋められた半径 a [m] の導体球がある。導体球の抵抗は無視できるものとして, 導体球の接地抵抗 (無限に広がっていると想定した大地に対する電気抵抗) の式を示せ。ただし, 大地の抵抗率を ρ [$\Omega \cdot \text{m}$] とする。



3. 面積 $S = 2.00 \times 10^{-2} \text{ [m}^2\text{]}$ である金属平板を2枚、間隔 $d = 2.00 \times 10^{-3} \text{ [m]}$ で配置した平行平板コンデンサがある。このコンデンサ全体を絶縁油の中に沈めて、極板間に印加する直流電圧 $V \text{ [V]}$ を徐々に高めていくとき、このコンデンサに蓄えられる限界の電荷 $Q_c \text{ [C]}$ を有効数字3桁で求めよ。ただし、この絶縁油では電界 $E_c = 1.20 \times 10^7 \text{ [V/m]}$ が絶縁能力を保つ限界である。また、この絶縁油の比誘電率 $\epsilon_s = 2.1$ 、真空の誘電率 $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ [F/m]}$ である。

4. 下図のように、間隔 $d \text{ [m]}$ で平行に配置された2本の金属レールの上に渡した金属棒の中央にひもを結びつけて静止させておく。次に、ひもの他端に質量 $M \text{ [kg]}$ のおもりをつけ、滑車を使って自由落下させる。重力加速度を $g \text{ [m/s}^2\text{]}$ とすると、おもりの落下によって金属棒は右向きに力 $F = Mg \text{ [N]}$ を受けて右向きに動き始めるが、やがて移動速度が一定の $v_f \text{ [m/s]}$ となる。金属レールおよび金属棒の抵抗、金属レールと金属棒の摩擦、ひもの質量は無視できるものとして以下の問いに答えよ。

(1) 金属棒の速度が $v_f \text{ [m/s]}$ に達した時に金属レール、金属棒、抵抗からなる閉回路に流れる電流 $I_f \text{ [A]}$ の式を示せ。

(2) 速度 $v_f \text{ [m/s]}$ の式を示せ。

