物理学入門　期末試験

2019 年 7 月 19 日　　担当：佐藤 純

[解答に至る考え方や途中式を採点する．答えのみでは点を与えない．]

問題 1 地上から角度 θ で斜めに初速度 v_0 で，質量 m の物体を発射する．重力加速度を g とし，質量 m の物体には重力 mg が鉛直下向きに働くとする．空気抵抗の影響は無視する．

このとき，水平到達距離を最大にする発射角度 θ を求めよ．ただし，運動方程式を立ててそれを積分することにより求めよ．公式を導出なしに用いている場合には，途中式として加点しない．

問題 2 地上の高い地点から質量 m のボールを時刻 $t = 0$ にそっと放し，落下させる．重力加速度を g とし，ボールには重力 mg が鉛直下向きに働くとする．

(2-1) 空気抵抗がないとき，時刻 t におけるボールの速度 $v(t)$ を求め，そのグラフを描け．

(2-2) 速度に比例する抵抗力を受けるとき (比例定数を γ とする)，時刻 t におけるボールの速度 $v(t)$ を求め，そのグラフを描け．

(2-3) これらのグラフの違いについて，説明せよ．

問題 3 糸の先におもりをつけ，他端を天井に固定して吊るす．糸を張ったまま斜めにおもりを少し持ち上げ，そっと手を放す．振り子の振り幅が十分小さいとき，振り子の運動は単振動になることを示し，振動の周期を求めよ．

問題 4 3 次元空間内に，2 つの電荷 q と $4q$ が距離 ℓ だけ離れて置かれている．さらに，第三の電荷 q' を置いたら，全ての電荷に働く力が打ち消しあった．電荷 q' と，それを置いた場所を求めよ．

問題 5 z 軸に沿って線密度 ρ の線電荷が，$-\infty < z < \infty$ に一様に分布している．以下の異なる方法で，点 $(a, 0, 0)$ における電場を求めよ．

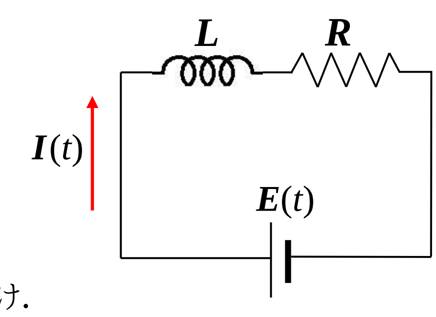
(5-1) 線電荷の微小部分 $z \sim z + \mathrm{d}z$ が点 $(a, 0, 0)$ に作る電場を求め，それを $-\infty < z < \infty$ で重ね合わせることによって，線電荷全体が作る電場を求めよ．

(5-2) ガウスの法則によって直接電場を求めよ．

(5-3) これらの計算方法の相違点，利点について考察せよ．

問題 6 自己インダクタンス L のコイルと抵抗 R を直列につないだ回路に，時刻 t における起電力が $E(t)$ で与えられる電源をつなぐ．

時刻 t にこの回路に流れる電流を図の向きに $I(t)$ とする．最初，電源はオフになっており，$t < 0$ では $E(t) = I(t) = 0$ とする．時刻 $t = 0$ に電源をオンにして起電力 V(=定数) を与えた．



(6-1) $L = 0$ のとき，$I(t)$ のグラフを描け．

(6-2) $L > 0$ のとき，$I(t)$ を求め，そのグラフを描け．

(6-3) これらのグラフの違いについて，説明せよ．