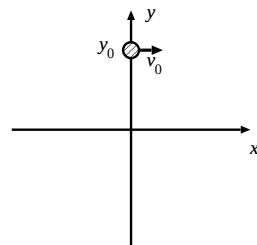


科目名 物理学B(力学)		教官名 福島 孝治	2007年9月3日2時限 試験時間 90分
問題用紙 1枚	解答用紙 両面 1枚	—	持ち込みの有無 筆記用具のみ持ち込み可

以下の問いに答えよ。但し、解答の順序は問わない。

1. xy 平面で力 $\mathbf{F} = -k\mathbf{r}$ を受けて運動する質量 m の質点を考える。ここで、 $\mathbf{r}$ は時刻 t での質点の位置ベクトル $\mathbf{r} = (x(t), y(t))$ であり、 k は正の定数である。質点の初期条件は右図のように、位置ベクトル $\mathbf{r} = (0, y_0)$ 、速度ベクトル $\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = (v_0, 0)$ とする。以下の問いに答えよ。



- (1) 長さの次元を L、時間の次元を T、質量の次元を M としたときに、定数 k の次元を L, T, M を用いて表せ。
- (2) この力 $\mathbf{F}$ の大きさを求めよ。
- (3) この力 $\mathbf{F}$ のポテンシャル $U(x, y)$ を求めよ。
- (4) 質点の運動方程式を求めよ。 xy 平面を運動するので、運動方程式は x 成分と y 成分に分けられることに注意せよ。
- (5) 上記の初期条件のもとで運動方程式を解け。
- (6) 質点の運動の位置の x 成分 $x(t)$ を時間 t の関数としてグラフに示せ。
- (7) 質点の運動の周期を求めよ。
- (8) 質点の運動エネルギーを時間 t の関数として求めよ。
- (9) 質点のポテンシャルエネルギーを時間 t の関数として求めよ。
- (10) 質点の力学的エネルギーを時間 t の関数として求めよ。
- (11) 質点の運動の軌跡を求めよ。
- (12) 質点の角運動量ベクトルを求めよ。

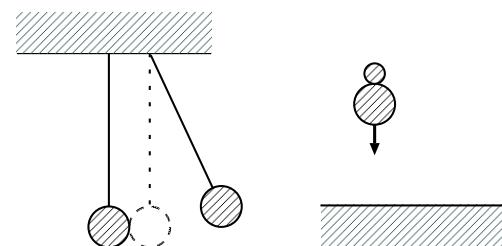
2. 以下の問いに 簡単な理由とともに 答えよ。

- (1) 電車が北向きに走っているときに、その加速度が南向きであることが起きるか?
- (2) ある高さ h の建物の屋上から、鉛直上向きに初速度 v_0 でボールを投げた。次に同じ速度で下向きにボールを投げた。地面に到着するときの速度はどちらが速い?

- (3) 質量 m のある物体が原点を中心に等速円運動している。時刻 t における位置ベクトルは $\mathbf{r}(t) = (a \cos \omega t, a \sin \omega t, 0)$ で表される。 a, ω は正の定数である。この物体の運動量は保存しているか?
- (4) 井戸の中に石を落としたときに、3秒後に水の音が聞こえた。井戸の深さはだいたいどのくらいか?
- (5) テニスでボールを打ち返すときに、打ち返すために必要な力は飛んでくるボールの速度の速い方が必ず大きいのか?
- (6) ある一定の高さの位置から、滑らかな斜面に沿って物体を落下させる。重力が物体にする仕事は斜面の角度を大きくすると、どのように変化するか?
- (7) 2つの物体を衝突させる。最初に一方が静止していたとすると、衝突後に両方が静止することは可能か?
- (8) 回転する円盤の外側から中心に向けてボールを転がしたところ、中心から外れた。どちら側に外れたか?図を用いて答えてよい。
- (9) 地球の自転による遠心力は、東京近郊と赤道付近ではどちらが大きい?
- (10) 猟師がライフル銃を発射するとき、運動量保存則を考えると、弾丸のもつ運動量と同じ大きさで反対方向の運動量が猟師にかかる。猟師は弾丸で打たれるほど危険ではないのか?

3. 次の設問から 1つ を選択して、答えよ。

- (1) 質点に働く力のする仕事は運動エネルギーの増加分に等しいことを示せ。
- (2) 大きさのある物体を質点と近似することの妥当性を論じよ。
- (3) 下図の左のように天井からつるした2つの振り子の一方を持ち上げて、衝突させる。しばらく衝突を繰り返すと2つの振り子はやがて離れずに振動するようになる。この現象を力学の知識により説明せよ。
- (4) 質量の異なる二つのボールを下図の右のように落下させると、上側のボールの質量が軽い時に落下前よりも高く跳ね上がる。この理由を力学の知識により説明せよ。



4. 講義および試験に関して、良かった点、悪かった点等の感想を自由に述べよ。また、講義あるいは自習を通じて、物理学・力学から学んだことを述べよ。