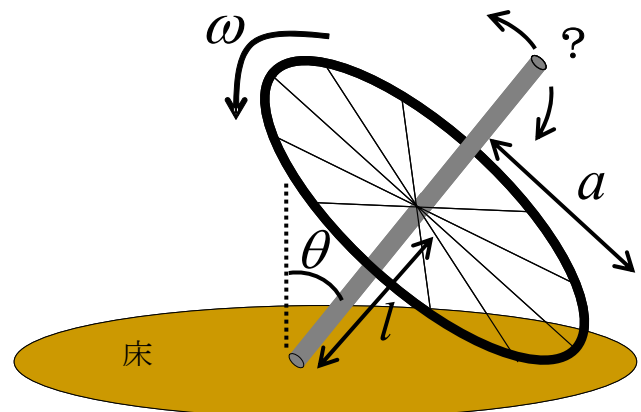
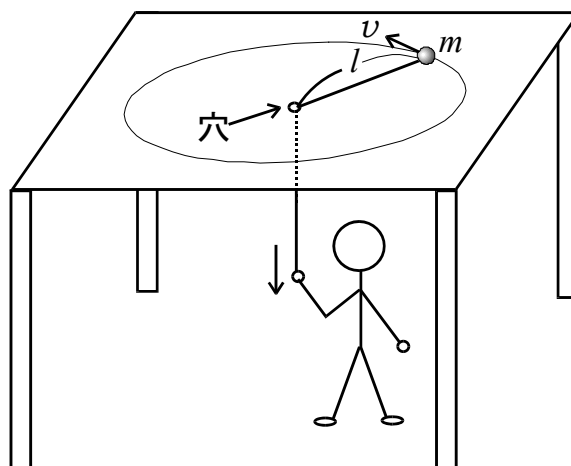


科目名 力学B	教官名 鳥井寿夫	平成 23 年 7 月 30 日 2 限 試験時間 90 分
指定クラス 木曜 2 限	解答用紙 A4 両面 2 枚(冊子)	計算用紙 1 枚
持ち込み不可		

- $f(x) = (1+x)^\alpha$  のマクローリン展開の 1 次までの式を用いて、 $(1.003)^{10}$  および  $\sqrt[3]{1003}$  の近似値を求めよ。
- オイラーの公式を用いて  $\frac{d}{dt} e^{i\omega t} = i\omega e^{i\omega t}$  を証明せよ。
- 水面波の伝わる速さ  $V$  [m/s] は、波の波長に比べて水深が十分浅い場合、水深  $h$  [m] および重力加速度  $g \cong 10 \text{ m/s}^2$  で決まることが知られている。
  - 次元解析により、 $V$  を  $h$  および  $g$  で表わせ（無次元の係数は 1 とせよ）。
  - (1) の結果より、水深 10m の浅瀬における津波の速さを求めよ。
- 半減期が 1 年 ( $\cong 3.15 \times 10^7 \text{ s}$ ) の放射性原子を含む物質の放射能が 1 Bq (1 秒に 1 回の崩壊) であった。このとき物質に含まれている放射性原子の個数を求めよ (ヒント:  $\ln 2 \cong 0.693$ )。
- 速さ 10 m/s で飛んでくる質量 50 g の卵を割らずに手でキャッチするには、最低でもどれだけの時間と距離が必要か? ただし、卵は 5 kg 重の力を加えると割れてしまうとする。
- 自分が知っている共鳴現象の一つ取り上げて、その共鳴の幅を決めている物理過程は何であるか答えよ。また、その共鳴現象の共鳴周波数を大きくするために施せる具体的な方策を考案せよ。
- 自転車の車輪 (半径  $a$ ) をコマとした場合の歳差運動を考える。自転車の車輪の質量はすべて外周部 (rim) に集中していると考え (スポークおよび車軸の質量は無視する)。車輪の質量を  $M$  とする。
  - 車輪の慣性モーメント  $I$  を求めよ。
  - 車輪の中心から床までの距離を  $l$ 、車軸の垂直方向からの傾きを  $\theta$  とする。車輪に働くトルク  $N$  の大きさを求めよ。
  - 車輪は上から見て反時計回りに回転しているとする。このとき、車軸は時計回りと反時計回りのどちらで歳差運動するか? 理由とともに答よ



8. 机の中心に穴を開け、下図のように質量  $m$  の球に糸をつないだ。最初、球は速さ  $v = v_0$  で円運動しており、球と穴との距離  $l$  は糸の下端を下向きの力で引っ張ることによって  $l = l_0$  に保たれていた。この状態から、引っ張る力を徐々に増し、球と穴との距離が  $l = l_0/2$  になるまで糸を引いた。このとき球になした仕事を求めよ。ただし、球と机の間の摩擦と糸と穴の間の摩擦は無視できるものとする。



9. 質量  $m$  の物体に働く地球からの重力のポテンシャルは、地球の中心を座標の原点とすれば、  
 $a \equiv GMm$  ( $G$  は万有引力定数、 $M$  は地球の質量) として

$$U(\mathbf{r}) = -\frac{a}{r} = -\frac{a}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

と表現できる。このポテンシャルより  $\mathbf{F}(\mathbf{r}) = -\nabla U(\mathbf{r})$  を実際に計算することにより、質量  $m$  の物体に働く  $\mathbf{F}(\mathbf{r})$  を求めよ。