

学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_ 得点 \_\_\_\_\_

※重力加速度の大きさを  $g$  とせよ.

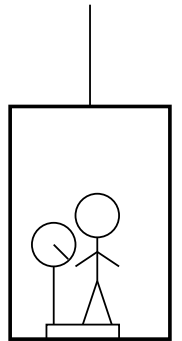
Q1: 以下の空欄を埋めなさい(5×4=20). ※ベクトル量とスカラー量を区別すること.

ニュートンの第一法則が成り立つ系を, 慣性系 (A)と呼ぶ. 加速度運動をする座標系は(A)ではないが, 系の加速度を  $\mathbf{a}$  とするとき, 系にあるすべての質量  $m$  が  $-m\mathbf{a}$  (数式)の力を受けると考えると, ニュートン力学が復活する. 座標系が角速度  $\boldsymbol{\omega}$  で回転しているときは, 系内を速度  $\mathbf{v}$  で運動する物体にのみ  $2m\mathbf{v}' \times \boldsymbol{\omega}$  (数式)という力が働いて見える. この力は コリオリ力 と呼ばれる.

Q2: 地上の体重計で 60.0kg を示す A 氏が, 体重計に乗って上昇するエレベーターに乗っている.

(1) 体重計が 58.0kg を指した. エレベーターは加速中か, 減速中か, 理由とともに述べよ. 「慣性力」というキーワードを使うこと(10).

体重が減少しているということは, 慣性力は上向きである. つまり, 系の加速度は下向きで, エレベーターが上昇していることから, 速度と加速度の向きは反対で, エレベーターは減速している.



(2) エレベーターの加速度の大きさを求めよ. ここでは重力加速度の大きさを  $9.8\text{m/s}^2$  とせよ(10).

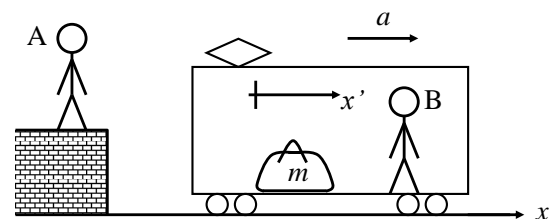
上向き加速度を正と仮定. A 氏にかかる力は, 静止状態で  $-mg = -60\text{N}$ , エレベーターが上昇中は  $-mg + ma = 58\text{N}$  である.  $mg = 60\text{N}$  を代入, から  $a = -0.33\text{m/s}^2$ .

※別解: 体重が 60kg から 58kg になったということは, 重力加速度が  $\frac{58}{60}$  になったということ, 2 の分が系の加速度

で,  $9.8 \times \frac{2}{60} = 0.33\text{m/s}^2$ . 加速度の向きは慣性力の性質から下向き(マイナス)である.

Q3: 加速度運動する列車の, 摩擦のある床に置かれたカバンの運動を考える. 以下の問に答えよ.

(1) 列車が, 静止状態から右向き(+)に加速度  $a$  で運動を始めた. すると, 列車の中の観測者はカバンが左向きに滑るのを観測した. 動摩擦係数が  $\mu$  であるとき, 列車内の座標系  $x'$  で見たカバンの運動方程式を書きなさい(10).

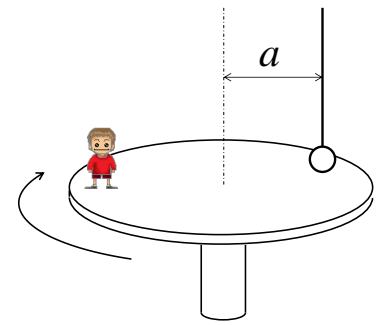


$m \frac{d^2 x'}{dt^2} = \mu mg - ma$  ※カバンに働く摩擦力は右向き(+)である.

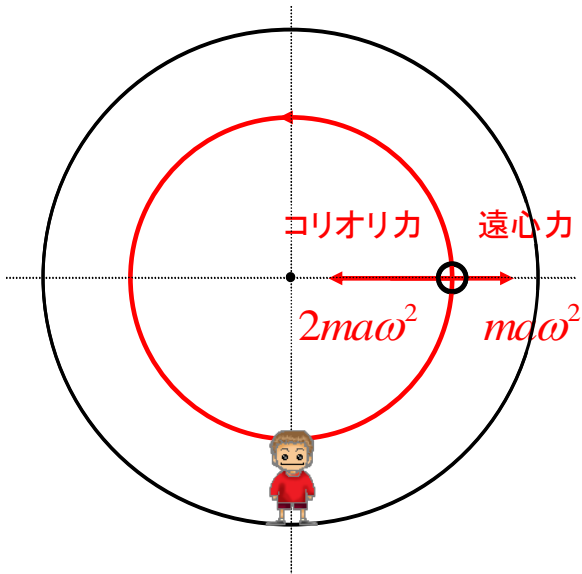
(2) 同じカバンの運動を, 列車外の慣性系  $x$  から見たとき, カバンの運動方程式を書きなさい(10).

$m \frac{d^2 x}{dt^2} = \mu mg$  ※カバンに働く水平方向の力は摩擦力のみであることを注意せよ.

Q4: 右図のように、水平で、角速度 $\omega$ で回転する円形のテーブルがある。天井からボールを吊し、中心からの距離  $a$ 、高さはテーブルの上ギリギリにセットする。ボールの質量を  $m$  として以下の間に答えよ。



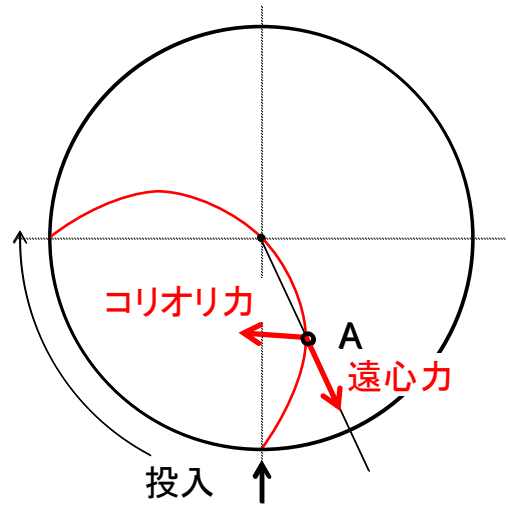
- (1) テーブル上の観測者が見るボールの軌跡を下図に示しなさい。下図では観測者は不動で、ある瞬間のボールの位置が描かれている(10).
- (2) ボールが受けている二つの慣性力、すなわち「遠心力」と「コリオリ力」の大きさをそれぞれ求めなさい(5×2).



力」の大きさをそれぞれ求めなさい(5×2).

遠心力は半径方向外側、 $F_r = m\omega^2$ 、コリオリ力は  $F_c = 2mv'\omega = 2m\omega^2$  で、遠心力のちょうど2倍の大きさ。差し引きで、回転する座標系では「ボールは中心力を受けて回転している」と解釈できる(教科書 p87). 慣性力とは、「非慣性系でもニュートン力学が成り立つように挿入される便宜的な力」ということを意識すること。

Q5: 図のように、水平に置かれ、角速度  $\frac{\pi}{4}$  rad/s で回転する半径  $R$  [m] の円形のテーブルがある。テーブルの外から、中心に向かって水平に速度  $R$  [m/s] でボールを投げ入れた。テーブルとボールの間に摩擦は無いものとして、以下の間に答えよ。



- (1) ボールがテーブルから落ちるまでの、テーブル上の軌跡を図に書き入れなさい(10)。ヒント: ボールは A 点を通過する。ポイントは、ボールがテーブルから落ちるまでにテーブルが  $90^\circ$  回転するという事実と、ボールは慣性系から見れば

直進するので、必ず中央を通過するという点。A 点は中心から  $\frac{R}{2}$  の距離にあるので、ボールが A 点

を通過する瞬間にテーブルは  $\frac{\pi}{8}$  rad 回る。

- (2) ボールが A 点を通過する瞬間に、ボールに働く遠心力とコリオリ力の方向を矢印で図示しなさい。大きさは問わない(10).

右図。遠心力は回転軸から遠ざかる方向、コリオリ力は見かけの速度に垂直だから、軌跡に対して垂直なベクトルである。テーブルに乗った観測者にとって、ボールは左に曲がりつつ減速している。減速の理由は、ボールがテーブルの中心に近づくにつれ、テーブルが回転することによる見かけの速度が減るため。