1/1

慶應義塾大学試験問題用紙（日吉）

試験時間	50 分	分

平成 26 年　5 月　30 日（ 金 ） 4 時限施行		学部　　学科　　年　　組	
担当者名	齊藤、堀田、江藤、高野	学籍番号	
科 目 名	物理学A (一斉)	氏　名	

採 点 欄	※

- 解答用紙に学籍番号、氏名を書くこと。特に学籍番号の数字は記入例に従って丁寧に記すこと。
- 結果を導く過程がわかるように解答すること。計算には問題用紙の裏を用いてよい。

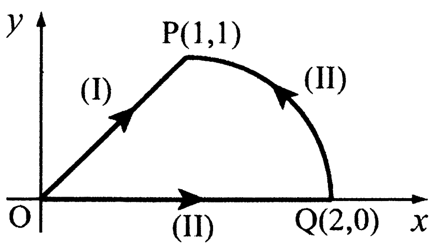
問題 1. 次の各設問に答えなさい。

(1) 3 つのベクトル $\boldsymbol{A} = (1, -2, 0)$, $\boldsymbol{B} = (2, 3, -1)$, $\boldsymbol{C} = (-1, 1, 1)$ に対して、
(a) $\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}$ を計算しなさい。 (b) $(\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}) \cdot \boldsymbol{C}$ を計算しなさい。 (c) $\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}$ を2辺とする平行四辺形Sの面積を求めなさい。(d) ベクトル $\boldsymbol{C}$ から平行四辺形Sに下ろした垂線の長さを求めなさい。

(2) 3 次元でポテンシャル $U(x, y, z) = 2x^2 + 3xy + z^2 + 2$ が与えられたとき、力の場 $\boldsymbol{F}$ を計算しなさい。

問題 2. 2 次元の力の場 $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r}) = F_x(\boldsymbol{r})\boldsymbol{i} + F_y(\boldsymbol{r})\boldsymbol{j} = (Ay + 2)\boldsymbol{i} + (-x + 1)\boldsymbol{j}$ を考える。ただし A は定数である。

(1) この力のもとで、図に示す 2 つの経路 (I) および (II) に沿って、点 $(0, 0)$ から点 $\mathrm{P}(1, 1)$ まで物体を動かす。経路 (I) は線分 OP であり、経路 (II) は $(0, 0)$ と $\mathrm{Q}(2, 0)$ を結ぶ線分と中心 $(1, 0)$, 半径 1 の円周の一部から成る。このときの $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})$ のする仕事 $W_{(\mathrm{I})}$, $W_{(\mathrm{II})}$ をそれぞれ求めなさい。



(2) 2 次元の力の場が保存力であるための一般的な条件を、F_x, F_y を用いた式で書きなさい。

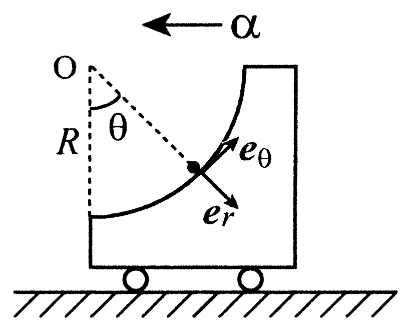
(3) この問題の力 $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})$ が保存力となるように、A の値を求めなさい。

(4) **(3)** の場合、ポテンシャル $U(x, y)$ を求めなさい。ただし、$U(0, 0) = 0$ とする。

問題 3. 微分方程式 $\dot{x} = -3xt$ について、(a) 一般解を求めなさい。(2) $t = 0$ で $x = x_0$ という初期条件を満たす解を求めなさい。(3) $x_0 > 0$ のとき、x の時間依存性のグラフの概略を描きなさい。

問題 4. 半径 R の四分円の形をした滑らかな曲面が台車に固定され、その曲面に沿って質量 m の質点が鉛直面内を運動する。台車は図の矢印の向きに一定の加速度 α $(\alpha > 0)$ で動いている。以下では台車とともに動く座標系で、質点の運動を考える。重力加速度の大きさを g とし、垂直抗力の大きさを N とおく。

(1) 極座標表示 (θ は鉛直下方からの角度) を考え、r 方向、θ 方向の単位ベクトルをそれぞれ $\boldsymbol{e}_r$, $\boldsymbol{e}_\theta$ とする。位置ベクトル $\boldsymbol{r} = R\boldsymbol{e}_r$ を時間で微分することにより、速度ベクトル $\dot{\boldsymbol{r}}$, および加速度ベクトル $\ddot{\boldsymbol{r}}$ を $\boldsymbol{e}_r$, $\boldsymbol{e}_\theta$ を用いて表しなさい。ただし、$\dot{\boldsymbol{e}}_r = \dot{\theta}\boldsymbol{e}_\theta$, $\dot{\boldsymbol{e}}_\theta = -\dot{\theta}\boldsymbol{e}_r$ を用いてよい。



(2) 質点にはたらく慣性力を $\boldsymbol{e}_r$, $\boldsymbol{e}_\theta$ を用いて表しなさい。

(3) r 方向、θ 方向の運動方程式をそれぞれ書きなさい。

(4) θ 方向の運動方程式の両辺に $\dot{\theta}$ を乗じ、時間で積分 (エネルギー積分) することにより、$\dot{\theta}^2$ に対する一般解を求めなさい。

<u>以下では $\alpha = g$ とする。</u>公式 $\sin\theta - \cos\theta = \sqrt{2}\sin(\theta - \pi/4)$, $\sin\theta + \cos\theta = \sqrt{2}\cos(\theta - \pi/4)$ を用いてよい。

(5) 質点を $\theta = 5\pi/12$ で静かに離したとき、設問 (4) の積分定数を求めなさい。このときの質点の可動領域を θ の範囲で表しなさい。また、質点の速さが最大になるときの θ の値 θ_1 を求めなさい。

(6) θ が θ_1 のまわりを微小振動するとき、その周期を求めなさい。