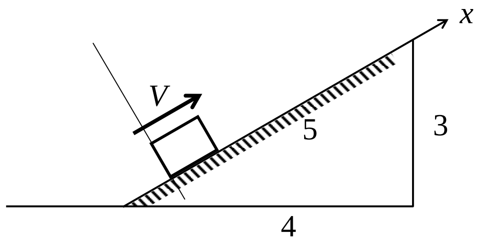
学籍番号　氏名　得点

Q1: 位置ベクトル $\boldsymbol{r}=(1,2,-1)$ にあり，質量 2，速度ベクトル $\boldsymbol{v}=(-2,3,2)$ を持つ質点がある．以下の問いに答えよ．

(1) 質点の角運動量ベクトル $\boldsymbol{L}$ は $\boldsymbol{L}=\boldsymbol{r}\times m\boldsymbol{v}$ と定義される物理量である．角運動量を求めよ(10).

(2) この物体は，原点から遠ざかっているか，近づいているか，根拠を示して述べよ(10).

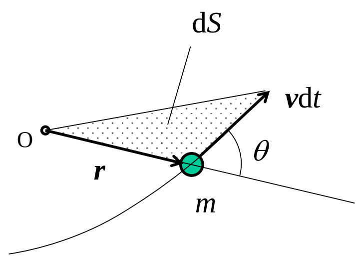
Q2:図のように, 斜面上を上向きに滑る質量 $m$ の物体がある．斜面の形は 3: 4: 5 の直角三角形で，斜面と物体の間の動摩擦係数は 1/2 である．重力加速度の大きさを $g$ とする．




(1) 斜面上方に $x$ 軸をとり，運動方程式を立てなさい(10).

(2) 時刻ゼロで物体は $x$=0 におり，速度 $V$ であった．物体は斜面上をどこまで登ることができるか答えよ(10).

Q3: ニュートンは，ケプラーの第 2 法則「惑星の軌道が一定時間に掃く面積は一定」(面積速度一定の法則)から，「惑星に働く力が中心力である」ことを見抜いた．以下の問に答えよ．ここで，面積速度一定の法則は，数式では $rv_\theta$=const.と書き換えられる．




(1) 極座標の運動方程式は，成分ごとに書き下せば

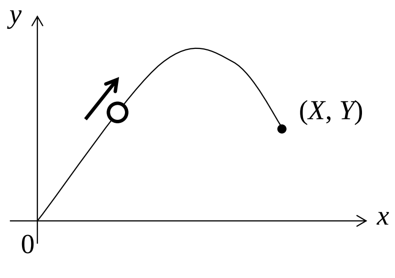
$$r:\ m\left\{\frac{\mathrm{d}^2 r}{\mathrm{d}t^2}-r\left(\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\right)^2\right\}=F_r \qquad \theta:\ m\left(2\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}+r\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2}\right)=F_\theta$$

である．$\theta$ 成分に注目する．はじめに，$r^2\dfrac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$ を時間で 1 階微分せよ(10).

(2) (1)の結果を用い，$\theta$ 成分の運動方程式を $r^2\dfrac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$ を使い書き換えよ(10).

(3) 惑星に働く力が中心力であることを示しなさい(10).

Q4: 図の様に，原点(0, 0)と点($X$, $Y$)を通る放物運動を実現したい．以下の問に答えよ．重力加速度の大きさを $g$ とする．




(1) 物体は時刻ゼロで原点から投げ上げられる．いま，仮に物体が時刻 $T$ で点($X$, $Y$)を通過したとする．初速度の $x$ 成分，$y$ 成分に課せられる条件を，$T$ を使い示しなさい(10×2=20).

(2) 初速度の $x$ 成分を $V$ と決めた．初速度の $y$ 成分を求めよ．$T$ を使わず解答すること(10).