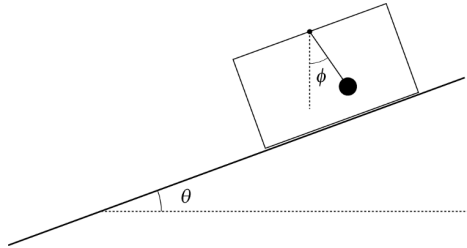


第 1 問 次の問 1～13 に答えなさい。

問 1 図のように、水平となす角 θ の十分長いなめらかな斜面がある。箱内に天井からおもりを糸で吊るして斜面上に置き、手で支えた。静かに手を離すと箱は斜面上を下降した。十分時間が経ったのち、鉛直と糸のなす角 ϕ はどうなるか。最も適当なものを、下の①～④の中から 1 つ選びなさい。

1



- ① $\phi = 0$ ② $0 < \phi < \theta$ ③ $\phi = \theta$ ④ $\theta < \phi$

問 2 図 A のように、断面積 S_1 と S_2 の円筒容器が底面でつながった U 字管に水（密度 ρ ）を入れ、水平な床の上に置いたところ、2 つの水面は同じ高さ h になった。左の管に滑らかに動く質量 m の円板ピストンを入れたところ、左右の水位の差は d となった（図 B）。質量 m はいくらか。最も適当なものを、下の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。

2

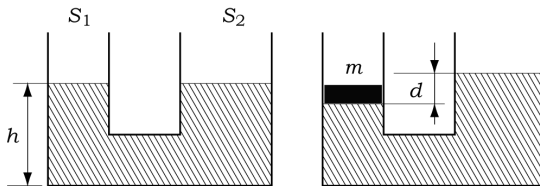


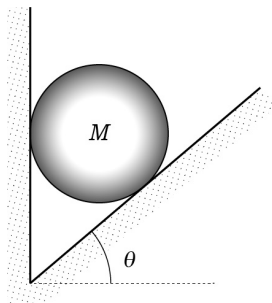
図 A

図 B

- ① $\rho S_1 d$ ② $\rho S_2 d$ ③ $\rho(S_2 - S_1)d$ ④ $\rho S_1 \left(\frac{h+d}{2}\right)$ ⑤ $\rho S_2 \left(\frac{h-d}{2}\right)$

問 3 図のように、質量 M の球体が、鉛直な壁と水平とのなす角 θ の斜面に挟まれていて静止している。このとき、この球体が鉛直な壁に及ぼす力の大きさはいくらか。最も適当なものを、下の①～⑦の中から1つ選びなさい。ただし、壁と斜面はなめらかである。重力加速度の大きさを g とする。

3

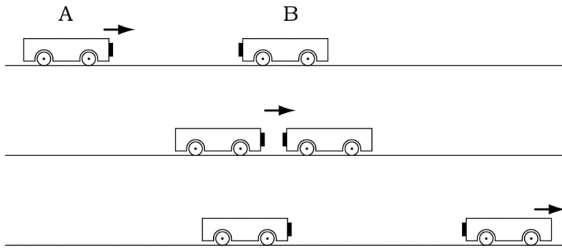


- ① Mg ② $Mg \sin \theta$ ③ $Mg \cos \theta$ ④ $Mg \tan \theta$
 ⑤ $\frac{Mg}{\sin \theta}$ ⑥ $\frac{Mg}{\cos \theta}$ ⑦ $\frac{Mg}{\tan \theta}$

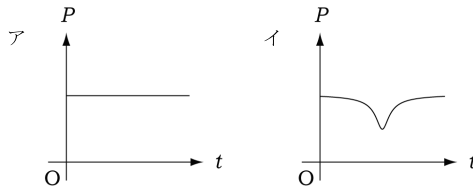
問4 質量の等しい台車A、Bに、互いに反発するように磁石を取り付けた。図のように、なめらかな水平面上でAを静止しているBの方向に押しつけて手を離した。AはBに近づき、その後Aは静止し、Bは遠ざかった。

台車Aと台車Bの運動量の和の大きさを P とし、台車Aと台車Bの運動エネルギーの和を E とする。AがBに近づいてから、Bが遠ざかるまでの P と E の変化を測定した。グラフの縦軸は P または E で、横軸は時刻である。グラフの組み合わせのうち、最も適当なものを、下の①～⑥の中から1つ選びなさい。

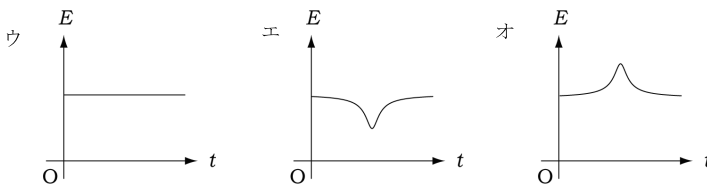
4



P のグラフ



E のグラフ



	①	②	③	④	⑤	⑥
P のグラフ	ア	ア	ア	イ	イ	イ
E のグラフ	ウ	エ	オ	ウ	エ	オ

正解と解説

第 1 問

問 1

正解 ③ $\phi = \theta$ (正答率 49%)

解説 なめらかな斜面を下降する物体の斜面に沿った方向の加速度は $g \sin \theta$ である。おもりがこの加速度で加速運動するには、おもりの質量を m として糸から受ける張力の斜面に沿った方向の成分が $mg \sin \theta$ でなければならない。したがって、鉛直と糸のなす角は θ に等しい。正解は③である。あるいは、箱内の観測者が感じる加速度は斜面に沿った方向は 0 なので、見かけの重力加速度は大きさ $g \cos \theta$ で斜面に垂直下向と考えることもできる。

摩擦や空気抵抗を無視できない場合は、斜面に沿った方向の加速度は $g \sin \theta$ より小さくなるので、 ϕ は θ より小さな値になる。

問 2

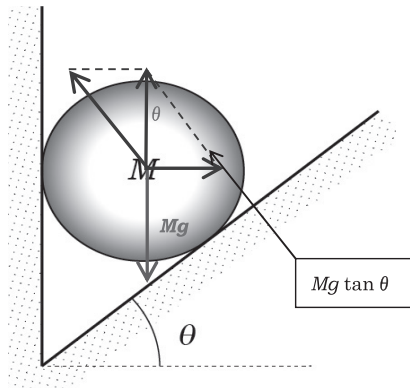
正解 ① $\rho S_1 d$ (正答率 25%)

解説 ピストン下面の水圧は大気圧より $\rho g d$ だけ高い。ピストンのつり合いから、 $mg = \rho g d S_1$ である。したがって、ピストンの質量 $m = \rho d S_1$ であり、正解は①である。

問 3

正解 ④ $Mg \tan \theta$ (正答率 49%)

解説 球体には、重力 Mg がはたらいている。球体が静止しているので、これにつり合うためには、上向きに Mg の力が必要である。この力を、斜面と壁からの垂直抗力が担っている。作図をすれば、この関係がよくわかる。正解は④である。



問 4

正解 ② (正答率 30%)

解説 台車 A と B が互いに及ぼしあう力だけで，台車 A と B の運動がきまるとすると，それぞれの運動方程式から A と B の運動量の変化量が相殺するので，運動量の和は常に保存されるので，グラフはアとなる。一方、A と B がお互いに反発する力に逆らって接近するので仕事が必要となり，その分 A と B の運動エネルギーの和の一部は，磁力の位置エネルギーに変化するので，運動エネルギーの和は減少する。A と B が離れると磁力の位置エネルギーが運動エネルギーに変換されるので，グラフはエとなる。したがって正解はアとエの組み合わせで②である。ちなみにその仕事は A と B の間の位置エネルギーに変換される場合は，その位置エネルギーのすべてが運動エネルギーに戻されれば，A と B の運動エネルギーの和は衝突の前後で保存される。