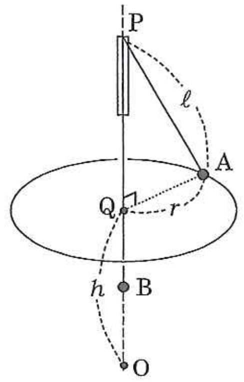
平成24年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（物 理）

次の $\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$ の問題に答えなさい。設問の解答は解答群より１つ選びなさい。〔解答番号 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{32}$ 〕

$\boxed{1}$

水平面上の点Oを通る鉛直線上に設置した太さを無視できる細いガラス管に，伸び縮みしない細くて軽い糸を通し，その両端にそれぞれ質量 M の小球Aと質量 m の小球Bを取り付ける。次に，小球Aを図のように水平面と平行な面内で等速円運動させたところ，小球Bは鉛直線上で静止した状態になった。ガラス管の上端をP，円運動の中心をQ，AP $=\ell$，QO $=h$，円運動の半径 AQ $=r$，重力加速度の大きさを g として，$\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$ に入る最も適切な数式または数値を選びなさい。ただし，糸とガラス管との間の摩擦力や空気抵抗は無視できるものとする。



（1）小球Aの受ける円運動の向心力の大きさは，$Mg \times \boxed{1}$ である。

$\boxed{1}$ の解答群

① $\dfrac{\ell}{r}$　② $\dfrac{r}{\ell}$　③ $\dfrac{\sqrt{\ell^2+r^2}}{\ell}$　④ $\dfrac{\sqrt{\ell^2-r^2}}{\ell}$　⑤ $\dfrac{\sqrt{\ell^2+r^2}}{r}$　⑥ $\dfrac{\sqrt{\ell^2-r^2}}{r}$

⑦ $\dfrac{\ell}{\sqrt{\ell^2+r^2}}$　⑧ $\dfrac{\ell}{\sqrt{\ell^2-r^2}}$　⑨ $\dfrac{r}{\sqrt{\ell^2+r^2}}$　⑩ $\dfrac{r}{\sqrt{\ell^2-r^2}}$

（2）小球Aが30回転する時間を測定したら24.0秒で，このとき $\ell=64$ cm であった。重力加速度の大きさを 9.8 m/s²，$\pi = 3.14$ とすると，小球Bと小球Aの質量比 $\dfrac{m}{M} = \boxed{2}$ となる。

$\boxed{2}$ の解答群

① 0.50　② 0.74　③ 1.1　④ 1.6　⑤ 2.1　⑥ 2.7　⑦ 3.2　⑧ 3.7　⑨ 4.0　⑩ 4.8

（3）小球Aが速さ v で円運動を続けている最中に突然糸が切れて，小球AはOを含む水平面上に落下した。v および先に定義した ℓ，r，h，g のうち必要なものを用いて表すと，水平面上の落下地点とOの間の距離は $\boxed{3}$ であり，水平面に達したときの小球Aの速さは $\boxed{4}$ である。

$\boxed{3}$ の解答群

① $r+\sqrt{\dfrac{v^2h}{g}}$　② $r+\sqrt{\dfrac{2v^2h}{g}}$　③ $r+\sqrt{\dfrac{(vh)^2}{g(\ell^2+r^2)}}$　④ $r+\sqrt{\dfrac{2(vh)^2}{g(\ell^2+r^2)}}$

⑤ $\sqrt{r^2+\dfrac{v^2h}{g}}$　⑥ $\sqrt{r^2+\dfrac{2v^2h}{g}}$　⑦ $\sqrt{r^2+\dfrac{(vh)^2}{g(\ell^2+r^2)}}$　⑧ $\sqrt{r^2+\dfrac{2(vh)^2}{g(\ell^2+r^2)}}$

$\boxed{4}$ の解答群

① $\sqrt{gh}$　② $\sqrt{2gh}$　③ $2\sqrt{gh}$　④ $v+\sqrt{gh}$　⑤ $v+\sqrt{2gh}$

⑥ $v+2\sqrt{gh}$　⑦ $\sqrt{v^2+gh}$　⑧ $\sqrt{v^2+2gh}$　⑨ $\sqrt{v^2+4gh}$

平成24年度金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（物理）

2　図1のグラフは豆電球PとQに加わる電圧と流れる電流の関係を示している。このグラフを用いて，$\boxed{5}$ ～ $\boxed{12}$ に入る最も適切な数値を選びなさい。ただし，電池の内部抵抗は無視できるものとする。

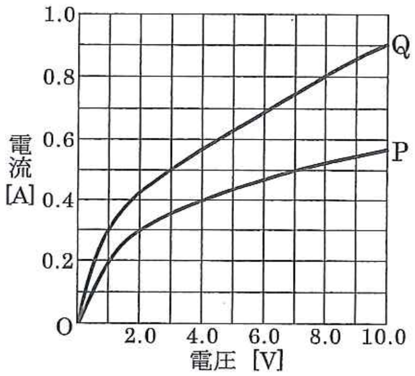


図1

（1）起電力 5.0 V の電池 E_1，抵抗値 10.0 Ω の抵抗 R_1 および1個のPを図2のようにつないだとき，Pを流れる電流は $\boxed{5}$ Aであり，R_1 における電圧降下は $\boxed{6}$ Vである。

（2）起電力 5.0 V の電池 E_2，抵抗値 10.0 Ω の抵抗 R_2 および2個のQを図3のようにつないだとき，Qを流れる電流は $\boxed{7}$ Aである。

（3）起電力 10.0 V の電池 E_3，抵抗値 30.0 Ω の抵抗 R_3，1個のPおよび1個のQを図4のようにつないだとき，Pを流れる電流は $\boxed{8}$ Aであり，Pの抵抗値は $\boxed{9}$ Ωである。

（4）起電力 16.0 V の電池 E_4，抵抗値 20.0 Ω の2個の抵抗 R_4 と R_5 および1個のPを図5のようにつないだとき，Pを流れる電流は $\boxed{10}$ Aであり，Pの抵抗値は $\boxed{11}$ Ωである。また，このとき，R_5 を流れる電流は $\boxed{12}$ Aである。

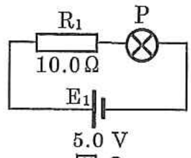


図2

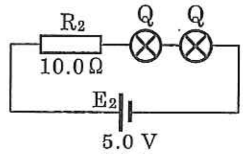


図3

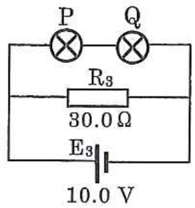


図4

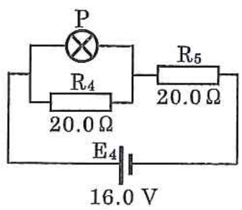


図5

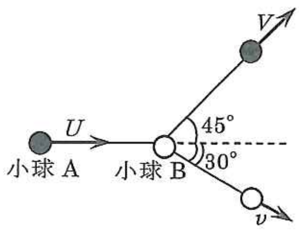
$\boxed{5}$，$\boxed{7}$，$\boxed{8}$，$\boxed{10}$，$\boxed{12}$ の解答群

① 0.1　② 0.2　③ 0.3　④ 0.4　⑤ 0.5
⑥ 0.6　⑦ 0.7　⑧ 0.8　⑨ 0.9　⑩ 1.0

$\boxed{6}$，$\boxed{9}$，$\boxed{11}$ の解答群

① 2.0　② 3.0　③ 4.0　④ 5.0　⑤ 6.0
⑥ 8.0　⑦ 10.0　⑧ 12.0　⑨ 14.0　⑩ 16.0

3　なめらかな水平面上に静止している質量 m の小球Bに，質量 M の小球Aを速さ U で弾性衝突させたところ，Aは衝突前の運動方向から左へ 45° の向きに速さ V で進み，Bは右へ 30° の向きに速さ v で進んだ。外力は一切作用せず，また小球は回転しないものとして，$\boxed{13}$ ～ $\boxed{19}$ に入る最も適切な数値を選びなさい。



運動量保存の法則より，

$$2MU = \boxed{13}\,MV + \boxed{14}\,mv$$

$$0 = \boxed{15}\,MV - mv$$

弾性衝突なので，力学的エネルギーが保存され，次式が成り立つ。

$$\frac{1}{2}MU^2 = \frac{1}{2}MV^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

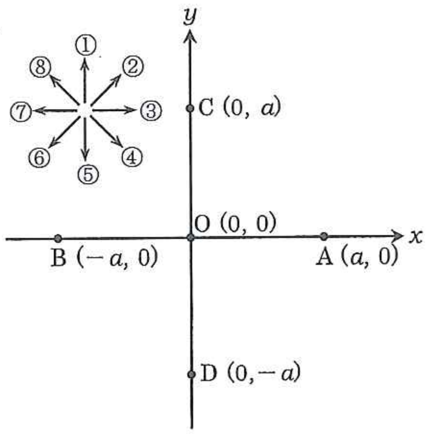
以上の式より，

$$\frac{M}{m} = \frac{\boxed{16}}{\boxed{17}} \text{ であり，} \frac{V}{v} = \frac{\boxed{18}}{\boxed{19}} \text{ である。}$$

$\boxed{13}$ ～ $\boxed{19}$ の解答群

① 1　② 2　③ 3　④ $\sqrt{2}$　⑤ $\sqrt{3}$　⑥ $(1+\sqrt{2})$　⑦ $(1+2\sqrt{2})$　⑧ $(1+\sqrt{3})$　⑨ $(1+2\sqrt{3})$

4 真空中において，図のように，なめらかで水平な xy 平面上で電荷の実験を行うものとする。次の $\boxed{20}$ ～ $\boxed{32}$ に入る最も適切な式を選びなさい。ただし，電場の向き（$\boxed{21}$，$\boxed{23}$，$\boxed{28}$，$\boxed{30}$）については右図の①～⑧の中から正しい向きを選びなさい。①が y 軸の正の向きで，以下時計回りに 45° ごとに番号がつけてある。クーロンの法則の比例定数を k とし，電位の基準点を無限遠とする。また，$a>0$，$Q>0$，$q>0$ とする。



（1）x 軸上の点 A$(a, 0)$ に電気量 Q の点電荷を，点 B$(-a, 0)$ に電気量 $-Q$ の点電荷を固定する。このとき，y 軸上の点 C $(0, a)$ における電場の大きさは $kQ\times$ $\boxed{20}$ で，その向きは $\boxed{21}$ である。

x 軸上の $x>a$ の領域では電場の大きさは $kQ\times$ $\boxed{22}$ で，その向きは $\boxed{23}$ である。また，同じく x 軸上の $x>a$ の領域での電位は $kQ\times$ $\boxed{24}$ である。

ここで，x 軸上の正方向の無限遠点に置かれた質量 m，電気量 q の点電荷 P を x 軸に沿って点$(2a,\ 0)$まで動かす。このとき，外力がする仕事は $kQq\times$ $\boxed{25}$ である。次いで，点電荷 P を静かに放すと，P は x 軸上を正の方向に動き出す。そして，無限遠での P の速さは $\sqrt{kQq\times \boxed{26}}$ となる。

次に，点 A と点 B の点電荷はそのままにして点電荷 P だけを取り除き，点 C に電気量 $-2\sqrt{2}\,Q$ の点電荷を固定すると，y 軸上の点 D$(0,\ -a)$ における電場の大きさは $kQ\times$ $\boxed{27}$ で，その向きは $\boxed{28}$ である。

（2）今度は，点 A と点 B の両方に電気量 Q の点電荷を固定する。このとき，点 C における電場の大きさは $kQ\times$ $\boxed{29}$ で，その向きは $\boxed{30}$ である。また，点 C における電位は $kQ\times$ $\boxed{31}$ である。

ここで，質量 m，電気量 $-q$ の点電荷 R を点 C に置き，静かに放すと，R は原点に向かって y 軸上を動き始め，原点での速さは $\sqrt{kQq\times \boxed{32}}$ となる。

$\boxed{20}$，$\boxed{27}$，$\boxed{29}$，$\boxed{31}$ の解答群

① $\dfrac{1}{a^2}$　② $\dfrac{2}{a^2}$　③ $\dfrac{\sqrt{2}}{a^2}$　④ $\dfrac{\sqrt{2}}{2a^2}$　⑤ $\dfrac{1}{2a^2}$　⑥ $\dfrac{1}{a}$　⑦ $\dfrac{2}{a}$　⑧ $\dfrac{\sqrt{2}}{a}$　⑨ $\dfrac{\sqrt{2}}{2a}$　⑩ $\dfrac{1}{2a}$

$\boxed{22}$，$\boxed{24}$ の解答群

① $\dfrac{x^2}{x^2-a^2}$　② $\dfrac{a^2}{x^2-a^2}$　③ $\dfrac{2x}{x^2-a^2}$　④ $\dfrac{2a}{x^2-a^2}$　⑤ $\dfrac{1}{x^2-a^2}$

⑥ $\dfrac{2(x^2+a^2)}{(x-a)^2(x+a)^2}$　⑦ $\dfrac{x^2}{(x-a)^2(x+a)^2}$　⑧ $\dfrac{a^2}{(x-a)^2(x+a)^2}$　⑨ $\dfrac{4ax}{(x-a)^2(x+a)^2}$　⑩ $\dfrac{1}{(x-a)^2(x+a)^2}$

$\boxed{25}$ の解答群

① $\dfrac{1}{4a}$　② $\dfrac{1}{3a}$　③ $\dfrac{1}{2a}$　④ $\dfrac{2}{3a}$　⑤ $\dfrac{3}{4a}$　⑥ $\dfrac{1}{a}$　⑦ $\dfrac{4}{3a}$　⑧ $\dfrac{3}{2a}$　⑨ $\dfrac{2}{a}$　⑩ $\dfrac{3}{a}$

$\boxed{26}$ の解答群

① $\dfrac{3ma}{2}$　② $\dfrac{3ma}{4}$　③ $\dfrac{2m}{3a}$　④ $\dfrac{4m}{3a}$　⑤ $\dfrac{3a}{2m}$　⑥ $\dfrac{3a}{4m}$　⑦ $\dfrac{2a}{3m}$　⑧ $\dfrac{4a}{3m}$　⑨ $\dfrac{2}{3ma}$　⑩ $\dfrac{4}{3ma}$

$\boxed{32}$ の解答群

① $\dfrac{4-2\sqrt{2}}{ma}$　② $\dfrac{ma}{4-2\sqrt{2}}$　③ $\dfrac{(4-2\sqrt{2})m}{a}$　④ $\dfrac{a}{(4-2\sqrt{2})m}$　⑤ $\dfrac{(4-2\sqrt{2})a}{m}$

⑥ $\dfrac{2\sqrt{2}}{ma}$　⑦ $\dfrac{ma}{2\sqrt{2}}$　⑧ $\dfrac{2\sqrt{2}\,m}{a}$　⑨ $\dfrac{a}{2\sqrt{2}\,m}$　⑩ $\dfrac{2\sqrt{2}\,a}{m}$