

物 理

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。
2. 分数形で解答する場合は既約分数(それ以上約分できない分数)で答えること。

1 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

[1] 水平であらい回転台に置かれた質量 m の小物体 A が、点 O を中心に回転台とともに半径 l の等速円運動をしている。回転台の角速度 ω を徐々に大きくしたところ、ある角速度で A は回転台をすべりだした。A が回転台をすべりだす直前の角速度を ω_1 とする。また、回転台と A との間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。ただし、 $0 < \mu < 1$ であり、A の大きさや空気の抵抗は無視できるものとする。

図1に示すように、点 O と A を長さ l の軽くて伸びない糸で結んだ。ただし、この糸は mg の力をかけるとちょうど切れる強さであり、回転台が静止しているときは糸の張力は 0 であるとする。回転台の角速度 ω を徐々に大きくしたところ、ある角速度で糸が切れ A は回転台をすべりだした。糸が切れ回転台をすべりだす直前の角速度を ω_1 とする。ただし、糸の質量や糸と回転台との摩擦は無視できるものとする。

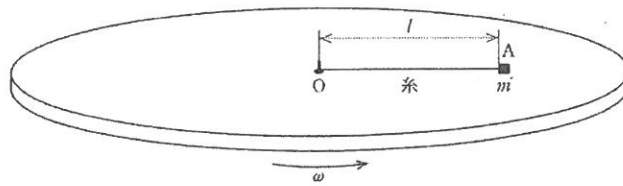


図1

問1 角速度 ω が $0 < \omega < \omega_1$ のとき、回転台から A にはたらく摩擦力の大きさは であり、A にはたらく向心力の大きさは である。ただし、糸の張力は、このとき 0 のままであるとする。

, に入る数値または式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 0 ② $\frac{1}{2} mg$ ③ mg ④ $\frac{1}{2} \mu mg$ ⑤ μmg
 ⑥ $ml\omega$ ⑦ $ml\omega^2$ ⑧ $\mu ml\omega$ ⑨ $\mu ml\omega^2$

問2 角速度 ω_1 は である。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① $\sqrt{\frac{g}{l}}$ ② $\sqrt{\frac{g}{2l}}$ ③ $\sqrt{\frac{\mu g}{l}}$ ④ $\sqrt{\frac{(1-\mu)g}{2l}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{(1-\mu)g}{l}}$
 ⑥ $\sqrt{\frac{(2-\mu)g}{l}}$ ⑦ $\sqrt{\frac{(1+\mu)g}{2l}}$ ⑧ $\sqrt{\frac{(1+\mu)g}{l}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{(2+\mu)g}{l}}$

次に、図2に示すように、自然長 l_0 のばねの一端を点Oに固定し、他端にAをつけ回転台に置いた。このばねはAを鉛直方向につるすと l の長さに伸びるものとする。ただし、ばねの質量やばねと回転台との摩擦力は無視できるものとする。

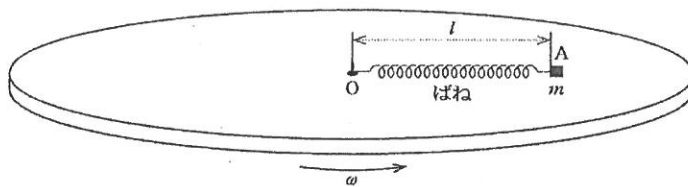


図2

問3 ばねの長さが l のとき、Aが回転台をすべらないための角速度 ω の最小値は であり、最大値は である。

, に入る式として最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① $\sqrt{\frac{g}{l}}$ ② $\sqrt{\frac{\mu g}{l}}$ ③ $\sqrt{\frac{2\mu g}{l}}$ ④ $\sqrt{\frac{(1-\mu)g}{l}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{(2-\mu)g}{l}}$
 ⑥ $\sqrt{\frac{(1-2\mu)g}{l}}$ ⑦ $\sqrt{\frac{(1+\mu)g}{l}}$ ⑧ $\sqrt{\frac{(2+\mu)g}{l}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{(1+2\mu)g}{l}}$

[2] 図3に示すように、水平な回転台の中心点Oから距離 l の回転台上の点Pに軽くて丈夫な支持棒PQ(長さ l 以上)を鉛直に固定した。支持棒の上端Qに、自然長 l_0 のばねの一端を角度が自由に変化できるように取り付け、他端に質量 m の小物体Aを下げた。回転台の角速度を徐々に大きくしていき、ある角速度 ω (=一定)になったとき、ばねの長さは L 、鉛直からの角度は θ となった。ただし、このばねはAを鉛直に2個つるすと l の長さには伸びるものとする。また、Aの大きさやばねの質量および空気の抵抗は無視できるものとし、角速度が一定のときAは等速円運動するものとする。重力加速度の大きさを g とする。

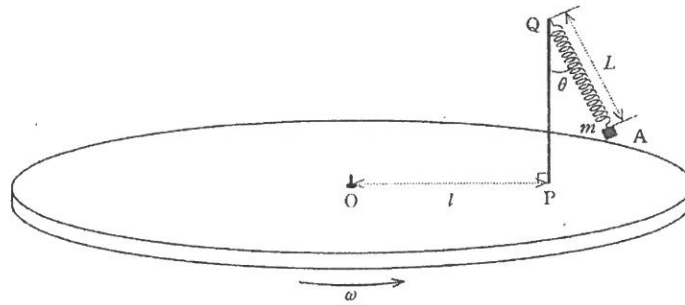


図3

問4 角速度 ω (=一定)のとき、ばねの弾性力の大きさは であり、Aにはたらく遠心力の大きさは である。

(1) に入る式として最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{mg}{l-l_0}$ ② $\frac{mLg}{l-l_0}$ ③ $\frac{m(L-l_0)g}{l-l_0}$ ④ $\frac{m(l-l_0)g}{L-l_0}$ ⑤ $\frac{2mg}{l-l_0}$
 ⑥ $\frac{2mLg}{l-l_0}$ ⑦ $\frac{2m(L-l_0)g}{l-l_0}$ ⑧ $\frac{2m(l-l_0)g}{L-l_0}$ ⑨ $\frac{2m(L-l_0)g}{L-l}$

(2) に入る式として最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。

- ① $m(l+L)\omega^2$ ② $m(l+L\sin\theta)\omega^2$ ③ $m(l+L\cos\theta)\omega^2$
 ④ $m(L+l\sin\theta)\omega^2$ ⑤ $m(L+l\cos\theta)\omega^2$ ⑥ $m\omega^2 + \frac{m(L-l_0)g}{l-l_0} \sin\theta$
 ⑦ $m\omega^2 + \frac{2m(L-l_0)g}{l-l_0} \sin\theta$ ⑧ $m\omega^2 + \frac{m(l-l_0)g}{L-l_0} \sin\theta$ ⑨ $m\omega^2 + \frac{2m(l-l_0)g}{L-l_0} \sin\theta$

問 5 角速度 ω (=一定) は である。

に入る式として最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。

- | | | |
|---|--|--|
| ① $\sqrt{\frac{gl}{(l+L)(l-l_0)}}$ | ② $\sqrt{\frac{g(L-l_0)}{(l+L\sin\theta)(l-l_0)}}$ | ③ $\sqrt{\frac{g(L-l_0)\sin\theta}{(l+L\sin\theta)(l-l_0)}}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{2g(L-l_0)\sin\theta}{(l+L\sin\theta)(l-l_0)}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{g(l-l_0)\sin\theta}{(l+L\sin\theta)(L-l_0)}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{g(l-l_0)\sin\theta}{l(L-l_0)}}$ |
| ⑦ $\sqrt{\frac{g(L-l_0)\sin\theta}{l(l-l_0)}}$ | ⑧ $\sqrt{\frac{2g\sin\theta}{(L+l\sin\theta)}}$ | ⑨ $\frac{(l-l_0)}{(L-l_0)}\sqrt{\frac{2g\sin\theta}{l}}$ |

問 6 角速度が ω_3 のときに $L=l$ となった。このときの角度 θ_3 の値は であり、 ω_3 の値は である。

(1) に入る最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 15° | ② 30° | ③ 35° | ④ 40° | ⑤ 45° |
| ⑥ 50° | ⑦ 55° | ⑧ 60° | ⑨ 65° | |

(2) に入る式として最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。

- | | | |
|--------------------------------------|--|--|
| ① $\sqrt{\frac{g}{3l}}$ | ② $\sqrt{\frac{\sqrt{3}(2-\sqrt{3})g}{l}}$ | ③ $\sqrt{\frac{\sqrt{3}(2+\sqrt{3})g}{l}}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{2(2-\sqrt{3})g}{l}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{2g}{3l}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{\sqrt{3}g}{2l}}$ |
| ⑦ $\sqrt{\frac{2(2\sqrt{3}-3)g}{l}}$ | ⑧ $\sqrt{\frac{g}{l}}$ | ⑨ $\sqrt{\frac{\sqrt{3}g}{l}}$ |

2 次の文章を読み、下の問い(問1～9)に答えよ。

図1のように、ある点Oから距離 r [m]だけ離れた位置に点Pをとる。Oを通り、直線OPに垂直な線上でOから距離 r [m]だけ離れた2点をそれぞれA、Bとする。O、P、A、Bは同一平面上にある。また、 $-e$ [C]の負の電荷を持つ質量 m [kg]の荷電粒子Qはこの平面上を運動できる。ただし、Qの運動は真空中で起こり、Qの大きさ、重力の影響およびQの運動により生じる誘導起電力の影響は無視できるものとする。クーロンの法則の比例定数を k [N・m²/C²]、円周率を π とする。

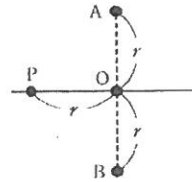


図1

(1) $+e$ [C]の正の電荷を持つ点電荷をOに固定した。

問1 Pにおける電界(電場)の強さは [N/C]であり、その向きは である。

(1) に入る数値または式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① 0 ② $\frac{ke}{r}$ ③ $\frac{ke}{\sqrt{2}r}$ ④ $\frac{ke}{r^2}$ ⑤ $\frac{\sqrt{2}ke}{r^2}$
 ⑥ $\frac{ke}{\sqrt{2}r^2}$ ⑦ $\frac{ke^2}{r^2}$ ⑧ $\frac{\sqrt{2}ke^2}{r^2}$ ⑨ $\frac{ke^2}{\sqrt{2}r^2}$

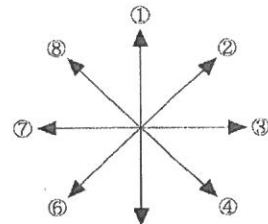


図2

(2) に入る向きとして最も適切なものを、図2の①～⑧のうちから1つ選べ。ただし、電界の強さが0N/Cの場合には⑨をマークせよ。

問2 Pにおける電位は [V]である。ただし、無限遠での電位を0Vとする。

に入る数値または式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① 0 ② $\frac{ke}{r}$ ③ $\frac{ke}{\sqrt{2}r}$ ④ $\frac{ke^2}{r}$ ⑤ $\frac{\sqrt{2}ke^2}{r}$
 ⑥ $\frac{ke^2}{\sqrt{2}r}$ ⑦ $\frac{ke}{r^2}$ ⑧ $\frac{\sqrt{2}ke}{r^2}$ ⑨ $\frac{ke}{\sqrt{2}r^2}$

問3 Qを、PからOPに垂直な向きに速さ $v_i =$ [m/s]で投げ出すと、QはOを中心とした半径 r [m]の等速円運動をした。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① $e\sqrt{\frac{k}{m}}$ ② $e\sqrt{\frac{\sqrt{2}k}{m}}$ ③ $e\sqrt{\frac{k}{\sqrt{2}m}}$ ④ $\frac{e}{2\pi r}\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑤ $e\sqrt{\frac{k}{mr}}$
 ⑥ $e\sqrt{\frac{\sqrt{2}k}{mr}}$ ⑦ $e\sqrt{\frac{k}{\sqrt{2}mr}}$ ⑧ $e\sqrt{\frac{k}{2\pi mr}}$ ⑨ $\frac{e}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{mr}}$

(2) Oに固定した点電荷およびQを取り除いた後、 $+e$ [C]の正の電荷を持つ点電荷を、AとBにそれぞれ1つずつ固定した。

問4 OおよびPにおける電界の強さはそれぞれ [N/C]および [N/C]であり、それらの向きはそれぞれ および である。

(1) , に入る数値または式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 0 ② $\frac{ke}{r}$ ③ $\frac{ke}{\sqrt{2}r}$ ④ $\frac{ke}{r^2}$ ⑤ $\frac{2ke}{r^2}$
 ⑥ $\frac{\sqrt{2}ke}{r^2}$ ⑦ $\frac{ke}{\sqrt{2}r^2}$ ⑧ $\frac{ke^2}{r^2}$ ⑨ $\frac{2ke^2}{r^2}$

(2) , に入る向きとして最も適切なものを、図2の①～⑧のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。ただし、電界の強さが0N/Cの場合には⑨をマークせよ。

問 5 O および P における電位はそれぞれ $\boxed{19}$ [V] および $\boxed{20}$ [V] である。ただし、無限遠での電位を 0 V とする。

$\boxed{19}$, $\boxed{20}$ に入る数値または式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 0 ② $\frac{ke}{r}$ ③ $\frac{2ke}{r}$ ④ $\frac{\sqrt{2}ke}{r}$ ⑤ $\frac{ke}{\sqrt{2}r}$
 ⑥ $\frac{2ke^2}{r}$ ⑦ $\frac{ke^2}{\sqrt{2}r}$ ⑧ $\frac{2ke}{r^2}$ ⑨ $\frac{ke}{\sqrt{2}r^2}$

問 6 Q を O に静止させた後、O から P までゆっくり移動させるのに必要な仕事の大きさは $\boxed{21}$ [J] である。

$\boxed{21}$ に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{ke^2}{r}$ ② $\frac{2ke^2}{r}$ ③ $\frac{\sqrt{2}ke^2}{r}$ ④ $\frac{ka^2}{\sqrt{2}r}$ ⑤ $(2-\sqrt{2})\frac{ke^2}{r}$
 ⑥ $\frac{ke^2}{r^2}$ ⑦ $\frac{2ke^2}{r^2}$ ⑧ $\frac{\sqrt{2}ke^2}{r^2}$ ⑨ $(2-\sqrt{2})\frac{ke^2}{r^2}$

問 7 Q を P から O に向けて、ある速さ v_2 [m/s] で投げ出すと、Q は無限遠へ飛び去る。 v_2 に要求される最低の速さは $\boxed{22}$ [m/s] である。

$\boxed{22}$ に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ① $e\sqrt{\frac{k}{mr}}$ ② $e\sqrt{\frac{2k}{mr}}$ ③ $e\sqrt{\frac{\sqrt{2}k}{mr}}$ ④ $e\sqrt{\frac{2\sqrt{2}k}{mr}}$ ⑤ $e\sqrt{\frac{k}{\sqrt{2}mr}}$
 ⑥ $\frac{e}{r}\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑦ $\frac{e}{r}\sqrt{\frac{2k}{m}}$ ⑧ $\frac{e}{r}\sqrt{\frac{2\sqrt{2}k}{m}}$ ⑨ $\frac{e}{r}\sqrt{\frac{k}{\sqrt{2}m}}$

問 8 Q を O から P に向かって微小な距離 x [m] だけ離れた点 R に固定した。このとき、A と B に固定された点電荷が作る電界から Q が受ける力の大きさは $\boxed{23}$ [N] である。ただし、 x は r に比べて十分小さく、 $(\frac{x}{r})^2$ は 1 に比べて無視できるものとする。

$\boxed{23}$ に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{ke^2}{r^2}x$ ② $\frac{2ke^2}{r^2}x$ ③ $\frac{ke^2}{2r^2}x$ ④ $\frac{\sqrt{2}ke^2}{r^2}x$ ⑤ $\frac{ke^2}{r^3}x$
 ⑥ $\frac{2ke^2}{r^3}x$ ⑦ $\frac{ke^2}{2r^3}x$ ⑧ $\frac{\sqrt{2}ke^2}{r^3}x$ ⑨ $\frac{ke^2}{\sqrt{2}r^3}x$

問 9 Q の固定を静かに外すと、Q が O に向かって動き出した。Q が動き出してから O に達するまでにかかる時間は $\boxed{24}$ [s] である。

$\boxed{24}$ に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{r}{e}\sqrt{\frac{mr}{k}}$ ② $\frac{r}{e}\sqrt{\frac{2mr}{k}}$ ③ $\frac{r}{e}\sqrt{\frac{mr}{2k}}$ ④ $\frac{r}{e}\sqrt{\frac{\sqrt{2}mr}{k}}$ ⑤ $\frac{\pi r}{e}\sqrt{\frac{mr}{k}}$
 ⑥ $\frac{\pi r}{2e}\sqrt{\frac{mr}{k}}$ ⑦ $\frac{\pi r}{2e}\sqrt{\frac{2mr}{k}}$ ⑧ $\frac{\pi r}{4e}\sqrt{\frac{mr}{k}}$ ⑨ $\frac{\pi r}{4e}\sqrt{\frac{2mr}{k}}$

3 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

ピストンのついた容器に閉じ込められた1 molの単原子分子理想気体がある。この気体の状態を次の過程A→B→C→Dの順に変化させ、最終的にもとの状態に戻すサイクルを考える。

過程A：圧力を一定に保ったまま、ゆっくり温度を T [K]から $2T$ [K]へ変化させる。

過程B：温度 $2T$ [K]の状態から断熱的にゆっくりと膨張させて温度を $\frac{6}{5}T$ [K]に変化させる。

過程C：温度 $\frac{6}{5}T$ [K]の状態から圧力を一定に保ったままゆっくり冷却し、温度を T' [K]に変化させる。

過程D：温度 T' [K]の状態から断熱的にゆっくりと圧縮してもとの状態に戻す。

この理想気体が断熱的に変化するとき、圧力 P [Pa]と体積 V [m³]は、 $PV^{\frac{5}{3}} = \text{一定}$ の関係を保つことが知られている。気体定数を R [J/(mol·K)]とする。

問1 過程Aにおいて気体が行う仕事 W_A は RT [J]である。また、内部エネルギーの変化は $\frac{\text{26}}{\text{27}} RT$ [J]で、気体が吸収した熱は $\frac{\text{28}}{\text{29}} RT$ [J]である。
 ～ に当てはまる数字をそれぞれ1つマークせよ。

問2 過程Bにおいて気体が行う仕事 W_B は $\frac{\text{30}}{\text{31}} RT$ [J]である。
, に当てはまる数字をそれぞれ1つマークせよ。

問3 断熱的な変化における圧力 P [Pa]と体積 V [m³]の関係 $PV^{\frac{5}{3}} = \text{一定}$ は、圧力 P [Pa]と温度 T [K]の関係 $P^c T = \text{一定}$ に書き直すことができる。ここで $c = -\frac{\text{32}}{\text{33}}$ である。
, に当てはまる数字をそれぞれ1つマークせよ。

問4 過程Dの最後に元の状態に戻るためには $T' = \frac{\text{34}}{\text{35}} T$ [K]でなければならない。この条件のもとで、過程Cにおいて気体が行う仕事 W_C は $-\frac{\text{36}}{\text{37}} RT$ [J]である。
 ～ に当てはまる数字をそれぞれ1つマークせよ。

問5 過程Dにおいて気体が行う仕事は $-\frac{\text{38}}{\text{39}} RT$ [J]である。
, に当てはまる数字をそれぞれ1つマークせよ。

問6 過程A～Dで気体が行う正味の仕事 W_D は RT [J]だから、この1サイクルにおける熱効率 $\frac{\text{41}}{\text{42}}$ である。
 ～ に当てはまる数字をそれぞれ1つマークせよ。

問題訂正

以下の問題訂正があります。

平成 29 年度一般入学試験（前期）問題

物理

3 7 ページ問 5 …仕事は → …仕事 W_D は

3 7 ページ問 6 …仕事 W_D は → …仕事 $W_{A\sim D}$ は

化学

1 11 ページ問 2 (5) ③ …攪拌 → …かくはん

2 12 ページ 1 行目

…答えよ。

→ …答えよ。問 1~4 の操作はすべて 25°C で行ったものとする。

2 12 ページ 11 行目 …,式(ii) → …~式(iii)

2 12 ページ問 2 1 行目 …水(25°C) → …水

平成 29 年度一般入学試験（後期）問題

化学

1 10 ページ 問 5 (2) 4 行目 … $\log_{10}2=0.3$ → … $\log_{10}2.0=0.30$

3 14 ページ 問 1 1 行目 化合物 A を… → 化合物 A に…

生物

3 20 ページ 問 4 1 行目

…最も後方の膨らみから生じる脳として…

→ …最も後方に生じる脳として…

4 22 ページ 問 3【実験 1】 5 行目

図 1 に示す。 → 図 1 に示す。なお、対照には正常個体を用いた。

未収録

著作権処理手続きの都合上、以下の未収録があります。

平成 29 年度一般入学試験（前期・後期）問題

英語（前期・後期）

2 3 4 5 6 7

小論文（前期・後期）

1 から 4 の全て