富山大学

2026 年度　前期日程　物理

（2 科目　180 分）

1 自然の長さが L で質量が無視できるばねの一端を固定点とし，鉛直下向きに垂らしたばねの先端に質量 m の小球を取り付けた。小球からそっと手をはなして静止させたところ，ばねの長さは自然の長さから 10 % 伸びていた。その後，図 1 のように，ばねが鉛直線と θ の角度をなす円すい振り子となるように小球を水平面内で等速円運動させたところ，小球の角速度は ω でばねの自然の長さからの伸びは d であった。このとき以下の問いに答えよ。ただし，重力加速度の大きさを g とし，空気抵抗，小球の大きさは無視できるものとする。

(1) ばね定数を，L，m，g を用いて答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(2) 小球とともに回転する観測者の立場で小球にはたらく力を考える。水平方向および鉛直方向の力のつり合いの式を，L，m，θ，ω，d，g のうち必要なものを用いて，それぞれ答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(3) 等速円運動時のばねの伸び d は静止時のばねの伸びに比べて何倍になるか，L，m，θ，g のうち必要なものを用いて答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(4) 角速度 ω を，L，m，θ，g のうち必要なものを用いて答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

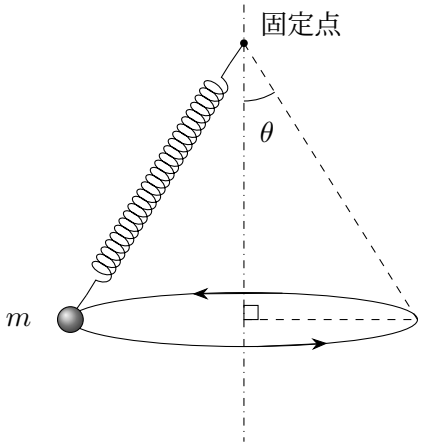


図 1

次に，図 2 に示すように，図 1 で水平な床から h の高さで等速円運動していた小球とばねの連結部を切断した。ここで等速円運動の円軌道の半径を r とする。

(5) 円軌道の中心を通る鉛直線と床面の交点を点 A とする。ばねから離れた小球が床に最初に衝突する点と点 A との間の距離を，r，m，ω，h，g のうち必要なものを用いて答えよ。解法記述欄に解答を得るまでの解き方を示し，解答欄に解答のみを示せ。

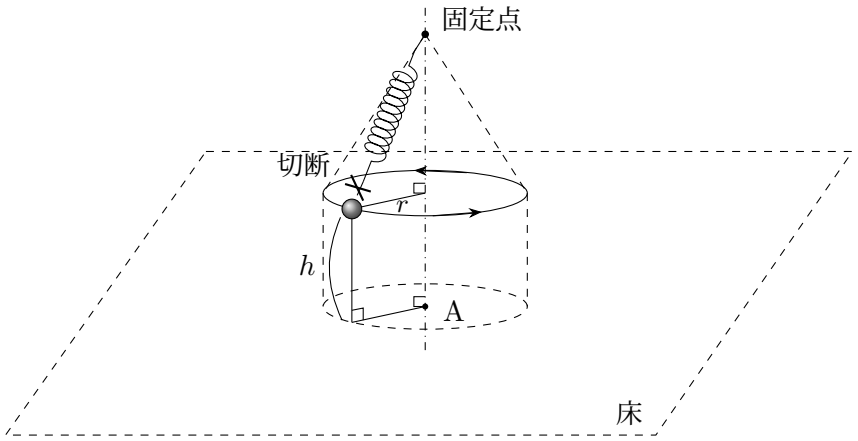


図 2

2 図 1 のように，半径 a，長さ L の円柱状の金属棒が真空中にある。金属棒の内部に金属棒の中心軸上の点 O を考える。r は O を始点とした金属棒の半径方向の距離とする。金属棒に正の電気量 q を与えると，金属棒の表面に正電荷が一様に分布した。この正電荷が作る電場（電界）の向きは金属棒の中心軸と垂直とする。真空中のクーロンの法則の比例定数を k_0 とし，a，r は L より十分に小さく，金属棒の上下の面に分布する電気量は無視できるとする。

以下の問(1)，(2)に a，k_0，q，r，L のうち適切なものを用いて答えよ。ただし，数字のみの場合もある。

(1) 金属棒の側面における電気量の面密度（単位面積あたりの電気量）を答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(2) 金属棒の外側（$r > a$）と，金属棒の内側（$r < a$）での電場の強さを，それぞれ答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

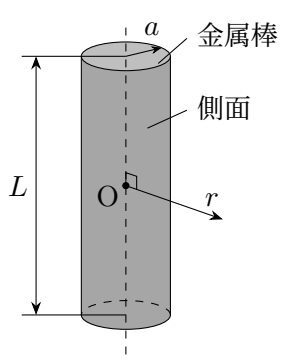


図 1

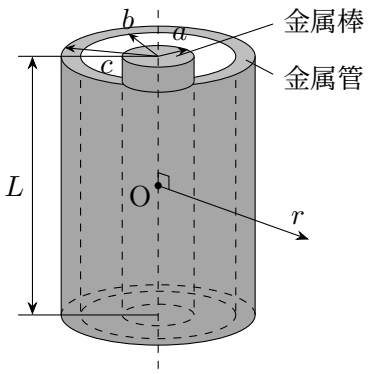


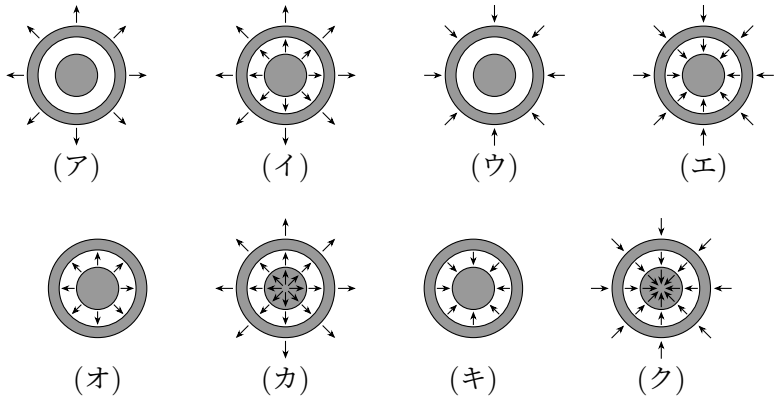
図 2

次に，図 2 のように，図 1 の正の電気量 q を与えた金属棒に対して，正の電気量 Q を与えた内径 $b\,(b > a)$，外径 $c\,(c > b)$，長さ L の円筒状の金属管を，金属管と金属棒のそれぞれの中心軸および上面と下面の高さが一致するように配置した。ただし，c は L より十分に小さく，金属棒と金属管の上下の面に分布する電気量は無視でき，金属棒と金属管に与えた電荷がつくる電場の向きは金属管の中心軸に垂直である。このとき，金属棒の側面（$r = a$）の電位は V_a，金属管の外側表面（$r = c$）の電位は V_c となった。

以下の問いに答えよ。問(4)〜(7) では k_0，q，r，L，Q，V_a，V_c のうち適切なものを用いて答えよ。

(3) 中心軸に垂直な面での電場の向きとして最も適切なものを，次の(ア)〜(ク)のうちから一つ選び，解答欄に解答のみを示せ。

［問(3)の選択肢］



(4) 金属管の外側表面（$r = c$）に分布する電気量を答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(5) 金属管の内側（$a < r < b$）および外側（$r > c$）における電場の強さを，それぞれ答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(6) 金属管の内側表面（$r = b$）の電位を答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(7) 金属棒の側面（$r = a$）と金属管の内側表面（$r = b$）は，円筒状のコンデンサーと見なすことができる。この円筒状のコンデンサーの電気容量を答えよ。解法記述欄に解答を得るまでの解き方を示し，絶対値記号を使わずに解答欄に解答のみを示せ。

3 図 1 に示すように，断熱材で作られ鉛直に立てられた断面積 S の円筒容器に，断熱材で作られた質量 m_1 のふたと熱を通す質量 m_2 のしきりがあり，しきりより下の部分にヒーターが備え付けてある。しきりより上の部分には圧力が p_1 で n_1 モルの単原子分子の理想気体 A が，下の部分には圧力が p_2 で n_2 モルの単原子分子の理想気体 B が閉じ込められている。ここで，円筒容器とふたとしきりの熱容量は考えず，ふたとしきりは内壁にそってなめらかに動くものとし，大気圧を p_0，重力加速度の大きさを g，気体定数を R とする。

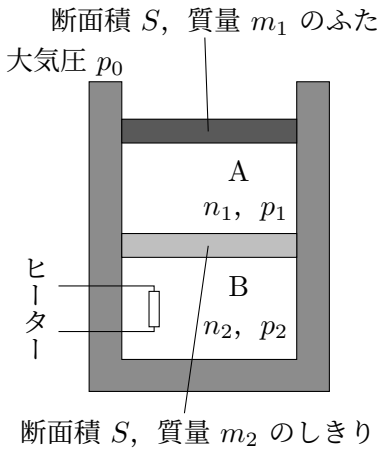


図 1

(1) はじめ，ふたとしきりは静止している。このとき，各気体の絶対温度は T で，気体 A の体積は V_1，気体 B の体積は V_2 であった。以下の問いに答えよ。

(a) 質量 m_1 のふたにはたらく力は，重力，大気圧による力，気体 A による力である。これらの力のつり合いから，p_1 を p_0，m_1，S，g を用いて答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(b) 質量 m_2 のしきりにはたらく力は，重力，気体 A による力，気体 B による力である。これらの力のつり合いから，p_2 を p_0，m_1，m_2，S，g を用いて答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(c) 理想気体の状態方程式より，p_1，p_2 を n_1，n_2，T，V_1，V_2，R のうち適切なものを用いて，それぞれ答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(2) 次に，ヒーターによって円筒容器内に熱量 Q を加えて十分な時間が経過したところ，容器内の各気体の温度は $T + \Delta T$ に，気体 A の体積は $V_1 + \Delta V_1$ に，気体 B の体積は $V_2 + \Delta V_2$ に変化した。以下の問いに答えよ。

(a) ΔV_1 を n_1，ΔT，p_1，R を用いて答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(b) 気体 A が実質的にする仕事を n_1，ΔT，R を用いて答えよ。解答欄に解答のみを示せ。

(c) 加えた熱量 Q を n_1，n_2，ΔT，R を用いて答えよ。解法記述欄に解答を得るまでの解き方を示し，解答欄に解答のみを示せ。

(d) ふたの移動距離を n_1，n_2，ΔT，p_1，p_2，S，R を用いて答えよ。解答欄に解答のみを示せ。