2022年度　理工学部　一般選抜　問題訂正

教科・科目	ページ	設問	誤	→	正
理科 （物理）	3	2 (2)	（下から2行目） I_2の大きさの最大値は， （キ）の（ケ）倍となる。	→	I_2の大きさの最大値は， （キ）×（ケ）となる。

物　理

1. 以下の文章中の $\boxed{（ア）}$ ～ $\boxed{（ク）}$ に適切な式を記入しなさい。

図のように，幅が一定で水平な床面をもつ溝があり，質量 M の三角柱が溝に挟まれて床面上に置かれている。溝は，床面に沿って定義した x 軸の方向に無限に続いている。三角柱は，x 軸の正の向きに対し 30° をなす斜面をもち，x 軸に沿ってのみ運動できる。三角柱の斜面と x 軸の交点を点 O とし，図のように，点 O から斜面に沿って斜面の底辺から垂直に伸びる直線上に点 A をとる。点 A に質量が無視できる長さ L の糸を結び，その先端に質量 m の質点を取り付ける。線分 AO と糸がなす角度を θ とする。斜面は十分に広く，質点は糸が張った状態で斜面上を一周できる。鉛直下向きの重力加速度の大きさを g とする。以下の設問において，三角柱の底面は床面を離れることはない。

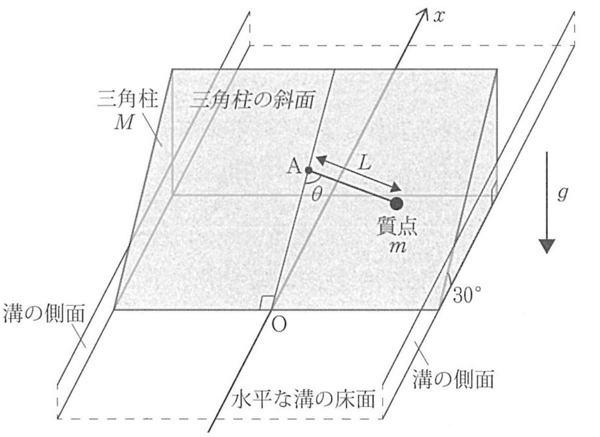
(1) 三角柱が床面に固定されており，三角柱の斜面と質点との間に摩擦がない場合を考える。糸が張った状態で質点を $\theta = 90°$ から初速度の大きさ 0 で放すと，質点は斜面に沿って単振り子運動をした。$\theta = 0°$ での質点の速度の大きさは $\boxed{（ア）}$ となる。また，$\theta = 0°$ のとき，質点が斜面から受ける垂直抗力は $\boxed{（イ）}$，糸の張力は $\boxed{（ウ）}$ となる。次に，糸が張った状態で質点を微小な角度 θ から初速度の大きさ 0 で放した。このとき，重力加速度 g の斜面に沿う成分を考慮すると，質点の単振り子運動の周期は $\boxed{（エ）}$ となる。

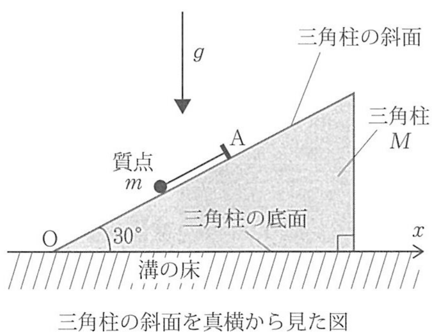
(2) 三角柱と溝（側面および床面）との間に摩擦はなく，三角柱が x 軸方向に運動できる場合を考える。三角柱を床面に対し静止させ，糸が張った状態で $\theta = 90°$ から，斜面の下向きに沿って大きさ v_0 の初速度を質点に与える。このとき，三角柱の床面に対する初速度の大きさは 0 のままであった。その後，三角柱は x 軸方向に運動を始め，質点は，糸が張ったままの状態で三角柱から見て斜面上を単振り子運動する。

三角柱の斜面と質点との間に摩擦がないとき，力学的エネルギー保存則および x 軸方向の運動量保存則から，三角柱から見た質点の速度の大きさは，$\theta = 0°$ のとき $\boxed{（オ）}$ となる。

三角柱の斜面と質点との間に摩擦があるとき，質点の単振り子運動は減衰し，やがて質点と三角柱は同じ速度 $\boxed{（カ）}$ で x 軸方向に運動する。

(3) 三角柱に加速度を与えて運動させる場合を考える。三角柱の斜面と質点との間に摩擦はない。はじめに，三角柱を静止させ，次に，x 軸の正の向きに徐々に加速度の大きさを増加させていった。この過程で，$\theta = 0°$ の位置で三角柱に対して静止していた質点は，三角柱の加速度の大きさが $\boxed{（キ）}$ より大きくなったとき斜面から離れた。次に，三角柱を（キ）よりも小さい一定の加速度 a $(a > 0)$ で動かしたとき，糸が張った状態で，斜面から見て振れ角の小さい質点の単振り子運動をさせた。その周期は $\boxed{（ク）}$ であった。





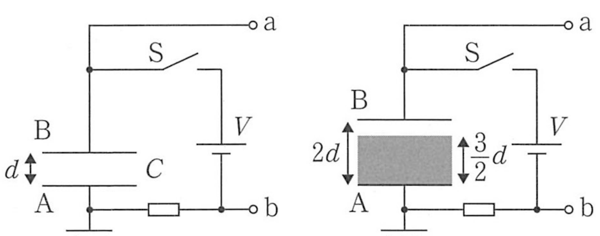
三角柱の斜面を真横から見た図
（溝の側面は描いていない）

2. 以下の文章中の $\boxed{\text{（ア）}}$ ～ $\boxed{\text{（ケ）}}$ に適切な式を記入しなさい。

図1のように，真空中に置かれた，同じ面積をもつ長方形の金属平板AとBを平行に向かい合わせたコンデンサー，抵抗，スイッチS，起電力 V の電池からなる回路がある。AB間の距離が d のとき，コンデンサーの真空中の電気容量は C である。コンデンサーの下端にある金属平板Aは常に接地されている。コンデンサー上端の金属平板Bは位置を上下に移動でき，AB間の距離を調節することができる。また，回路には端子a，bがあり，図2の回路の端子a，bとそれぞれ接続することができる。図2の回路は電気容量 C_1，C_2 のコンデンサー，自己インダクタンス L のコイル，およびスイッチ S_1 から構成されている。スイッチSと S_1 は，はじめ開いている。どのコンデンサーにも，はじめに電荷は蓄えられておらず，また，金属平板の端での電界（電場）の不均一さは無視できる。金属平板の質量および重力の影響や，導線およびコイルの抵抗は無視できる。

(1) 図1の「回路の状態1」から始める一連の操作について考える。コンデンサーのはじめの静電エネルギーを0とする。最初に，AB間の距離を d に固定した。「回路の状態1」からスイッチSを閉じて十分に時間が経ったとき，コンデンサーに蓄えられる電気量は $\boxed{\text{（ア）}}$ であった。また，このときのコンデンサーの静電エネルギーは $\boxed{\text{（イ）}}$ であり，金属平板間の電界の大きさは $\boxed{\text{（ウ）}}$ であった。その後，再びスイッチSを開き，電荷が金属平板に蓄えられた状態でBの位置を上向きにゆっくりと動かし，AB間の距離を d から $2d$ に変化させた。このときBを動かすために外部からした仕事は $\boxed{\text{（エ）}}$ である。さらにこの状態から，図1の「回路の状態2」に示すように，金属平板A，Bと同じ長方形の底面をもち，高さ $\frac{3}{2}d$ の直方体の形状をした比誘電率6の誘電体を，金属平板Aに接するように完全に挿入した。その結果，コンデンサーの電気容量は $\boxed{\text{（オ）}}$ になった。その後，スイッチSを閉じるとコンデンサーに蓄えられる電気量が変化し，十分に時間が経つと一定値になった。この間に電池がした仕事は，$\boxed{\text{（カ）}}$ である。

(2) 図1の「回路の状態1」に戻し，スイッチSを閉じ，十分に時間をかけて電気量（ア）をコンデンサーに蓄えた。その後スイッチSを開き，回路の端子a，bを図2の回路の端子a，bにそれぞれ接続した。十分に時間が経つと，Aに対するBの電位は $\boxed{\text{（キ）}}$ になった。次に，図2の回路のコンデンサーに電気量が蓄えられた状態で，端子a，bの接続を外した。その後，スイッチ S_1 を閉じると，図2の回路に周期 $\boxed{\text{（ク）}}$ の電気振動が観測された。図2のように，電気容量が C_1，C_2 のコンデンサーに接続した導線に流れる電流を，図の下向きを正としてそれぞれ I_1，I_2 と書くと，常に $I_1 \times C_2 = I_2 \times C_1$ の関係が成立している。このことから，I_2 の大きさの最大値は，（キ）の $\boxed{\text{（ケ）}}$ 倍となる。



回路の状態1　　回路の状態2

図1

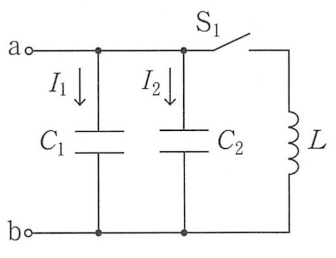


図2

3. 以下の文章中の $\boxed{（ア）}$ ～ $\boxed{（ク）}$ に適切な式を記入しなさい。以下の設問では，真空の屈折率を1とする。

(1) 図1のように，真空中に置かれた屈折率 n $(n>1)$ の直方体形状の透明な固体に，入射角 θ $(0° < \theta < 90°)$ で単色光が入射する。真空での光の速さを c とすると，固体中での光の速さは $\boxed{（ア）}$ である。点Aでの屈折角 θ_1 は，n と θ を使って $\sin\theta_1 = \boxed{（イ）}$ の関係を満たす。屈折した光は固体中を進み，点Bにおいて固体と真空の境界面に達する。点Aでの入射角が，n を使って $\sin\theta < \boxed{（ウ）}$ を満たすとき，点Bで全反射が起きる。

(2) 図2のように，屈折率 n $(n>1)$ のガラスでできた直方体の上面を円柱状にくりぬいて円筒空洞をもつ容器を作り，その容器を真空中で水平な台の上に置いた。この容器の上に，屈折率 n の平凸レンズを，凸面が下になるように置いた。平凸レンズは，一方の面が平面で台と平行であり，もう一方の凸面が半径 R の球面の一部になっている。円筒空洞の底面の中心を点Cとし，レンズの凸面の中心を点Dとする。点Cと点Dは距離 w $(w>0)$ だけ離れている。波長を自由に変更できる単色光をレンズの真上から一様に当て，真上から反射光を観察すると，同心円状の明暗のしま模様（ニュートンリング）が観察された。平凸レンズの平面，および容器と台が接する面での光の反射の効果は無視できる。

単色光の真空での波長が λ のとき，ニュートンリングの中心部分は最も暗くなった。点Cで反射した光と点Dで反射した光が弱め合って暗くなる w の条件は，λ と任意の正の整数 m を使って $w = \boxed{（エ）}$ となる。また，図2に示すように，円筒の中心軸から距離 L の場所でのレンズ凸面と円筒空洞底面との間の距離を d とする。$d-w$ は R に比べて十分に小さいので，$d \fallingdotseq w + \dfrac{L^2}{2R}$ と近似できる。この近似式，および2つの反射光が強め合う光路差の条件より，中心部分から数えて4番目の明環の半径は，R，λ を使って $\boxed{（オ）}$ となる。ただし（オ）は円筒空洞の半径よりも小さい。単色光の真空での波長を λ から徐々に大きくすると，ニュートンリングの中心が一度明るくなり，真空での波長が λ_1 のときに再び最も暗くなった。この結果から，w は，λ，λ_1 を使って $\boxed{（カ）}$ となる。

次に，円筒空洞を屈折率 n_1 $(n_1 > n)$ の透明な液体で満たした。真空での波長が λ である単色光を真上から一様に当て，真上から反射光を観察すると，ニュートンリングの中心部分が最も暗くなった。中心部分から数えて4番目の明環の半径を L_1 とおくと，L_1 は（オ）の $\boxed{（キ）}$ 倍となる。円筒空洞を液体で満たした状態で，真空での波長を λ から徐々に小さくすると，ニュートンリングの中心が徐々に明るくなり，真空での波長が λ_2 に達したとき最も明るくなった。この過程において，真空での波長が λ のとき半径 L_1 であった明環は，波長の変化とともに徐々に小さくなり，真空での波長が λ_2 に達したとき，その半径は n_1，λ_2，R を使って $\boxed{（ク）}$ となった。

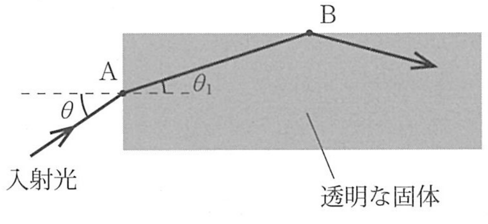


図1

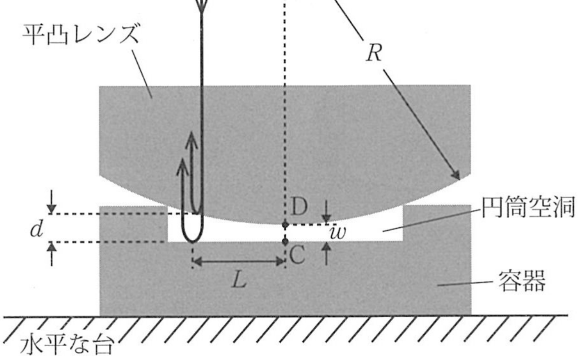


図2