

令和8年度 公立学校教員採用候補者選考試験問題

理科(物理)

1 / 6 枚中

注意 答はすべて解答用紙の解答欄に記入すること。

第1問題 次の問に答えよ。

図1のように、長さ L の軽くて変形しない棒の一端に質量 m の小球を付け、他端を支点 O に固定して、振り子とする。振り子が鉛直方向と角 90° をなすように、小球を点 A まで持ち上げ、静かに手を放した。小球の大きさは無視でき、空気抵抗や支点での摩擦はないものとする。小球の最下点を点 B 、重力加速度を g として、以下の問に答えよ。

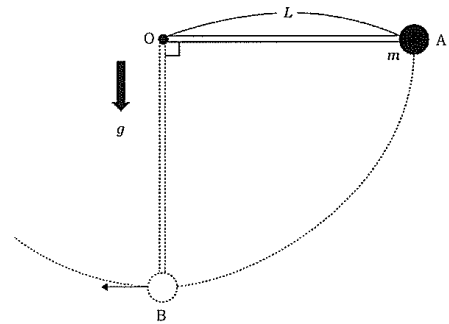


図1 棒に小球をつけた振り子の運動

問1 点 A まで小球を持ち上げ、静かに手を放したときの点 B での小球の速さを求めよ。

問2 問1の運動で、点 B において棒が小球におよぼす力の大きさを求めよ。

問3 ユミさんは物理の授業で、点 A から小球に対し下向きに初速度をあたえた場合、円運動をするための小球の最小の初速度の条件について学んだ。これを機に、ユミさんは軽い棒の代わりに同じ長さの軽い糸を用いて円運動をさせたときはどのようなになるのか、について疑問を持った。授業終了後、ユミさんは先生に次のような質問をした。

【質問】 軽い棒の代わりに軽い糸で点 A から下向きに初速度をあたえ、円運動をさせる場合の最小の初速度は、棒の場合と同じになるのか。

ユミさんの【質問】に対して、軽い棒と軽い糸での円運動をするための最小の初速度をそれぞれ求め、質問に対する回答を作成せよ。

問4 図2のように、支点Oから見て左方向に地面に対して垂直でなめらかな壁が立っている。今度は、この壁の近くで、図1と同じ振り子を使い、問1と同様に点Aまで小球を持ち上げ、静かに手を放した。小球は、鉛直方向と θ の角度で壁面上の点Cに斜めに衝突した。衝突は完全弾性衝突として、衝突時に小球が受けた力積の大きさを求めよ。なお、衝突の際は重力の影響を無視してよい。

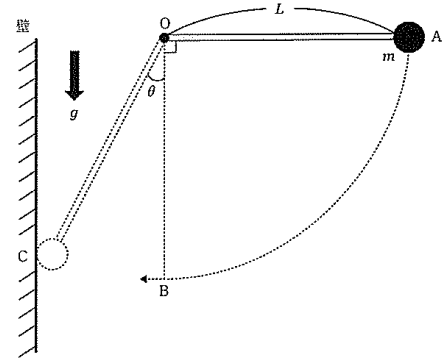


図2 壁に衝突するときの振り子

問5 問4で求めた力積のうち、小球が棒から受けた分の力積の大きさを求めよ。

問6 ユミさんは、図3のように水平面上にて2つの質量 m の小球を速さ v で正面衝突させる運動で、「外力が働かなければ、どのような衝突の場合でも運動量は保存される」ことより、反発係数： e に対し、運動エネルギーの減少量（＝変化前－変化後）： ΔK は以下で表されることを導いた。

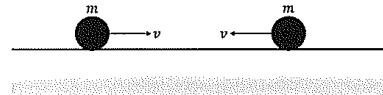


図3 質量の等しい2球の正面衝突

$$\Delta K = (1 - e^2) mv^2 \cdots (\text{式1})$$

（式1）より、「弾性衝突（ $e = 1$ ）では運動エネルギーが保存し、非弾性衝突（ $0 \leq e < 1$ ）ではそれが保存しない」ことを理解した。一方で、ユミさんは疑問に思ったことについて、次のように先生に質問した。

【質問】非弾性衝突において減少した運動エネルギーは、何に使用されたのか。

ユミさんの【質問】に対して、何に使用されたのかを示し、回答を作成せよ。ただし、衝突前後で全体のエネルギーは保存しているものとする。

第2問題 次の問に答えよ。

乾電池式（充電不可）の電化製品を利用していたアヤさんは消耗して使えなくなった乾電池を新しい乾電池に取り換える際、新しい乾電池（以後、「電池1」という）と古い乾電池（以後、「電池2」という）とではどのような違いがあるのだろうか疑問に思った。そこで、アヤさんは以下のような乾電池に関する仮説を立て、実験を行うことにした。この実験について、後の問に答えよ。

【仮説】新しい乾電池と古い乾電池とでは、内部抵抗が異なる。

【実験】

〔目的〕

電池を流れる電流と、そのときの端子電圧を測定し、電流と端子電圧の関係を調べ、電池1と電池2の内部抵抗に違いがあるかを調べる。

〔手順〕

- ① 電池1を電池ホルダーに挿入し、スライド抵抗器、スイッチ、電流計、電圧計をそれぞれ導線で接続する。ここで、スライド抵抗器のつまみは、抵抗値が最大の位置にしておく。
- ② スイッチを入れたあと、スライド抵抗器のつまみをずらして、50mA程度の電流が流れるようにする。
- ③ 電流計と電圧計の値を記録する。値を読み終えたら、スイッチを切る。
- ④ スライド抵抗器のつまみをずらし、電流が50～300mA程度の範囲で5回、電流と電圧の値を測定する。
- ⑤ 電池2についても、同様に①～④の手順を行う。

※使用する電流計と電圧計の内部抵抗の影響は無視できるものとする。

〔結果〕

測定値は表1のようになり、グラフにプロットすると図4のようになった。

表1 電流に対する電池1、2それぞれの電圧の値

電流 [mA]	50	100	150	200	250	300
電池1の電圧 [V]	1.48	1.47	1.45	1.43	1.42	1.40
電池2の電圧 [V]	1.43	1.37	1.30	1.23	1.17	1.10

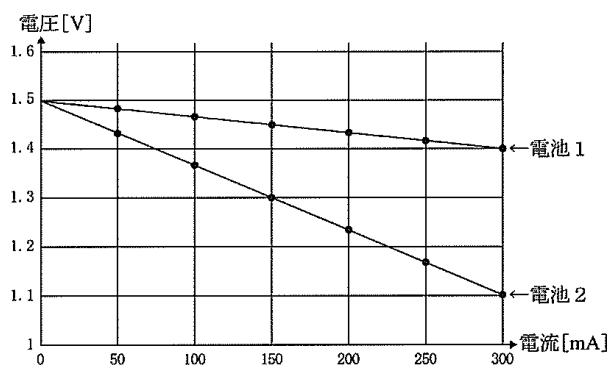
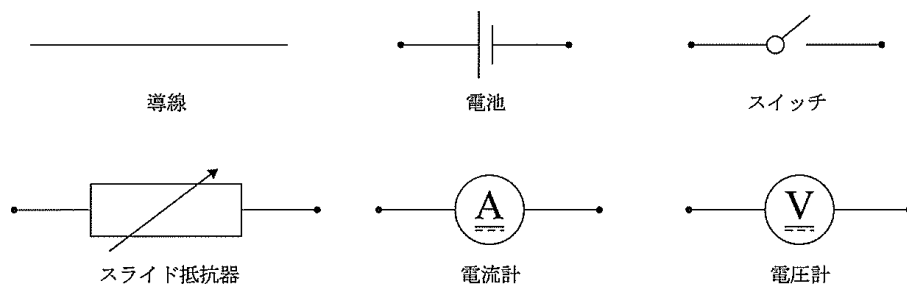


図4 電流と電圧の関係

問1 【実験】の〔手順〕①の下線部について、次の〔電気用図記号一覧〕から必要なものを選び、実験の目的を踏まえ、正しく接続した回路図を示せ（記号の名称の記入は不要）。

〔電気用図記号一覧〕



問2 電池の起電力 E 、内部抵抗 r 、端子電圧 V 、電池を流れる電流 I の間に成立する関係式を示せ。

問3 実験結果より、電池2の起電力を有効数字3桁で求めよ。

問4 実験結果より、電池2の内部抵抗を有効数字2桁で求めよ。

問5 実験結果より、電池1と電池2とでは流れる電流による端子電圧の下降に違いがあると言える。このような結果になる最も適当な理由を次のア～ウから一つ選び、記号で答えよ。

- ア 起電力と内部抵抗の影響が大きいため。
- イ 内部抵抗の影響は小さいが、起電力の影響が大きいため。
- ウ 起電力の影響は小さいが、内部抵抗の影響が大きいため。

問6 電池（起電力 E 、内部抵抗 r ）とスライド抵抗器（抵抗値 R ）を直列接続して回路を作り、スライド抵抗器において最大電力を取り出すために R の値を調整した。このときの R の値と、最大電力を求めよ。なお、解法の過程も書くこと。

第3問題 次の問に答えよ。

ユウさんは笛を吹くように試験管に息を吹き込むと、特定の高さの音が出ることに気がついた。ユウさんはこの現象に興味を持ち、調べたところ、気柱の共鳴に近いものと捉えた。そこで、以下のような仮説を立てて実験を行うことにした。この実験について、後の問に答えよ。

【仮説】気柱が共鳴しているとき、気柱内で定在波が生じている。

〔手順〕

- ① 図5の実験装置を用いて、ガラス円筒内の水位をできるだけ上げた状態で、おんさをたたいて音を出す。
- ② ガラス円筒内の水面を下げていき、初めて音が大きく聞こえるとき（第1共鳴点）の気柱の長さを測定する。
- ③ さらにガラス円筒内の水面を下げ、次に音が大きく聞こえるとき（第2共鳴点）の気柱の長さを測定する。
- ④ 得られたデータから、波長を求める。

〔結果〕

結果は表2のようになった。なお、表2の結果は複数回行った実験のうちの最初の3回分である。

室温：17.9 [℃] / 標準おんさの振動数：441 [Hz]

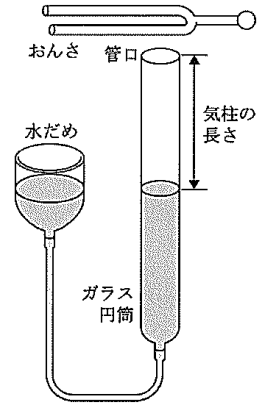


図5 実験装置

表2 共鳴点での気柱の長さ

測定回数	1	2	3
管口から第1共鳴点までの気柱の長さ L_1 (cm)	18.4	18.7	18.7
管口から第2共鳴点までの気柱の長さ L_2 (cm)	57.2	57.4	57.6

問1 この実験を行う上での注意点として、適切なものを次のア～エからすべて選び、記号で答えよ。

- ア 室温と気柱内部の温度は、実験を行う前に測定しておくだけで良い。
- イ 音が大きくなった付近でガラス円筒内の水面を上下させて、最も大きな音が鳴ったときの気柱の長さを測定する。
- ウ 気柱の長さ（目盛り）の読み取りは、3回以上繰り返し行い、最頻の値を用いる。
- エ おんさは、たたいた音が管内にそのまま入るよう、管口にあらかじめ近づけてからたたく。

問2 ユウさんは表2から、 $2(L_2 - L_1)$ を計算し、波長を求めた。この実験値を理論値と比較して確かめたい。理論値を求める方法として、適切な方法を説明せよ。ただし、次のキーワードを説明の中に入れること。

キーワード：温度

問3 〔結果〕を基に、開口端補正の値 [cm] を有効数字1桁で求めよ。

問4 おんさの振動数を一定とし、気柱の水面の位置を L_2 とした。このとき、管内で空気の密度変化が最小となるのは管口から何 cm の位置か。有効数字3桁で求めよ。

問5 気柱の水面の位置を L_2 で固定し、振動数のより小さいおんさを用いて同様の実験を行った。このとき、共鳴が起こる振動数 [Hz] はいくらか。有効数字3桁で求めよ。なお、おんさを交換する前後で室温の変化はなかったものとする。

第4問題 次の問に答えよ。

金属の表面に紫外線や波長の短い可視光線を照射すると、金属から電子が飛び出してくる。この現象は光電効果と呼ばれ、19世紀末に発見された。図6は、光電効果の実験装置である。光を当てたときに電極Kで発生した光電子が電極Pに集まると、回路に電流が流れるので、それを電流計で測定するようになっている。

上記の物理現象を基に、次の問に答えよ。なお、必要に応じてプランク定数 h 、光の振動数 ν を用いてかまわない。

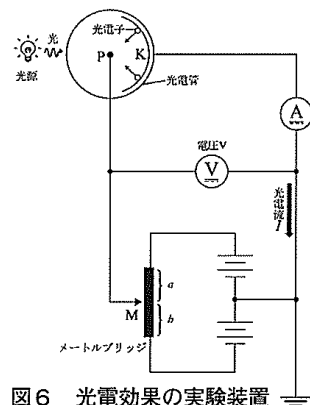


図6 光電効果の実験装置

問1 図6のメートルブリッジを調整することで、電極P

と電極Kの間の電圧が変化する。図7は電極Kに対する電極Pの電位の値を V 、光電流の大きさを I として両者の関係をグラフに表したものである。図7のように、 V の値が $-V_0$ となったとき、光電流は流れなくなる。このときの電位が高い側の電極、および、そのときのメートルブリッジの区間(図6の a あるいは b) の組み合わせとして正しいものを次のア～エから一つ選び、記号で答えよ。なお、中点Mにおける電極Pの電位は0とする。

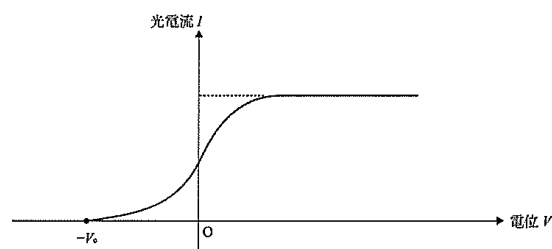


図7 電極Kに対する電極Pの電位と光電流の関係

- ア 電位が高い側の電極：電極P メートルブリッジの区間： a
- イ 電位が高い側の電極：電極P メートルブリッジの区間： b
- ウ 電位が高い側の電極：電極K メートルブリッジの区間： a
- エ 電位が高い側の電極：電極K メートルブリッジの区間： b

問2 電極Kから飛び出した光電子の速さの最大値を求めよ。なお、電子の質量を m 、電荷の大きさは e とする。

問3 阻止電圧より低い電圧になった場合、電極Kから電極Pに向かって飛び出した光電子はどのようなふるまいをするかを説明せよ。

問4 光の振動数を一定にしたままの状態では電極Kに当てる光の明るさを半分にしたとき、電極Kに対する電極Pの電位と光電流の関係はどのように変化するかを実線で図示せよ。なお、解答用紙では図7のグラフは破線で図示されている。

問5 電極Kの金属の仕事関数 W を、下のカッコ内の記号から必要なものを使って示せ。

[e 、 h 、 m 、 V_0 、 ν]

問6 光電子が光電管内の金属板から飛び出すことのできる最小の光の振動数 $\nu_{\min}$ を、下のカッコ内の記号から必要なものを使って示せ。

[e 、 h 、 m 、 V_0 、 ν]

問7 光電効果の実験では、光の波としての性質(波動性)では、うまく説明することができない現象がある。光の振動数と光電子の関係に注目して、波動性ではうまく説明することのできない現象について記述せよ。なお、記述には以下のキーワードを含めること。

キーワード：振動数 / 光の総量