

平成 28 年度

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
 - 2 問題冊子は「物理」1～7ページ、「化学」8～21ページ、「生物」22～33ページ、「地学」34～41ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」3枚、「生物」4枚、「地学」3枚である。脱落のあった場合には申し出ること。なお、解答用紙は上部で接着してあるので、はがさずに解答すること。
 - 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ氏名、受験学部、受験番号（最後のページは、左右2か所）を忘れずに記入すること。
 - 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
 - 5 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
 - 6 解答用紙の裏面は計算等に使用してもよいが、採点はしない。
 - 7 理学部の受験者は、次により解答すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科・理科選択を志望する者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうちから2科目を選択解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」と、その他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「化学」と、その他に「物理」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - 8 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
 - 9 医学部医学科の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択解答すること。
 - 10 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」・「生物」のうちから1科目を選択解答すること。
 - 11 机上に各自の「受験票」と「大学入試センター試験受験票」を出しておくこと。
 - 12 問題冊子および選択しない科目の解答用紙は持ち帰ること。
- ※ 本冊子の理科科目は以下を表す。
- | | |
|------------|------------|
| 物理：物理基礎・物理 | 化学：化学基礎・化学 |
| 生物：生物基礎・生物 | 地学：地学基礎・地学 |

物 理

第 1 問 (35 点)

質量 m [kg] の小球を伸び縮みしない長さ l [m] の軽い糸に取り付け、鉛直な壁面に固定された支点 O からつり下げた。壁面と小球の間の摩擦、および空気抵抗は無視できる。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。

図 1 のように鉛直下向きと糸が θ_0 [rad] をなす位置まで糸がたるまないように小球を引き上げ、図 1 に示す向きに初速度 v_0 [m/s] を与えたところ、糸がたるまずに小球が円運動をした。ただし、 $0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2}$ とする。

問 1 最下点における小球の速さを求めよ。

問 2 最下点における糸の張力の大きさを求めよ。

問 3 最高点における糸の張力の大きさを求めよ。また、糸がたるまずに小球が円運動をするために、 v_0 が満たすべき条件を示せ。

次に、図 2 のように、点 P に細いくぎを打ちつけた。糸がたるまないように小球を支点 O と同じ高さまで引き上げ、静かに放したところ、運動の途中で糸がくぎにひっかかり、小球は点 P を中心に半径 r [m] の円運動をした。支点 O と点 P を結ぶ線と鉛直線がなす角を ϕ [rad] とし、 $0 < \phi < \frac{\pi}{2}$ とする。

問 4 糸がたるまずに小球が円運動をするために、 r が満たすべき条件を示せ。ただし、小球と糸はぶつからないとする。

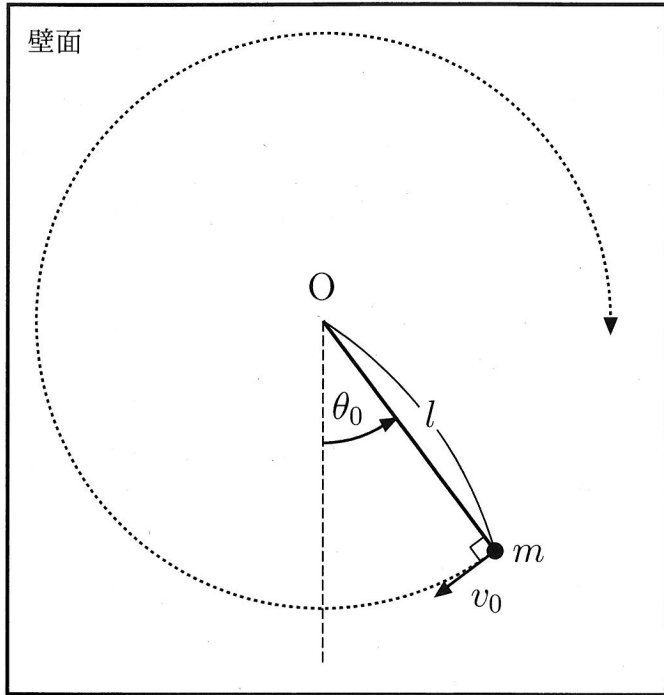


图 1

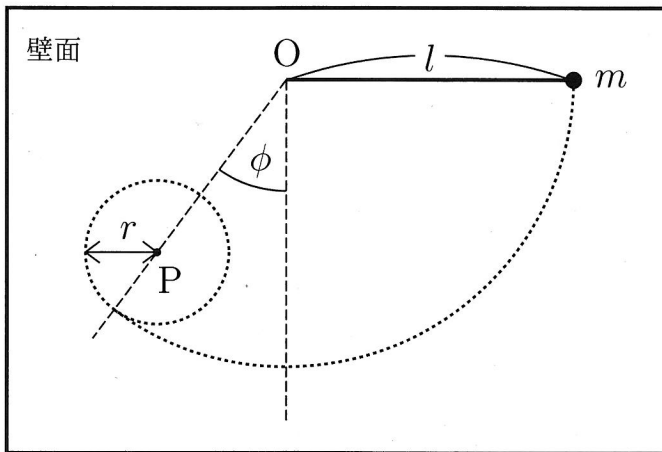


图 2

物 理

第 2 問 (35 点)

図1のように、二辺がそれぞれ a [m], b [m] の長方形の1回巻きコイルを、強さ H [A/m] の一様で水平な磁場が存在する真空中に置く。コイルを含む平面をコイルの面と呼び、また、長さ a の辺に平行でコイルの中心を通る軸を中心軸と呼ぶ。長さ a の辺と磁場は垂直であり、コイルの面と磁場のなす角度を θ [rad] とする。このコイルに、図1の矢印で示されている向きに I [A] の電流を流す。図2は、図1に示されている中心軸上の点 O の方からコイルを見たようすである。真空の透磁率を μ_0 [N/A²] とし、以下の問いに答えよ。

問1 中心軸のまわりの力のモーメントを、 μ_0 , H , a , b , I , θ のうち必要なものを用いて表せ。ただし、図2において反時計回りを正とする。

次に、コイルの代わりに、図3のような長さ d [m] の棒磁石を、コイルの面に直交するように磁場中に置く。棒磁石の両極の磁気量はそれぞれ $+q$ [Wb], $-q$ [Wb] であり、棒磁石と磁場のなす角度は図3に示されているとおり $\theta + \frac{\pi}{2}$ である。ただし $q > 0$ である。このとき、棒磁石の中心点のまわりの力のモーメントは、問1で求めた力のモーメントに等しくなった。

問2 磁極の強さと距離の積 qd を、 μ_0 , H , a , b , I , θ のうち必要なものを用いて表せ。ただし、 $1 \text{ N/Wb} = 1 \text{ A/m}$ であることに注意せよ。

今度は、一様で水平な磁場の代わりに、図4のように下から上に流れる無限に長い I' [A] の直線電流が作る磁場中に、図1のコイルを置く。このとき、中心軸は直線電流と平行であり、コイルの面は中心軸と直線電流を含む面と垂直になっている。直線電流と中心軸との間の距離を r [m] とする。このコイルに、図4の矢印で示されている向きに I の電流を流す。

問3 中心軸のまわりの力のモーメントを、 μ_0 , a , b , I , I' , r のうち必要なものを用いて表せ。ただし、中心軸を上から見て反時計回りを正とする。

次に、図5のように、コイルを図3の棒磁石に置きかえる。ただし、棒磁石の中心がコイルの中心と一致し、棒磁石がコイルの面と垂直になるように置く。また、 $-q$ の磁極は直線電流に近い位置にある。

問 4 棒磁石と直線電流の距離が、棒磁石の大きさに対して十分大きい場合 ($r \gg d$) の棒磁石の中心点のまわりの力のモーメントを、 q , d , I' , r で表せ. また、この力のモーメントは、 r が b に対して十分大きい場合の、問 3 で求めた力のモーメントに等しいことを示せ. ただし、 $|x| \ll 1$ のとき $(1+x)^{-1} \doteq 1-x$, $(1+x^2)^{-1} \doteq 1$ という近似式を用いよ.

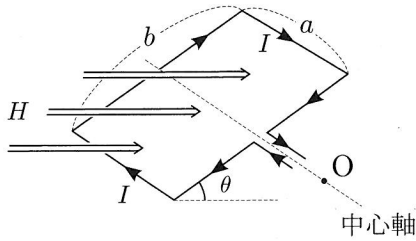


図 1

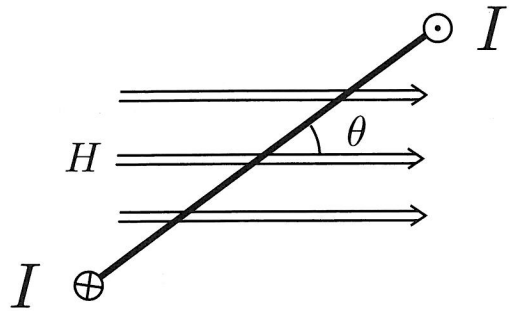


図 2

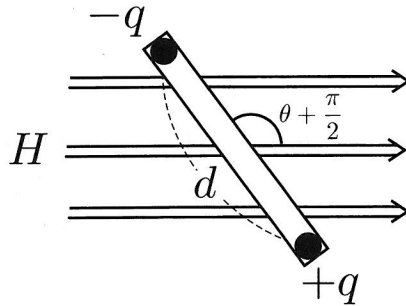


図 3

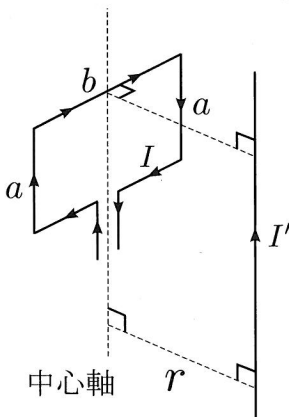


図 4

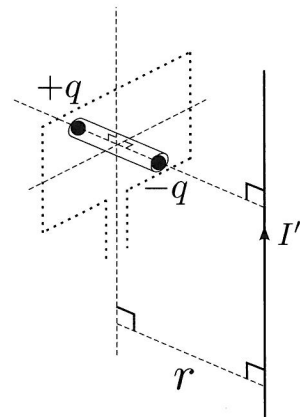


図 5

物 理

第 3 問 (30 点)

図1のように、光源ランプQから出た波長 λ [m]の単色光が細いスリットS, 2本の細いスリットA, Bを通り、スクリーンWに達する。スリットA, Bの間隔は d [m]であり、AとBはスリットSから等距離にある。スクリーンWはスリットA, Bを含む面に平行で l [m]だけ離れ、W上には光の干渉による明暗のしま模様が現れている。点OはスリットSとスリットA, Bの中点を結んだ直線がスクリーンWと交わる点である。点Oを原点として、図1の上向きにX軸をとる。以下の問いに答えよ。

問1 スリットSの役割を述べよ。

スクリーンW上のある点Pの座標を x [m]とする。最初、点P上では光は弱め合っていた。

問2 経路差 $AP-BP$ を l, d, x を用いて表せ。ただし、 $d, |x|$ は l に比べて十分小さいとする。必要があれば、 $|y| \ll 1$ のとき、 $(1+y)^a \approx 1+ay$ を用いよ。

問3 点Pにおいて光が弱め合うための、 x がみたすべき条件を求めよ。ただし、空気の屈折率を1とする。

次に、図2のようにスリットBを屈折率 n , 厚さ t [m]の透明な薄膜でS側から覆ったところ、スクリーンW上の明線が移動した。ただし、 $n > 1$ であり、スリットSとスリットA, Bは十分離れているとする。

問4 明線が移動した向きと距離を求めよ。

問5 明線が移動したことにより、点Pで光が強め合った。この条件をみたす薄膜の屈折率のうち、最小のものを求めよ。

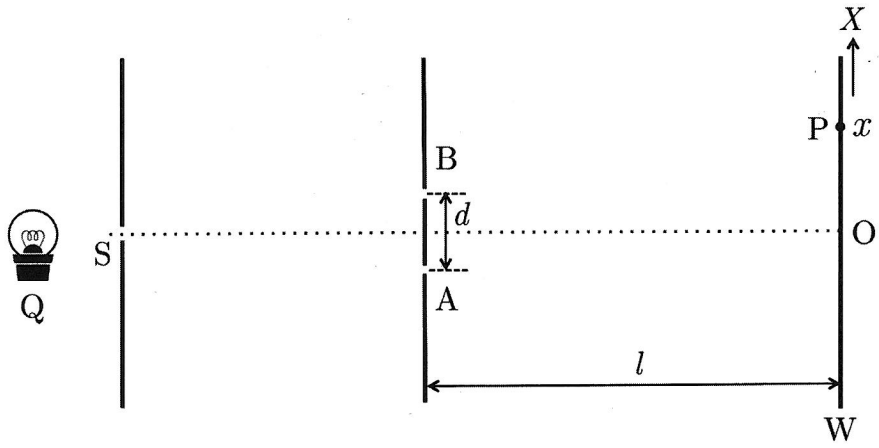


图 1

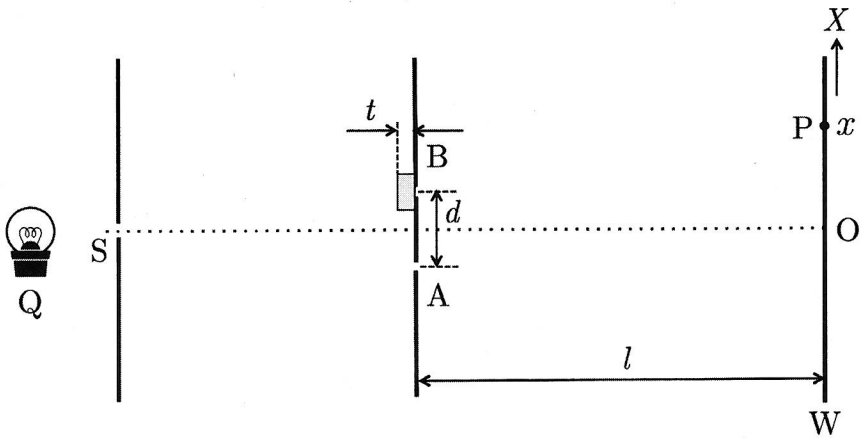


图 2