

1

以下の問いに答えなさい。解答欄には、答えのみを書きなさい。

- (問 1) あらい水平面上を速さ 4.9 m/s で運動する質量 1.0 kg の物体が、水平面上を 4.0 m だけ進んで停止した。物体と水平面の間の動摩擦係数を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 とする。

- (問 2) 電気容量 $15 \mu\text{F}$ のコンデンサーに $4.5 \times 10^{-5} \text{ C}$ の電荷が蓄えられている。このコンデンサーに加えられた電圧を求めなさい。

- (問 3) 体積 $1.5 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ 、温度 300 K 、物質質量 0.50 mol の理想気体の圧力を求めなさい。ただし、気体定数を $8.3 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ とする。

3

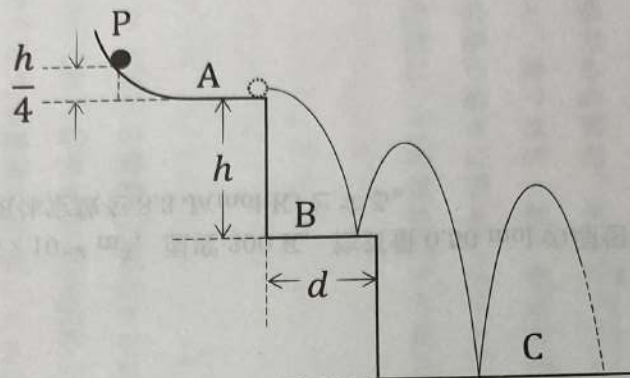
(問 4) 熱機関に 500 J の熱を与えて仕事をさせたところ、与えた熱のうち 410 J を再び外部へ放出した。この熱機関の熱効率を求めなさい。

(問 5) 光が屈折率 n_1 の媒質から屈折率 n_2 の媒質へ入射するときの臨界角を i_0 とする。 $\sin i_0$ を n_1, n_2 を用いてあらわしなさい。ただし、 $n_1 > n_2$ とする。

(問 6) 両端を固定した長さ 0.75 m の弦を伝わる波の速さを測定したところ、70 m/s であった。この弦に 3 倍振動を生じさせるには、弦に与える振動数をいくらにすればよいか求めなさい。

2

図のように、階段の2段目（床A）の左方にはなめらかな登り斜面があり、床Aより高さ $\frac{1}{4}h$ だけ高い場所に質量 m の質点Pが静止している。また、床Aから右方には段差が h で、幅が d の床B（1段目）があり、ふたたび段差 h で床Cが続いている。階段の壁面はすべて鉛直で、床面はすべてなめらかで水平になっている。



いま、質点Pが斜面にそってすべり落ち、床Aの右端から水平方向に飛び出した。その後、質点Pは床Bに1度だけ衝突してはねかえり、床Cまで運動した。質点Pと床Bは、はねかえり係数 e ($0 < e < 1$) の非弾性衝突をするものとする。重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えなさい。解答欄には、答えと必要に応じて計算式も書きなさい。

(問1) 質点Pが床Aの右端に達したときの速さを求めなさい。

(問2) 質点Pが床Bに衝突する直前に、質点Pがもつ速度の鉛直成分の大きさを求めなさい。

(問3) 質点Pが床Bと衝突する際には、速度の水平成分の大きさは変化しない。その理由を30字程度で述べなさい。

(問 4) 質点 P が床 B ではねかえされた直後の速度の鉛直成分の大きさを求めなさい。

2022年度

さて、質点 P が床 B と 1 度だけ衝突し、かつ、床 C に到達するためには、以下の 2 つの条件を満たす必要がある：

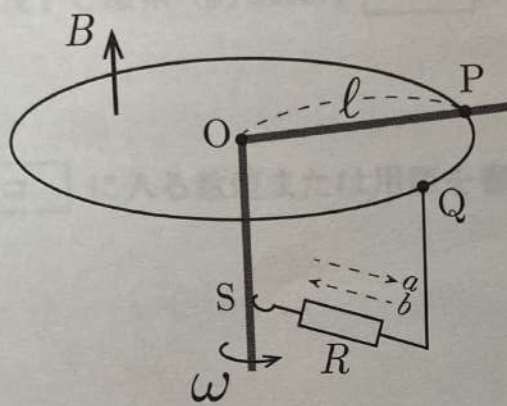
- (i) 床 B 上での水平到達距離が幅 d 以下であること、および、
 - (ii) 衝突後の放物運動によって水平到達距離が幅 d を越えること。
- ただし、水平到達距離はいつも床 A の右端から測るものとする。

(問 5) (i) の条件から、段差 h が満たすべき条件を不等式で表しなさい。

(問 6) (ii) の条件から、段差 h が満たすべき条件を不等式で表しなさい。

(問 7) 質点 P が床 C に衝突したときの水平到達距離を求めなさい。

一様な鉛直上向きの磁界（磁束密度 B ）中に、半径 ℓ の円環導体が水平に固定されている。図のように、円環導体、円環導体の中心 O をとおる L 字型の導体（L 型導体）、および、抵抗値 R の電気抵抗器からなる閉回路 OPQS を作った。L 型導体を、 O 点を通り円環導体に垂直な軸周りにモーターを用いて一定の角速度 ω で図のように回転させたところ、回路に電流が流れた。回転中、L 型導体は円環導体上をなめらかに回転する。また、抵抗器は L 型導体になめらかに接続されている。円環導体および L 型導体の電気抵抗、誘導電流による磁界、および回路の自己インダクタンスは無視できるものとして、以下の問いに答えなさい。解答欄には、答えと必要に応じて計算式も書きなさい。



(問 1) L 型導体が、時間 Δt の間に磁界を横切る面積を求めなさい。

(問 2) 回転中、OP 間に生じる誘導起電力の大きさを答えなさい。

(問 3) 回路を流れる電流の大きさと向きを求めなさい。向きは図中破線 a 、もしくは b で答えること。

(問 4) 単位時間あたりに電気抵抗器で発生するジュール熱の大きさを求めなさい。

(問 5) モーターが L 型導体を一定の角速度 ω で回転させるために必要な仕事率を求めなさい。

(問 6) 回転中の L 型導体に流れる電流が磁界から受ける力のする仕事と、誘導起電力が誘導電流を流すためにする仕事の関係について考える。(1), (2), (4), (5), および (6) には B , ω , ℓ , R , Δt などを用いた適切な式, もしくは数値を答え, (3) は選択肢より語句を選び, 以下の文章を完成させなさい。

L 型導体の回転中心から円環導体に接する点までの長さ (動径部分) には, 誘導電流が流れていることより, 磁界から大きさ $\boxed{(1)}$ の一様な力が加わる。

時間 Δt の間に動径部分が移動する平均距離は, 動径部分の midpoint の移動距離と等しく, $\boxed{(2)}$ となる。回転中は動径部分の移動方向と, 磁界から受ける力の方向がなす角度は常に $\boxed{(3) \text{ 同じ向き・逆向き }}$ であることから, 時間 Δt の間に磁界から受ける力が行う仕事は $W = \boxed{(4)}$ となる。

動径部分には誘導起電力 V が生じる。 V が時間 Δt の間に誘導電流 I を流すために行う仕事は, (問 2) と (問 3) の結果より, $VI\Delta t = \boxed{(5)}$ で与えられる。以上より, $W + VI\Delta t = \boxed{(6)}$ が示される。

令和4年度
物理
一般 A(2/4)
解答用紙

受験番号									
生年月日					年			月	
									日

採点欄	1	2	3

(問1) 0.31	(問2) 3.0 V	(問3) 8.3×10^4 Pa
(問4) 0.18	(問5) $\frac{n_2}{n_1}$	(問6) 140 Hz

2

(問1) $mg \cdot \frac{h}{4} = \frac{1}{2}mv^2$ より, $v = \sqrt{\frac{gh}{2}}$.	(問2) $h = \frac{1}{2}gt^2$ より, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$. $\therefore v_y = -gt = t\sqrt{2gh}$.	(問3) 衝突時に摩擦力が働かないので, 水平方向の運動量が保存するから.
(問4) $v_y = e\sqrt{2gt}$.	(問5) $v_x t = \sqrt{\frac{gh}{2}} \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = h \leq d$.	
(問6) 床 B ではねた後, 同じ高さに戻ってくるまでの時間は, 頂点に到達するまでの時間の 2 倍である. $0 = e\sqrt{2gh} - gt$ を解いて, $2t = 2e\sqrt{\frac{2h}{g}}$. このとき, 到達距離が d を越えればよい. $\therefore \sqrt{\frac{gh}{2}} \cdot \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} + 2e\sqrt{\frac{2h}{g}} \right) = (1 + 2e)h > d$.	(問7) 床 B ではねた後, 床 C に到達するまでの時間は, $0 = h + e\sqrt{2gh}t - \frac{1}{2}gt^2$ を解いて, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}(e \pm \sqrt{e^2 + 1})$ (マイナスの符号は捨てる). よって, 到達距離は, $h + \sqrt{\frac{gh}{2}} \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}(e + \sqrt{e^2 + 1}) = (1 + e + \sqrt{e^2 + 1})h$.	

3

(問1) $\frac{1}{2}\ell^2\omega\Delta t$	(問2) $\frac{1}{2}B\ell^2\omega$	(問3) 大きさ $\frac{B\ell^2\omega}{2R}$	向き b	(問4) $\frac{B^2\ell^4\omega^2}{4R}$	(問5) $\frac{B^2\ell^4\omega^2}{4R}$
(問6) (1) $\frac{B^2\ell^3\omega}{2R}$	(2) $\frac{1}{2}\ell\omega\Delta t$	(3) 逆向き	(4) $-\frac{B^2\ell^4\omega^2}{4R}\Delta t$	(5) $\frac{B^2\ell^4\omega^2}{4R}\Delta t$	(6) 0