

後期日程

平成30年度

科目	物理
----	----

理学部 物理学科
都市デザイン学部 地球システム科学科

注意事項

1. 開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけない。
2. この中には下書き用紙1枚、問題用紙6枚と解答用紙3枚が折りこまれている。試験開始の合図があってから確認すること。なお、試験問題に文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 試験開始後に、すべての解答用紙の指定欄に受験番号を算用数字で記入すること。氏名を書いてはいけない。
4. 解答は、すべて問題番号に対応する解答欄に記入すること。
指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価(採点)の対象としない。
問題に指示されていない限り、結果のみを解答すること。
5. 試験終了後、解答用紙の3枚のみを提出し、それ以外は持ち帰ること。

実施年月日
30.3.12
富山大学

平成30年度富山大学一般入試 個別学力検査

補 足 説 明

○3月12日(月)

理科「物理」 10時00分試験開始 理学部物理学科・都市デザイン学部
地球システム科学科

<補足説明>

理科「物理」

□4 文書の下から2行目の「スイッチをB端子側・・・」

の前に

「回路の電気抵抗が無視できる場合、」

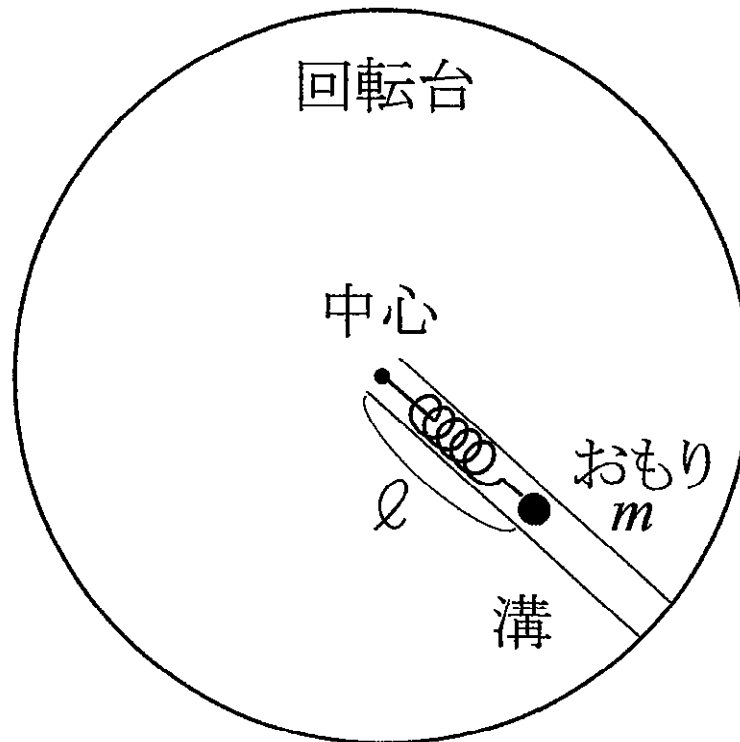
を加える。

下書き用紙

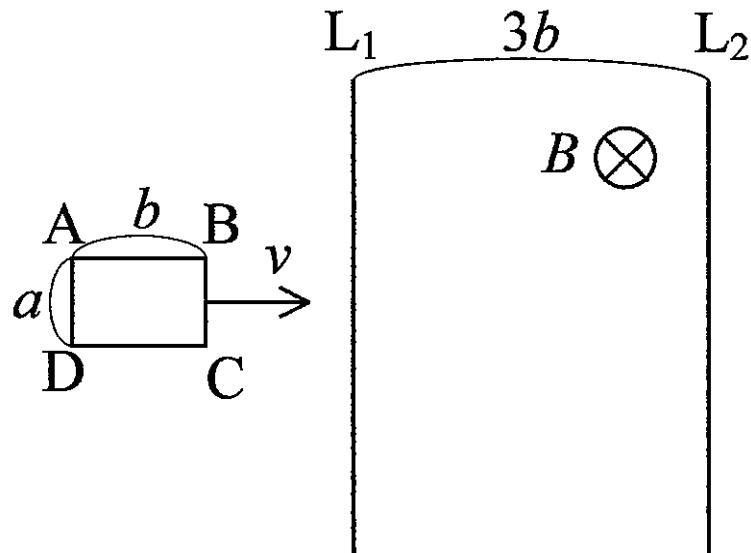
- 1 質量 m の小さな球形の雨滴が、重力と空気抵抗 F を受けて鉛直方向に落下している。以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。
- (a) 雨滴の加速度の大きさを a とするとき、運動方程式を利用して a を m, g , および F を用いて表せ。
 - (b) 空気抵抗は、雨滴が落下する速さとともにその大きさが大きくなり、やがて重力とつり合う。空気抵抗の比例係数を k とし、終端速度の大きさを v_f とする。 v_f を m, g , および k を用いて表せ。
 - (c) 時刻 $t = 0$ で静止していた雨滴が、終端速度に達するまでの速度の大きさ v の時間変化の概形をグラフに描け。
 - (d) 水平方向に走る電車内から終端速度に達した雨滴の落下を観察する。電車の速度ベクトルを \vec{v}_T , 雨滴の速度ベクトルを \vec{v}_f とし、大きさをそれぞれ、 20 m/s , 10 m/s とする。このとき、電車内で静止する観測者の観測する雨滴の相対速度ベクトル \vec{v}' と \vec{v}_f を \vec{v}_T との関係が分かるように解答欄の図中に描け。また、 \vec{v}' の大きさ v' を求めよ。ただし、平方根を含む場合には平方根のまま答えよ。

2 図は、水平に保たれた円盤状の回転台を真上からみたものである。自然の長さ l でばね定数 k のばねの一端を回転台の中心に固定し、他端には質量 m の小さなおもりを取り付ける。おもりは、回転台上の半径方向に沿った滑らかな溝の中で、半径方向にのみ動ける。この回転台を角速度 ω で回転させたところ、ばねが自然の長さから x_0 だけ伸びて、おもりは回転台に対して静止した。以下の問いに答えよ。ただし、ばねの質量は無視でき、回転台の半径は十分に大きく、回転軸は回転台の中心を鉛直に通るものとする。

- (a) 回転台の外に静止する観測者からみた、回転台の周期 T 、おもりの速度の大きさ v 、加速度の大きさ a を ω, l, x_0 を用いて表せ。
- (b) おもりにはたらく力のつり合いの式を書け。また、ばねの伸び x_0 を求めよ。
- (c) 次に、おもりの位置を半径方向にわずかに移動させた後、手をはなした。回転台上で回転台とともに回転する観測者からみると、おもりがどのような運動をするか説明せよ。



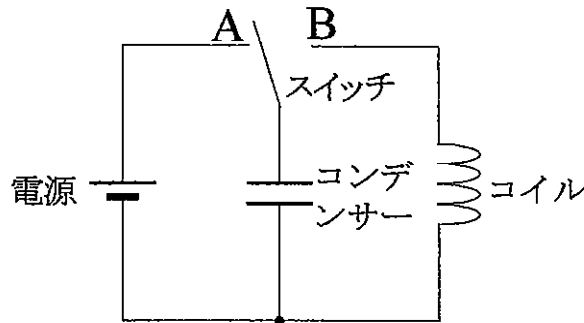
- 3 図のように、距離 $3b$ だけ離れた平行な2つの直線 L_1, L_2 の間の領域には、紙面に垂直に表面から裏面に向かって、磁束密度の大きさ B の一様な磁場が生じている。電気抵抗が R で、2辺の長さがそれぞれ a, b の長方形型の閉回路 $ABCD$ が、一定の速さ v で紙面上を動いている。ただし、紙面は滑らかで、運動の向きは L_1, L_2 に対して垂直、回路の辺 AD, BC の部分は L_1, L_2 に平行であるとする。以下の問いに答えよ。



- (a) 次の(ア)～(ウ)の物理量の時間変化を解答欄のグラフに描け。グラフの横軸にはそれぞれの物理量が増える時刻、縦軸にはその時の物理量の値を記入せよ。ただし、辺 BC が L_1 に到達した時刻を時刻の原点 $t = 0$ とする。
- (ア) 閉回路を貫く磁束 Φ
 - (イ) 閉回路に発生する起電力 E
(ただし $ABCD$ の向きに電流が流れる場合を正とする)
 - (ウ) 閉回路の速さ v を一定に保つために外部から加える力 F
(ただし v の向きを正とする)
- (b) 閉回路が L_1, L_2 の間の領域に入りはじめてから全体が通り過ぎるまでに閉回路に発生する熱エネルギー Q を求めよ。導き方も簡単に示せ。

- 4 以下の文章の空欄 (ア) ~ (オ) に入る最も適切な語句をそれぞれ下の [] の中の語群から 1 度だけ選び答えよ。また、空欄 (a) ~ (c) に入る適切な数式を答えよ。

[円運動 等加速度運動 単振動 振動 発散 増加 収束 減少 相互誘導
自己誘導 和 差 波長 周期 振動数 周波数]



起電力 V_0 の直流電源、電気容量 C のコンデンサー、自己インダクタンス L のコイル、およびスイッチからなる図のような電気回路がある。まず、スイッチを A 端子側につなぎ十分に時間を経過させた。このとき、コンデンサーに蓄えられる電気量とエネルギーをそれぞれ Q_0 、 E_0 とすると、 $Q_0 = CV_0$ 、 $E_0 = \frac{1}{2}CV_0^2$ となる。

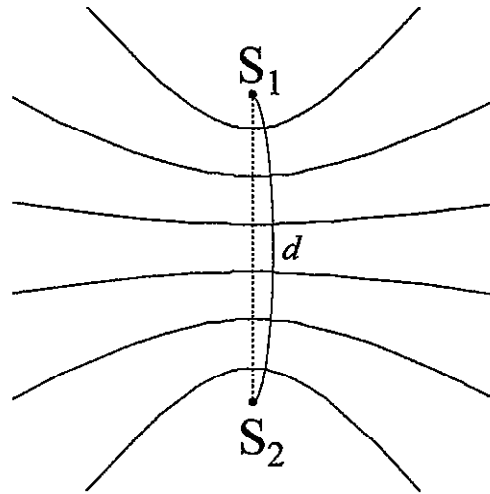
次に時刻 $t = 0$ でスイッチを B 端子側につないだ。その直後では、コンデンサーに蓄えられた電気量は Q_0 から (ア) するが、時間が経過するにつれて、コイルの自己誘導により、回路を流れる電流とともにコンデンサーに蓄えられた電気量は (イ) する。これに伴い、コンデンサーに蓄えられるエネルギーは変化する。回路の電気抵抗が無視できる場合、コンデンサーに蓄えられるエネルギーとコイルに蓄えられるエネルギーの (ウ) は変わらない。

回路の電気抵抗が無視できる場合のコンデンサーに蓄えられた電気量の (イ) の様子は、一端を壁に固定し、他端に質量 m の小球を取り付けた、なめらかな水平面上におかれた、ばね定数 k の水平ばね振り子の運動の様子に似ている。小球を持ち、ばねをまっすぐに伸ばしてから手を放すと、小球はばねの自然長の位置を中心とした (エ) をする。

ここで、ばねの自然長からの変位 x とコンデンサーに蓄えられた電気量 Q 、小球の質量 m とコイルの自己インダクタンス L 、およびばね定数 k と (a) が対応すると考えると、小球の (エ) の (オ) が $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ となることに対応して、コンデンサーに蓄えられた電気量の (エ) の (オ) は (b) となることがわかる。また、小球の持つばねの位置エネルギーにはコンデンサーに蓄えられたエネルギー、小球の運動エネルギーにはコイルに蓄えられたエネルギーが対応すると考えることができる。

スイッチを B 端子側につなぎ、時間が経過してコンデンサーに蓄えられた電気量が $\frac{1}{2}Q_0$ になったとき、コイルに蓄えられるエネルギーは、 E_0 を用いて (c) と表せる。

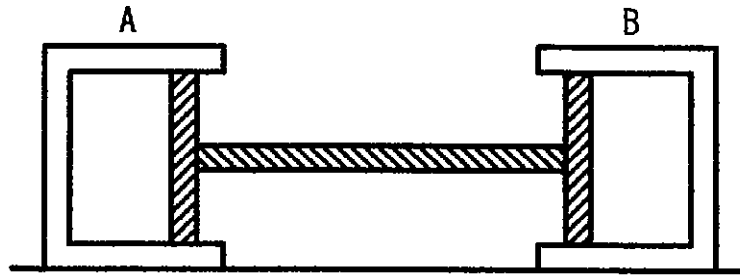
- 5 水面上で距離 d だけ離れた点 S_1, S_2 に二つの波源を置き, 二つの波源から振幅と波長 λ が同じ波を同位相で発生させた。そうすると, 二つの波が常に弱めあう点を連ねた線 (節線) は, 図のような6本の曲線になった。以下の問いに答えよ。



- (a) 節線上の任意の点を P とすると, 距離 S_1P, S_2P の差 $|S_1P - S_2P|$ と λ との間に成り立つ関係式を求めよ。
- (b) λ と d との間に成り立つ関係式を求めよ。
- (c) 次に, 振幅と波長は同じままで, 二つの波源から互いに逆位相の波を発生させた。このときの節線の数, d の大きさによっていくつかの可能性が考えられる。そのすべての可能性について, 理由とともに答えよ。

- 6 図のように、断面積が同じシリンダー A, B を床に固定し、連結ピストンで結んだあと、A, B それぞれに n [mol] の理想気体を入れた。このとき、両気体とも温度は T_0 [K]、圧力は p_0 [Pa]、体積は V_0 [m³] であった。

ただし、連結ピストンはなめらかに動き、熱は伝えないものとする。また、連結ピストンの温度変化による伸び縮みは無視できるものとする。



まず、シリンダー A が内外と熱のやりとりができるようにして、A 内の気体の温度を T_0 [K] に保ったまま、B 内の気体の温度をゆっくりと上げて T [K] にした。このとき、A, B 内の気体の圧力はそれぞれ p_A, p_B 、体積はそれぞれ V_A, V_B となった。以下の問いに答えよ。

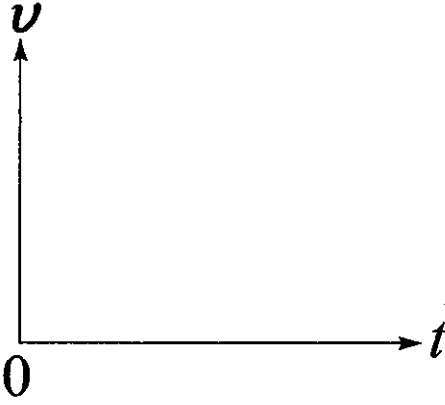
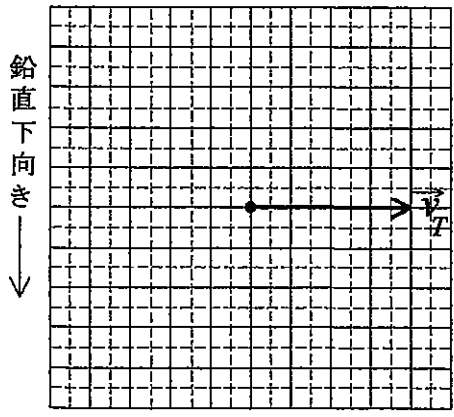
- (a) p_A, p_B を、 T_0, T, p_0 を用いて表せ。
 (b) V_A, V_B を、 T_0, T, V_0 を用いて表せ。

次に、A, B 内の気体の温度を T_0 [K] にゆっくりと戻した。その後、シリンダー A が内外と熱のやりとりができないようにして、B 内の気体の温度をゆっくりと上げて T [K] にした。このとき、A, B 内の気体の圧力はそれぞれ p'_A, p'_B 、体積はそれぞれ V'_A, V'_B となった。

- (c) V_A と V'_A の大小関係を次の(ア)~(ウ)の中から1つ選び、記号で答えよ。またその理由を説明せよ。
 (ア) $V_A < V'_A$ (イ) $V_A = V'_A$ (ウ) $V_A > V'_A$

受験番号	
------	--

1

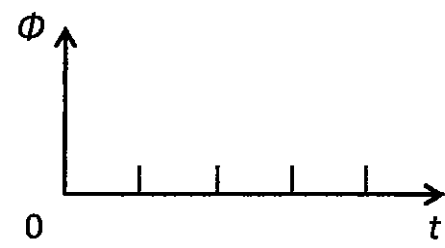
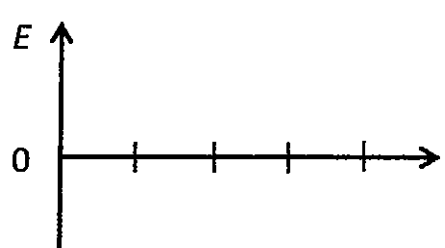
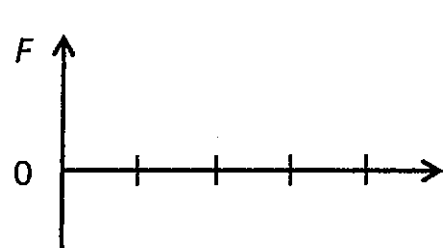
(a)	$a =$	(b)	$v_f =$
(c)		(d)	
			$v' =$

2

(a)	$T =$	$v =$	$a =$
(b)	式	$x_0 =$	
(c)			

受験番号	
------	--

3

(a)	(ア) 	(b)	$Q =$
	(イ) 		導き方
	(ウ) 		

4

(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(オ)	(a)	(b)	(c)

受験番号	
------	--

5

(a)	$ S_1P-S_2P =$
(b)	
(c)	

6

(a)	$p_A =$	$p_B =$
(b)	$V_A =$	$V_B =$
(c)	答え	
	理由	