

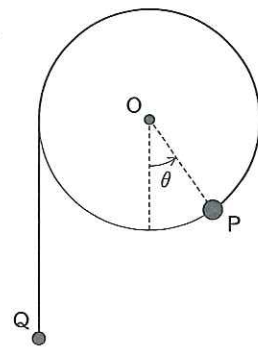
平成 24 年度 入 学 試 験 問 題 (前 期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理，化学，生物のうちから 2 科目を選択し，別紙解答用紙に受験番号，氏名を記入すること。
(ただし受験票，入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理，化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号，氏名を記入し，全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合，及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合，その答案は無効とする。
6. 出題数は物理，化学，生物おのおの 4 題，別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

I 半径 L [m] の軽い滑車が点 O を中心に鉛直面を自由に回転できるようになっている。この滑車の外周上の一点に、質量 $2m$ [kg] の小さなおもり P を埋め込んで、滑車といっしょに動くようにした。また滑車には軽くて細いひもを介して、質量 m [kg] のおもり Q を図のようにぶら下げた。ひもの端は P に固定されており、滑車が動くとおもり Q が上下するようになっている。ひもは十分に長く、 Q が滑車にぶつかることはない。滑車の質量や摩擦は無視してよいものとする。重力加速度を g [m/s²] として、以下の間に答えよ。ただし、滑車の回転角度は θ [rad] で表し、 P が O の鉛直下にあるときを $\theta = 0$ 、反時計回りを正とする。また、 Q の運動に関しては、鉛直下方向を正とする。

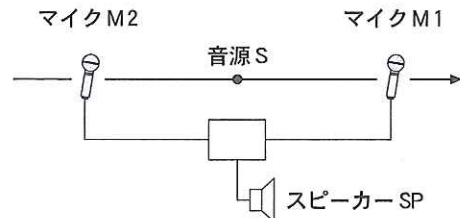


- (1) $\theta = 0$ の状態では、滑車は反時計回りに回転しようとする。滑車が回転しない状態を維持するには、 P に対して滑車の接線方向にいくらの力を加えればよいか。
 - (2) (1)の状態から P に加えた力を除くと、 Q は下降し始める。動き始めた瞬間の Q の加速度を求めよ。
 - (3) (1)の状態に戻してから、 P を手で支えながら滑車をゆっくり動かすと、 $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ の範囲で手の力を必要とせず釣り合う位置がある。このときの角 θ の値はいくらか。
- 次に、 $\theta = \frac{\pi}{2}$ まで滑車を回転させ、この状態のまま滑車が回転しないように手で止めた。
- (4) $\theta = \frac{\pi}{2}$ の時、 Q は(1)の状態 ($\theta = 0$) よりどれだけ下がっているか。
 - (5) 滑車から手を離すと、滑車は時計回りに回転を始め、 Q は上昇を始めた。動き始めた瞬間の Q の加速度を求めよ。
 - (6) 時計回りに回転を始めた滑車は、やがて回転方向が反転する。この反転する位置について正しい記述を選び、記号で答えよ。
 - (ア) $\theta > 0$ で回転方向が反転する
 - (イ) $\theta = 0$ で回転方向が反転する
 - (ウ) $\theta < 0$ で回転方向が反転する
 - (7) Q は上下に往復運動を繰り返すことになる。この一連の運動の中で Q の速さが示す最大値を求めよ。また、そのときの θ の値はいくらか。

II 以下の間に答えよ。なお、① から ⑤ については V と w 、⑥ から ⑧ については n 、 m 、 w のうち、必要なものを用いて解答せよ。また、⑨ から ⑪ は x 、 y 、 z の等式を、⑫ は、 L 、 ρ 、 F を用いた式を記せ。

- (1) 音源 S が発する音の振動数 f_0 [Hz]、波長 λ [m]、および音速 V [m/s] を求めるために観測をした。2 個のマイク $M1$ 、 $M2$ を図のように音源 S をはさんで直線上に配置した。そして、2 個のマイクで音を検出し、その出力を足し合わせてスピーカー SP を鳴らすようにした。まず、マイク $M2$ を静止させた状態で、マイク $M1$ を音源 S から遠ざかるように一定速度 w [m/s] で動かした。

$M1$ は、振動数 $f = f_0 \times$ ① [Hz] の音を受信する。従って、スピーカー SP からは 1 秒間に $n = f_0 \times$ ② 回のうなりが聞こえる。次に、マイク $M1$ と $M2$ をともに静止させたまま、音源 S をマイク $M1$ の方向に速度 w で動かすと、 $M1$ は振動数 $f_1 = f_0 \times$ ③ [Hz] の音を受信し、 $M2$ は振動数 $f_2 = f_0 \times$ ④ [Hz] の音を受信する。従って、スピーカーからは 1 秒間に $m = f_0 \times$ ⑤ 回のうなりが聞こえる。これらの測定から、音源が出す音の振動数 f_0 は ⑥、音速 V は ⑦ と求められる。また、波長 λ は、⑧ である。



- (2) 一般に弦の基本振動数 f [Hz] は、弦の長さ L [m]、線密度 ρ [kg/m] と張力 F [N] で定まり、

$$f = C \times L^x \times \rho^y \times F^z \quad (C \text{ は次元のない定数})$$

で与えられる。物理量の単位は、時間、長さ、質量の 3 つの量の組み合わせで決まることを考えれば、上式の両辺について、長さの次元を比較すると ⑨ という x 、 y 、 z が満たすべき式がえられる。また、時間と質量の次元についてもそれぞれ比較して、⑩ と ⑪ という 2 つの式がえられる。これらの 3 つの連立方程式を解くと、弦の基本振動数を与える式は

$$f = C \times$$
 ⑫

となる。

Ⅲ 真空中に一辺の長さが a (m) の正方形の領域 PQRS があり、正方形の内部には磁束密度 B (Wb/m²) の一様な磁場がある。磁場の方向は正方形の面(紙面)に垂直で面の裏から表に向いている(図1)。正方形の外部には磁場はない。この磁場に平行に、一辺の長さが a の正方形の金属板を図2のように置いた。金属板1の相対する辺の中点は、点Pと点Sに一致するように、また金属板2の相対する辺の中点は点Qと点Rに一致するように置かれ、2枚でコンデンサーを形成している。

磁場のある領域の中へ、質量 m (kg)、電荷 q (C) をもつ荷電粒子を速さ v (m/s) で入射させたときの運動を考える。粒子は、正方形 PQRS が作る平面内で、PQ の中点 M から辺 PQ に垂直に入射させた。

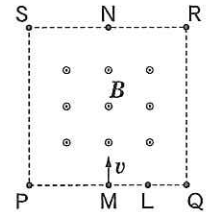


図1

(1) $v = v_1$ (m/s) とすると、コンデンサーが帯電していないとき、粒子は点 R に到達した。

- ① 粒子の電荷は正であるか負であるかを記せ。
- ② 粒子が点 R に到達したときの速さ v_R (m/s) はいくらか。 v_R を a, B, m, q, v_1 の中の適当な記号を使って表せ。
- ③ v_1 はいくらか。 a, B, m, q の中の適当な記号を使って表せ。

次に、金属板1と金属板2の間に電位差 V_1 (V) を与えると、荷電粒子は辺 RS の中点 N に到達するようになった。(金属板1と金属板2の間の空間には一様な電場が作られると考えてよいものとする。)

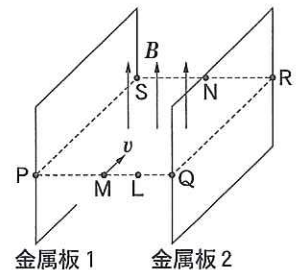


図2

- ④ このとき荷電粒子は、領域の中でどのような経路をたどると考えられるか、簡潔に記せ。
- ⑤ 金属板1と金属板2のどちらの電位が高いか。
- ⑥ 電位差 V_1 はいくらか。 a, B, m, q の中の適当な記号を使って表せ。

(2) 荷電粒子が磁場の領域に入射するときの速さを $v = v_2$ (m/s) に変えると、コンデンサーが帯電していなければ、粒子はMQの中点Lに到達するようになった。

- ⑦ 点Lにおける粒子の速度の向きを記せ。
- ⑧ 電位差 V_2 は V_1 の何倍になるか。 $\frac{V_2}{V_1}$ の値を記せ。

次に、金属板1と金属板2の間に電位差 V_2 (V) を与えると、粒子は辺 RS の中点 N に到達するようになった。

Ⅳ 以下の問に答えよ。

(1) 水の入った容器の中に発熱量 17.0 kW のヒーターを入れて加熱している。水温は 100 °C になっており、さらに加熱すると水が蒸発して、容器が空になる恐れがある。それを避けるため、水量が一定値を保つように水を注入したい。1分間に何gの水を注入すればよいか。ただし、注入する水の水温は 30 °C で、水の比熱および気化熱は、それぞれ 4.18 J/(g·K)、2.26 kJ/g である。

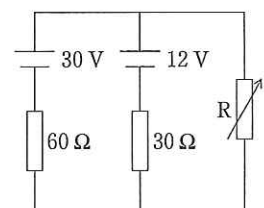
(2) 次の文章の下線部が正しければ○を、誤っていれば正しい語句を解答欄に記入せよ。

① 正に帯電している棒をスチール製の空き缶に近づけると、電磁誘導により金属中の自由電子が移動し、スチール缶が棒に引き寄せられる。その棒を遠ざけてから、負に帯電させた棒を近づけると、スチール缶は遠ざけられる。なお、棒とスチール缶が接触することはないものとする。

② 20 °C の部屋から 5 °C の室外に出た音の高さは高く、速さは遅く、波長は長くなる。

(3) 金属 A と金属 B でできた王冠がある。A と B の割合を調べるため、王冠と同じ質量の A の塊と B の塊を用意した。そして、水をいっぱい入れた容器に、王冠、A の塊、B の塊を沈めると、それぞれ、水が 640 cm³、400 cm³、800 cm³ あふれ出た。王冠中の金属 A の質量の割合は何パーセントか。

(4) 図のように 30 V、12 V の電池と、60 Ω、30 Ω の抵抗、および可変抵抗 R を接続して回路を作った。



- ① R の抵抗値を 20 Ω にすると、R に流れる電流はいくらか。
- ② 30 Ω の抵抗に電流が流れないようにするには、R の抵抗値をいくかにすればよいか。

大阪医科大学

物理 (前期)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

受験番号

物理 (前期)

I	
II	
III	
IV	
計	

I	(1)	[N]	(2)	[m/s ²]	(3)	[rad]
	(4)	[m]	(5)	[m/s ²]	(6)	
	(7)	最大値 :			[m/s]	θ :
II	(1)	①	②	③		
		④	⑤	⑥		
		⑦	⑧			
	(2)	⑨	⑩			
		⑪	⑫			
III	(1)	①	②			
		③	④			
		⑤	⑥			
	(2)	⑦	⑧			
IV	(1)					
	(2)	(a)	(b)	(c)		
		(d)	(e)	(f)		
(3)	(4)	①	[A]	②	[Ω]	