

令和3年度 入学試験問題

理科 (前期)

試験時間	120分
問題冊子	物理 1～8頁
	化学 9～18頁
	生物 19～30頁

注意事項

1. 指示があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題冊子および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. スマートフォン等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机上には、受験票と筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。（耳栓、コンパス、定規等は使用できない。）
7. 問題冊子および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題冊子の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 中途退室時は、問題冊子および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返し、問題冊子は持ち帰ること。

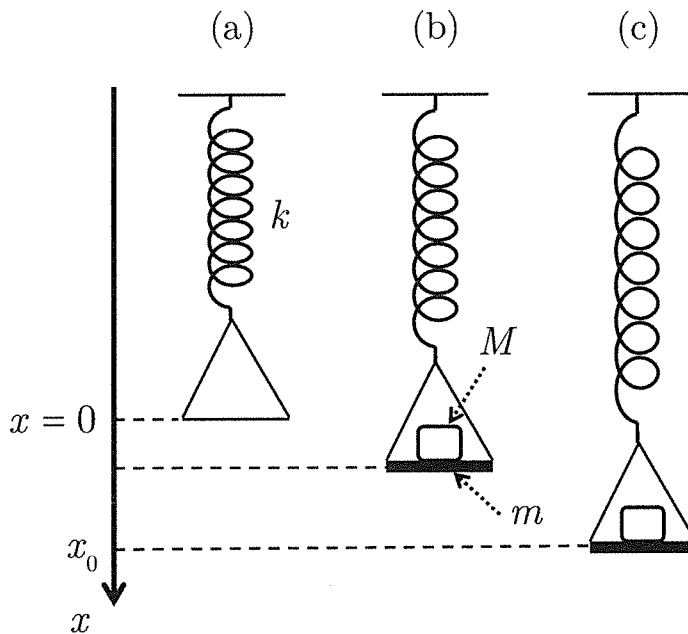
受験番号	
------	--

氏名	
----	--

物 理

[I] 図 (a) のように、バネ定数 k のバネとかごをつないで、バネが自然長のときに $x = 0$ m の位置にかごの底部が来るようにする。バネとかごの重さは無視できるものとする。次に、図 (b) のように、かごの底部に質量 m の薄い板を接着させ、その上に質量 M の物体を置く。下向きに x 軸の正の向きをとる。以下では、 $k = 1.0 \times 10^2$ kg/s²、 $M = 0.90$ kg、 $m = 0.10$ kg、重力加速度を 10 m/s²、円周率を 3.14 として、以下の の中に適した答えを有効数字 1 桁で書け。

図 (b) の状態で動かないときに、板の位置は $x =$ m であり、板を微小に動かしたときの振動の周期は s である。次に図 (c) のように、板を x_0 [m] まで伸ばして静かに手を離す。 x_0 がある値より大きいと運動の途中で物体 M は板から離れるが、離れる瞬間の位置は $x =$ m である。また、物体 M が板から離れるための x_0 の最小値は m である。上で与えられている条件で、 $x_0 = 0.40$ m のとき M が到達する最高点の位置は $x =$ m である。

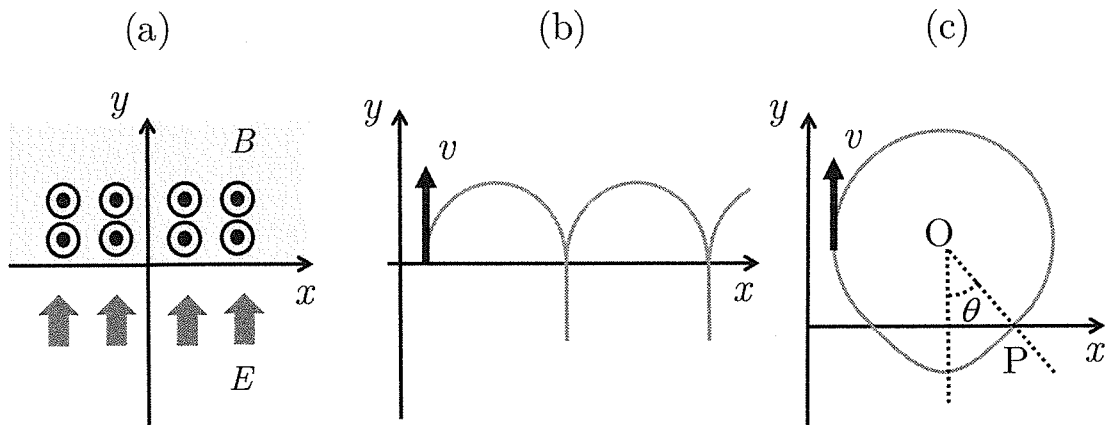


図

[II] 図 (a) のように x 軸より上側で、裏から表に紙面を貫く方向に、一定の大きさの磁場 B が存在し、 x 軸より下側には上向きに一定の大きさの電場 E が存在する場合を考える。そこに質量 m 、正の電荷 q の荷電粒子を初速度 $v (> 0)$ で投入する。以下の の中に適した答えを書け。なお、必要があれば、円周率として π を使用せよ。

図 (b) のように x 軸上で y 軸の正の方向に荷電粒子を打ち出すと、粒子が再び x 軸に到達するまでの時間は ア であり、その間に x 軸の方向に進んだ距離は イ である。また、 $y < 0$ となる空間に入ってから x 軸に戻る最短の時間は ウ である。この一連の現象で荷電粒子は x 軸方向に進んでいくが、 x 軸方向の平均の速さは、 v が非常に大きくなると エ に近づいていく。

次に図 (c) のように、 x 軸から離れた位置で y 軸の正の方向に荷電粒子を打ち出す場合を考える。このときに図 (c) にあるような角度 (磁場中の円運動の中心を O 、軌道が x 軸と交わる点を P としたときに、 OP と y 軸のなす角) を θ としたときに、この軌道が図 (c) のように閉じるための条件は $\cos \theta =$ オ である。



図

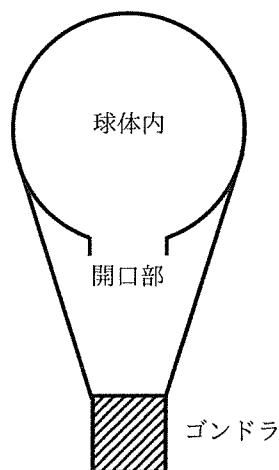
[III] 図のような熱気球がある。球体の下端には開口部があって、内部が外気に通じていて、常に内部の空気を外気と等しい圧力に保つようにできている。球体内の体積は常に一定で、球体の内部にはヒーターがあって球体内の温度を調節することができ、これによって熱気球は上昇、下降を行うことができる。熱気球の球体内の体積は 2200 m^3 であり、球体内部の空気の質量を除いた熱気球全体の質量は 200.0 kg である（ゴンドラ内にあるおもりも含めた質量である）。なお、地表における大気の温度、圧力、密度を、それぞれ 290.0 K 、 $1.100 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 1.200 kg/m^3 とする。また、大気は理想気体とし、その組成、温度は高度によらず一定と仮定する。以下の の中に適した答えを書け。ただし、数値で答える場合には、有効数字 3 桁で答えること。

大気を理想気体とみなすとき、ある大気の系の圧力、体積、温度、そのモル数を、それぞれ P 、 V 、 T 、 n 、また、気体定数を R とすれば、その系について状態方程式 $PV = nRT$ が成立する。この系の気体の平均分子量を M 、この系の密度（単位体積あたりの質量）を d とすると、次式が成立する。

$$\frac{R}{M} = \text{ア}$$

熱気球を地面にとめておいて、球体内部の空気の温度を、 290.0 K から 319.0 K にすると、球体内部の空気の質量は kg だけ減少する。また、この熱気球を地面から浮かせるためには、球体内部の空気の温度を、最低 K まで上げる必要がある。

球体内部の空気の温度を常に K に保つことができるような装置をつけて、ゴンドラ内にあるおもりを、 50.00 kg だけ軽くしたとすると、熱気球は上昇し、やがてある高度で静止する。この高度における大気の密度と圧力はそれぞれ kg/m^3 、 $\times 10^4 \text{ Pa}$ である。

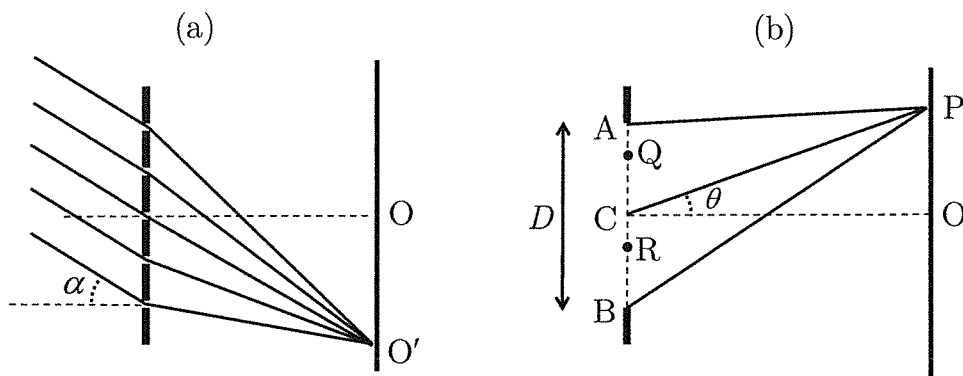


図

[IV] 以下の の中に適した答えを書け。ただし、レーザー光の波長は λ 、回折格子や単スリットとスクリーンとの距離は L とし、格子定数や単スリットの幅は L と比べて十分小さいとしてよい。なお、必要があれば、円周率として π を使用せよ。

問1 レーザー光を格子定数 d の回折格子に垂直に当てると、その回折格子と平行のスクリーン上に生じる明点の間隔は ア である。次に、スクリーンと回折格子の間が屈折率 n の気体で満たされているときに、図 (a) のように入射角 α で上と同じ回折格子にレーザー光を入射すると、スクリーン上でもっとも明るい中心点 O は $\alpha = 0$ の場合と比べて イ だけずれた点 O' に移動する。ただし、入射角は非常に小さいものとする。

問2 幅 D の単スリットにレーザー光を当てたときにスクリーン上に生じる干渉縞について考察してみよう。図 (b) のように単スリットの端 A , B とその中点 C をまず考える。スリットから角度 θ だけ傾いて光が到達する点を P としたときに、 A と C の間の光の位相差 (位相遅れ) は ウ となる。すると、この差が π になったときに、 A と C からの光は P で打ち消しあい、暗くなる。その際に、 A と C の間の点 Q 、 C と B の間の点 R で考えても、 AQ と CR の距離が同じであれば波の打ち消しあいが起こるので、全体として単スリットからの光は打ち消しあうことになる。よって、スクリーン上の最も明るい点 O からこの最初の暗点までの距離は エ である。同様に考えて、 O から2番目の暗点までの距離は オ となる。



図

