

令和2年度 入学試験問題

理科問題用紙(前期)

試験時間	120分
問題用紙	物理 1～8頁
	化学 9～18頁
	生物 19～29頁

注意事項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
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. 問題用紙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. 携帯電話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. 問題用紙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. この問題用紙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、問題用紙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、問題用紙は持ち帰ること。

受験番号	
------	--

氏名	
----	--

物 理

[I] 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。

問1 図1のような衝突の問題を考える。質量 m で速さ v の小球 A と同じ質量と速さをもった小球 B が原点 O で衝突したのち一体となり、 x 軸から角度 30° の方向に進んだ。このとき衝突前の角度 θ の値は 度であり、衝突の際に小球 A の受けた力積の大きさは である。

問2 図2のように、地球の中心 O を通り、地表 A, B に達する一直線のトンネルを掘る。地球は半径 R の一様な球とし、地表面での重力加速度を g とする。トンネル部分の体積は地球の体積に比べて非常に小さいとする。また、地球内部で中心 O から半径 r にある物体が地球から受ける万有引力は、中心 O から半径 r の球内にある質量が、中心 O に集中していると考えたときの万有引力と等しいことが分かっている。空気の抵抗や摩擦は無視する。このとき、中心 O から半径 r のところにあるトンネル内の質量 m の物体に働く力の大きさは である。A から初速度ゼロで物体を落下させると、B に初めて到達するまでの時間は であり、その間の最大の速さは である。

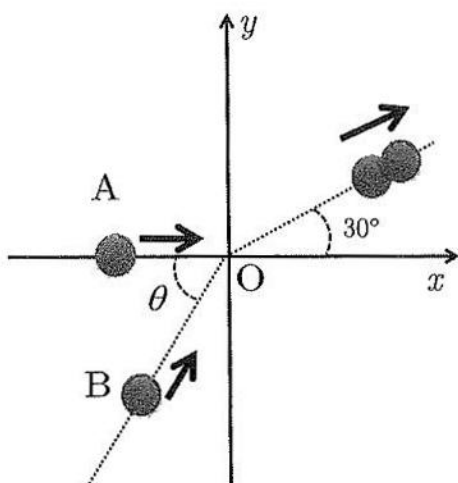


図1

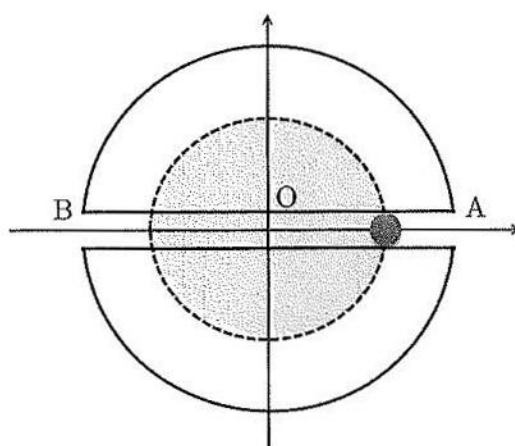
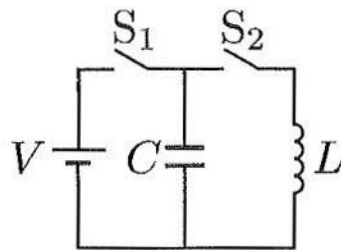


図2

[II] 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 を使用し、問 2 は有効数字 2 桁で答えよ。

問 1 図のような、電圧 V 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、2つのスイッチ S_1 , S_2 からなる回路がある。最初にスイッチ S_2 を開いたまま、スイッチ S_1 を閉じる。十分に時間が経った後に、 S_1 を開き、その後に S_2 を閉じる。すると、コイルの自己誘導のために一定の周期で電気振動現象が起こる。このとき、回路に流れる電流の最大値は ア である。スイッチ S_2 を閉じた瞬間を時間 t の原点にとると、コンデンサーに蓄えられる t 秒後の電気量は イ である。また、スイッチ S_2 を閉じてから電流が初めて最大値になるまでの時間は ウ である。



図

問 2 発電所から 1.0×10^5 kW の電力を 5.0×10^5 V の電圧で送電した。送電線の全抵抗値は 100Ω である。このとき、送電線で失われた電力は、送電した電力の エ % である。送電線の長さを 4 倍にすると、4 倍の長さにする前の電力の損失割合 (エ %) と同じにするためには、 オ V の電圧で送電する必要がある。

[III] 図1のような断面積 S のシリンダーと質量 M のピストンがある。シリンダー内には、単原子分子の理想気体 1 モルが外気圧に等しい圧力 P の状態に入っている。ピストンはシリンダーの一端から L の位置 A に静止して平衡状態にある。下記の文章の に適した答えを書け。なお、シリンダーとピストンとの間の摩擦は無視し、重力加速度を g とする。

図1の状態から、シリンダーを温度一定のもとでゆっくりと水平面より 30° だけ傾けたところ、ピストンは降下し、図2のように位置 B でつり合って静止した。この過程において、シリンダー内部の理想気体の内部エネルギーの変化は ア である。また、ピストンが降下して位置 B でつり合ったとき、シリンダー内部の理想気体の圧力は $P +$ イ であり、シリンダーの一端からピストンの静止している位置 B までの長さは $2PSL \div$ ウ である。

次に、図2の状態からシリンダーをゆっくりと加熱して、内部の理想気体の温度を上げ、ピストンを A の位置まで押し上げた。このとき、加熱によるシリンダーの膨張は無視できるとして、シリンダー内部の理想気体をした仕事は エ であり、理想気体に与えられた熱量は オ である。

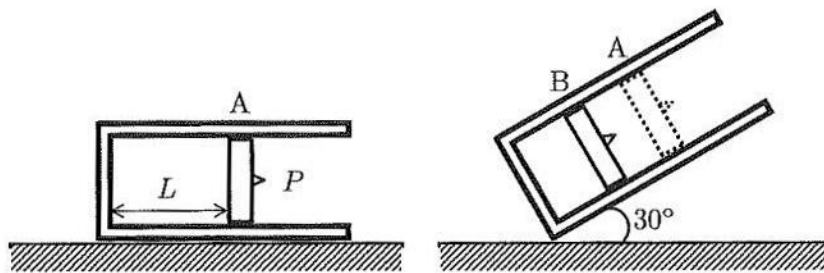


図 1

図 2

[IV] 以下の の中に適した答えを書け。ただし、 ア では波の性質を表す最適な言葉を答えよ。有効数字 3 桁として計算を行い、最終的には有効数字 3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で答えよ。必要があれば、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.24$ の値を計算に利用せよ。

問 1 ラジオ放送は、電波をラジオが受信することによって聞くことができる。ラジオ放送が流れている車に乗ってトンネルに入った際に、トンネル内部では電波が届かないために放送を聞くことができなくなったが、トンネルに入った直後では、電波が障害物の背後に回り込む性質をもつために聞くことができた。この現象を波の ア という。

問 2 一直線の道路で車を 80.0 km/h の速さで走らせていると、道路のすぐ脇に道路と平行に一直線に敷かれている線路の前方から電車がやってきて、後方へ去った。電車とすれ違う際に、電車は警笛を鳴らしており、すれ違う前の警笛の振動数は、すれ違った後の振動数の 1.60 倍であった。音速を 1200 km/h とすると、電車は イ km/h の速さで進んでいることになる。このとき、道路脇に立っていた人にとって、電車が自分の前を通過する前の警笛の振動数は、通過した後の振動数の ウ 倍である。

問 3 空中の A 点で光った稲妻を地平面の B 点で見た。その 20.0 秒後に地平面と 30.0° の角度をなす方向から雷鳴が聞こえてきた。なお、稲妻と雷鳴は、A 点で同時に発生したものとみなす。また、簡単のため、地平面から 1.70×10^3 m の高度までは 15.0°C であり、それより上空は -5.00°C になっているものと仮定する。

気温 $t^\circ\text{C}$ における音速を $(0.600t + 331)$ m/s とするとき、最も早く伝わってきた音波が A 点から B 点まで達するのに、 エ km の経路を伝わったことになる。また、A 点と B 点との間の水平距離 (A 点の真下の水平面上の位置と B 点との間の距離) は、 オ km である。

