令和４年度 入学試験問題
理科（後期）

試験時間	１２０分
問題冊子	物理　１～６頁 化学　７～１６頁 生物　１７～２７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，鞄の中にしまうこと。
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	

受験番号	

氏　名	

令和４年度（後期）

物　理

解答用紙

採点欄	1	2	3

[Ⅰ]	ア	イ	ウ
	エ	オ	カ
	キ		
[Ⅱ]	ア	イ	ウ
	エ	オ	カ
	キ		
[Ⅲ]	ア	イ	ウ
	エ	オ	カ

物　　理

［Ⅰ］ 図1のように，ばね定数 k で同じ自然長をもつ2つの非常に軽いばねを，質量 m の物体A（質点とみなす）や三角柱の突起物と接続する。ばねと接続している突起物の間の距離は自然長の2倍であり，突起物は三角柱に固定されている。三角柱の斜面の角度を30°とし，Aやばねと斜面の間の摩擦はないものとする。重力加速度を g，円周率を π として，以下の［　　］に適した答えを書け。なお運動は図の紙面上でのみで起こるものとし，三角柱の回転は考えない。

はじめに図1のように，三角柱と地面の間を固定しておく。ばねの長さが自然長となる位置にAを固定する。それからAを固定するのをやめると，Aは単振動をするが，その振幅は［ア］，周期は［イ］，斜面がAに及ぼす垂直抗力は［ウ］である。

次に，図2のように三角柱と地面の間の固定をやめ，滑らかに動くようにする。最初は2つのばねは自然長にあり，その間にAを固定する。それからAを固定するのをやめると，Aが斜面に沿って右向きに x まで動いたときに，質量 $3m$ の三角柱の加速度は地面に沿って左向きに a となった（ただし，$x=0$ のとき，ばねは自然長にあることに注意せよ）。このとき斜面がAに及ぼす垂直抗力は a の関数として［エ］であり，三角柱の運動方程式を立てると，

$$3ma = \frac{\boxed{\text{エ}}}{2} + \boxed{\text{オ}}$$

となる（ただし，三角柱はばねから力を受けているので，［オ］は x の関数となることに注意せよ）。これらから a について解くと，x の関数として，

$$a = \frac{\sqrt{3}}{13} \times \boxed{\text{カ}}$$

となる。このとき三角柱は単振動をしているが，その周期は［イ］の［キ］倍となる。

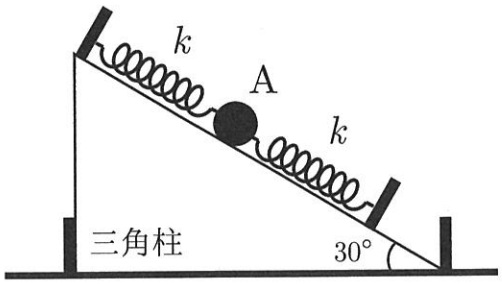


図1

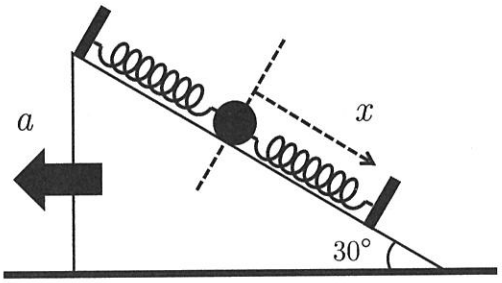
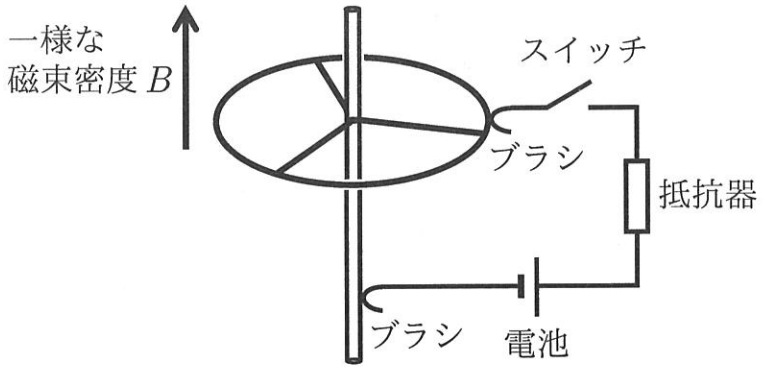


図2

［II］ すべて導体でできている図のような回転子が，その回転軸に平行で一様な磁束密度 B〔T〕の磁場の中に置かれている。回転子は軸に垂直な平面上にある円輪と，軸と円輪をつないでいる長さ r〔m〕の3本の導体棒からなっており，回転軸および円輪に接する2つのブラシ(接触子)には，起電力 E〔V〕の電池，電気抵抗 R〔Ω〕の抵抗器，およびスイッチが直列につながっている。下記の文章の［　　］に適した答えを書け。なお，回転子の電気抵抗，および回転子とブラシとの間の摩擦力は無視できるものとする。

回転子が静止している状態でスイッチを閉じた瞬間，抵抗器には［ア］〔A〕の電流が流れる。電流が流れると回転子は回転し始める。回転子の角速度はしだいに大きくなっていくが，回転軸と円輪との間に生じる誘導起電力が V〔V〕のとき，回転子の角速度は［イ］〔rad/s〕である。

その後十分に時間が経つと，回転子は［イ］の［ウ］倍の角速度で一定に回転するようになるが，このとき抵抗器での消費電力は［エ］〔J/s〕である。この角速度で一定に回転している回転子の円輪に不導体の物質を軽く押しつけ，その摩擦力で回転を減速させる。摩擦力を一定に保つように調整したところ，回転子の角速度はそれまでの3分の1となった。このとき，抵抗器では［ア］の［オ］倍の電流が流れる。また，電池から供給されるエネルギーは，抵抗器でのジュール熱と，円輪と不導体の間で発生する熱を合計したものに等しくなるので，円輪と不導体の間で単位時間当たりに発生する熱は［ア］×［カ］〔J/s〕となる。この熱は，円輪と不導体との間の摩擦力がする仕事によって生じているものなので，この摩擦力の大きさは［ア］×［キ］〔N〕である。



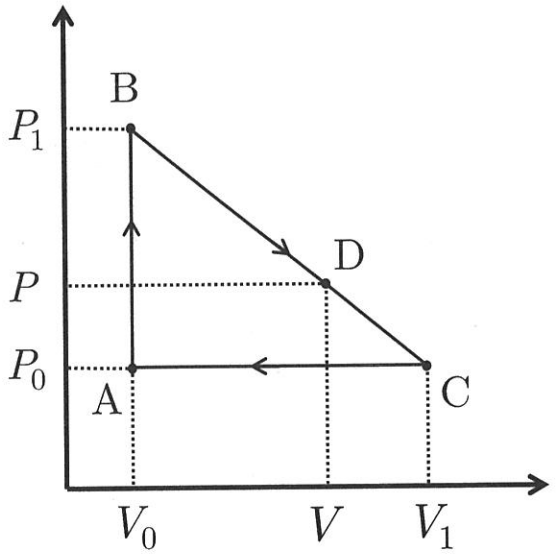
図

[III] 1モルの単原子分子理想気体が封入された系に対して，図のような熱サイクルを考える。過程 A→B は等積過程，過程 C→A は等圧過程，過程 B→C は圧力が体積の1次関数として変化していく過程である。状態 D は状態 B と C の間の状態である。状態 A，B，C，D での圧力，体積をそれぞれ (P_0, V_0)，(P_1, V_0)，(P_0, V_1)，(P, V) とする。以下の $\boxed{}$ に適した答えを書け。ただし，$\boxed{ア}$，$\boxed{イ}$，$\boxed{ウ}$，$\boxed{エ}$ では数字以外は P_0，P_1，V_0，V_1 のみを使って答えよ。また $\boxed{オ}$，$\boxed{カ}$ に入る数値はそれ以上約分できない分数（既約分数）で書くこと。

状態 A から B に変化したときに系が吸収する熱は $\boxed{ア}$ となる。また状態 B から D まで変化するときに一般に熱の出入りがあるが，その収支として系が吸収もしくは放出する熱 Q は，

$$Q = \boxed{イ} \times V^2 + \boxed{ウ} \times V + (V \text{ によらない定数})$$

と書ける。この関数形から，$V = \boxed{エ}$ のときに Q は最大値をとり，そのときに熱の出入りの過程は吸熱過程（熱を吸収する過程）から放熱過程（熱を放出する過程）に変化することが分かる。以上のことを考慮すると，$P_1 = 2P_0$，$V_1 = 3V_0$ のときは，過程 B→C は常に吸熱過程であり，熱効率は $\boxed{オ}$ となる。$P_1 = 3P_0$，$V_1 = 3V_0$ のときは，過程 B→C の途中で吸熱過程から放熱過程に変わり，熱効率は $\boxed{カ}$ となる。



図