

令和2年度 入学試験問題

理科 問題用紙 (後期)

試験時間	120分
問題用紙	物理 1～8頁
	化学 9～20頁
	生物 21～33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. 机の上には、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、重力加速度を g とし、必要があれば円周率として π を使用せよ。

問1 図1のように、水平面に置かれた質量 $3m$ の直方体の物体が、質量の無視できる伸びない糸で結ばれ、その糸は水平面に開けられた小さな穴を通して質量 m の球体と結ばれている。なお、球体は質点と考えてよく、直方体の物体は水平方向に引かれているものとし、糸は穴のところで曲げられ、その場所の摩擦は無視できるものとする。直方体も球体も動かないとき、直方体と水平面との間に働いている静止摩擦力の大きさは ア である。

次に、穴(糸の支点と考えてよい)と球体との長さを L に保ったまま、鉛直軸のまわりに半径 a の水平な円周上を一定の角速度で球体を回転させた。すなわち、糸の支点が固定されている運動(円すい振り子)と考えてよい。このとき、この回転運動の角速度の2乗は イ である。もし、直方体と水平面との間の静止摩擦係数が $\frac{1}{2}$ で、 a の値をゼロから徐々に大きくしていくとすると、直方体は a が ウ より大きくなると動き出す。

問2 どの部分も一定の密度 ρ で、高さ H の円柱 A が、図2のように水に浮かんで静止している。水の密度は ρ_0 で、水面と A の側面とは垂直に交わっている。この A の底面から水面までの長さは エ である。この円柱 A に対し、真上から鉛直下方向に力を加えて少しだけ沈め(上面は水の中に入れない)、静止させた後に力を加えることをやめると、A は上下に振動し始めた。このとき、この振動の振動数は オ である。

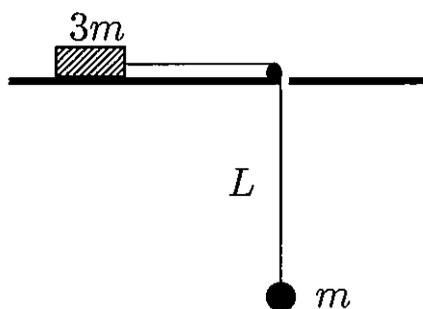


図1

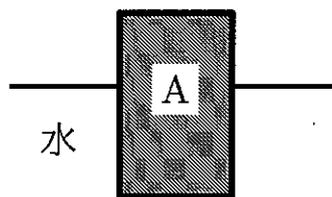


図2

[II] 図1のように平面ガラス板の上に半径 R の球面をもつ平凸レンズを置き、その上方から波長 λ の単色光を当てる。このとき反射光を上から観察すると、ガラス板とレンズが接する O を中心として同心円(リング)状の干渉縞が現れる。以下の の中に適した答えを書け。ただし、 ア には以下の(あ)~(う)から適切な選択肢を、 イ には適切な式を入れよ。 ウ から オ については、有効数字2桁の数字を入れよ。

中心 O を観察すると ア になっている。図1にあるように、中心 O から r だけ離れた平凸レンズ表面上の点の平面ガラスからの高さ(図1の矢印)は、その高さや r が R に比べて非常に小さいとき、 r と R を使って イ と表される。 $\lambda = 4.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ 、 $R = 1.0 \times 10^2 \text{ m}$ のときは、3番目の大きさの明るいリングの半径は ウ cm となり、10番目の大きさの暗いリングの半径は エ cm となる。ただし、0でない最小の半径をもつリングを1番目と数えること。また、同じ λ, R のとき、図2のように平凸レンズを上微小に動かすとリングの大きさは変化するが、あるところまで変位させると図1の場合と同じ大きさのリングの模様になった。このときの最小の変位の大きさは オ m である。

ア の選択肢

- (あ) 明るく (い) 暗く (う) 透明に

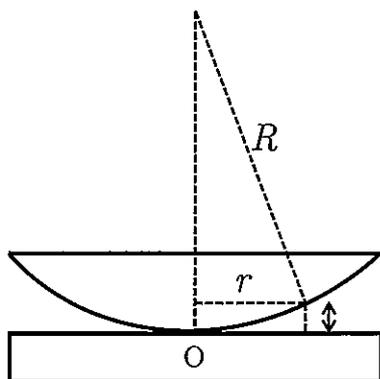


図1

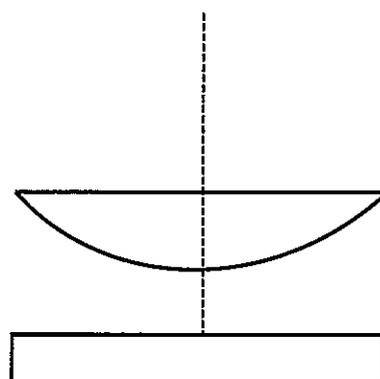
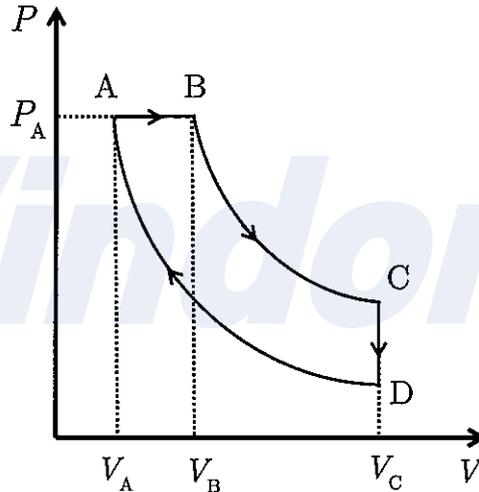


図2

[III] なめらかに動くピストンのついたシリンダー容器に単原子分子の理想気体が1モル入っている。ピストンを十分にゆっくりと動かして、図のようにこの気体の圧力 P と体積 V を変化させた。状態 A から B は等圧過程、B から C は断熱過程、C から D は等積過程、D から A は断熱過程である。断熱過程に関しては $PV^{5/3}$ が一定になることは使ってよい。以下の の中に適した答えを書け。ただし、 $V_B/V_A = 8$ および $V_C/V_A = 27$ であるとし、答えは整数かそれ以上約分できない分数(既約分数)で書け。

A から B の過程で気体が外部にする仕事は $P_A V_A$ を単位として ア であり、吸収する熱量は $P_A V_A$ を単位として イ である。B から C の過程で気体が外部にする仕事は $P_A V_A$ を単位として ウ である。C から D の過程で気体が外部に放出する熱量は $P_A V_A$ を単位として エ である。よって、この熱機関の熱効率は オ となる。



図

[IV] 以下の の中に適した数値を有効数字 2 桁で書け。ただし、プランク定数の値は 6.63×10^{-34} J·s, 光速度の値は 3.00×10^8 m/s, 電子の電荷量の値は 1.60×10^{-19} C, 電子の質量の値は 9.11×10^{-31} kg, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^1_1\text{H}$, ${}^{14}_7\text{N}$, ${}^4_2\text{He}$ それぞれの質量の値は $2.8227724 \times 10^{-26}$ kg, 1.673533×10^{-27} kg, $2.3252651 \times 10^{-26}$ kg, 6.646480×10^{-27} kg とする。

問 1 核反応 ${}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He}$ において発生するエネルギーは MeV である。また、反応前の運動エネルギーを無視し、反応後のエネルギーがすべて運動エネルギーになるとして、 ${}^{14}_7\text{N}$ のエネルギーは MeV, ${}^4_2\text{He}$ のエネルギーは MeV となる。

問 2 電子が静止しているときのエネルギーは MeV である。電子と陽電子が衝突して消滅し(対消滅), 衝突する前のすべてのエネルギーが同じエネルギーをもつ 2 つの光子になるとすると, その波長は m である。ただし, 対消滅する前の運動エネルギーは無視してよい。

Windom