

## 前期日程

令和5年度入学試験（前期日程）

## 理 科（物理・化学）

（ 医 学 部 ）

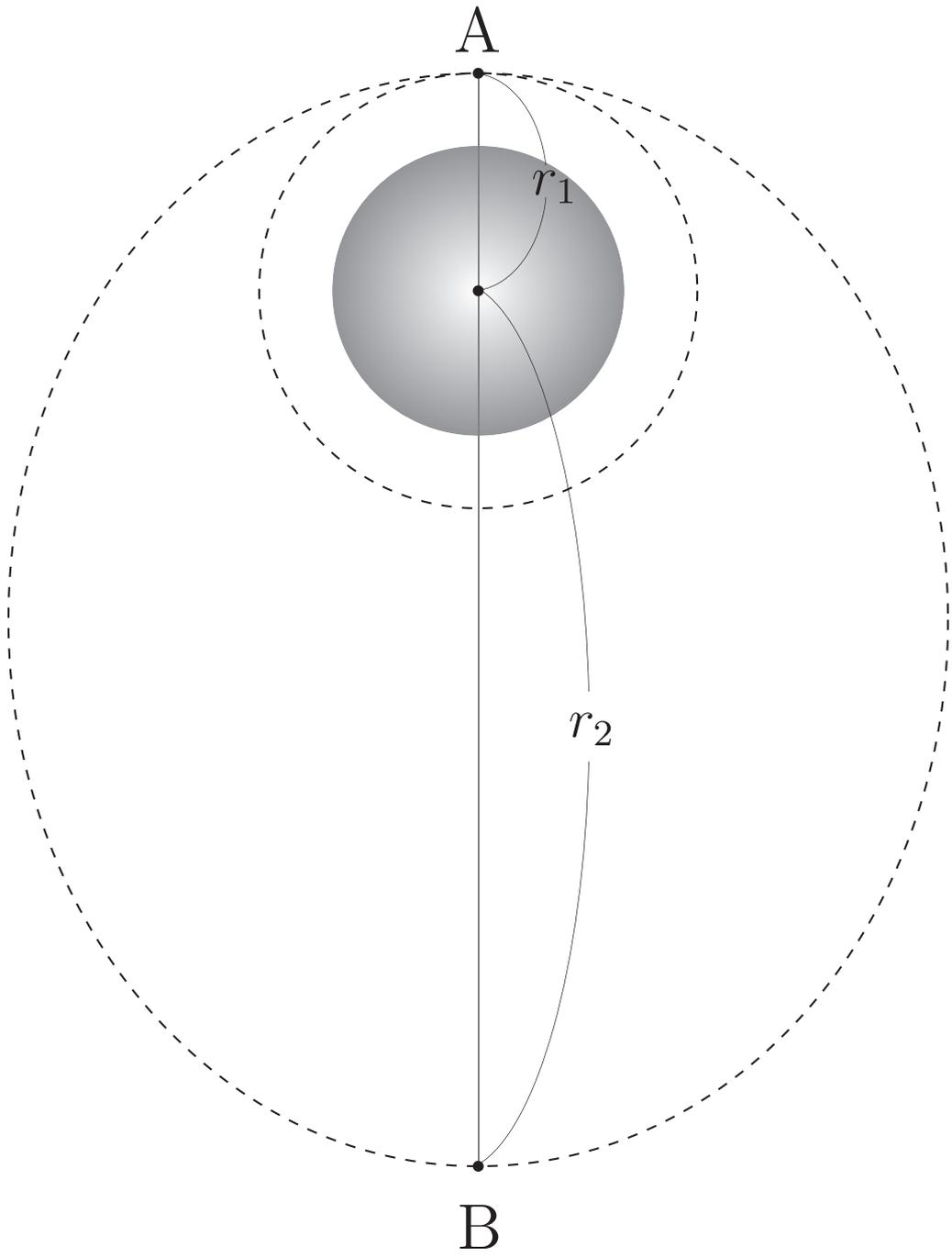
## ————— 解答上の注意事項 —————

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で8ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙4枚と計算紙1枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は□1から□4まで4問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。  
問題□1と問題□2は解答のみを記入しなさい。
5. 解答しない問題がある場合でも、解答紙4枚すべてを提出しなさい。
6. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

1

質量  $m$  のロケットが、地球を中心とする半径  $r_1$  の円軌道を速さ  $v$  で等速円運動している。地球を質量  $M$  の球とし、万有引力定数を  $G$  として以下の問いに答えよ。ロケットの大きさ、地球の自転や公転の影響は無視できるとする。

- (1) ロケットが従う半径方向の運動方程式をかけ。
- (2) ロケットの円運動の周期  $T$  を、 $G$ 、 $M$ 、 $v$  で表せ。
- (3) ロケットが図の点 A に来たときに、ロケットに対して相対速度の大きさ  $u$  で進行方向の後方に質量  $\frac{1}{7}m$  の物体を一瞬で放出して、ロケットの速さが  $v$  から  $\frac{4}{3}v$  に増加した。 $u$  は  $v$  の何倍か。
- (3) の加速の後、質量が  $\frac{6}{7}m$  になったロケットは地球の中心を焦点の 1 つとする楕円軌道に移る。この楕円運動について以下の問いに答えよ。ただし、万有引力による位置エネルギーは無限遠点で 0 とする。
- (4) 点 A でのロケットの力学的エネルギーを  $m$ 、 $v$  で表せ。
- (5) 地球の中心から最も遠い点 B までの距離を  $r_2$ 、点 B でのロケットの速さを  $v_2$  とする。積  $r_2 v_2$  を  $r_1$  と  $v$  で表せ。
- (6) 点 B におけるロケットの力学的エネルギーを  $m$ 、 $v$ 、 $v_2$  で表せ。
- (7) (4)、(5)、(6) を組み合わせることで、 $v_2$  は  $v$  の (i) 倍、 $r_2$  は  $r_1$  の (ii) 倍となる。(i) と (ii) に該当する数をかけ。



2

図1のように、自己インダクタンス  $L$  [H] のコイル，抵抗値  $4.0 \Omega$  の抵抗，抵抗値  $2.0 \Omega$  の抵抗，内部抵抗が無視できる起電力  $3.0 \text{ V}$  の電池，およびスイッチを接続した。初め，スイッチは切れている。時刻  $2.0 \text{ s}$  でスイッチを入れたところ，コイルを流れる電流は図2の実線のように変化した。以下の問いに答えよ。ただし，(1)~(4) および (6) は有効数字2桁で答えること。

- (1) スイッチを入れた直後に  $2.0 \Omega$  の抵抗に流れる電流の大きさを求めよ。
- (2) スイッチを入れた直後に  $4.0 \Omega$  の抵抗の両端に生じる電圧の大きさを求めよ。
- (3) スイッチを入れて十分に時間が経過したとき，コイルを流れる電流の大きさ (図2の  $I_a$ ) を求めよ。
- (4) 図2の直線 A は，スイッチを入れた直後の実線の接線である。  $L$  を求めよ。

スイッチを入れて十分に時間が経過してから，スイッチを切った。

- (5) コイルの自己誘導起電力の時間変化の概形として正しいものを，図3の (ア)~(カ) から1つ選べ。ただし，スイッチを入れた直後にコイルを流れる電流と同じ向きを，自己誘導起電力の正の向きとする。
- (6) スイッチを切った直後に  $2.0 \Omega$  の抵抗の両端に生じる電圧の大きさを求めよ。

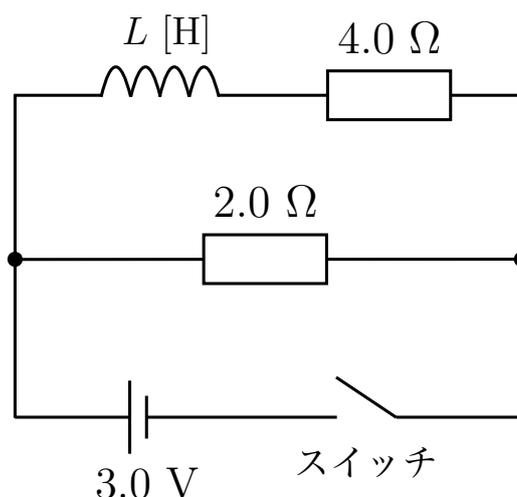


図1

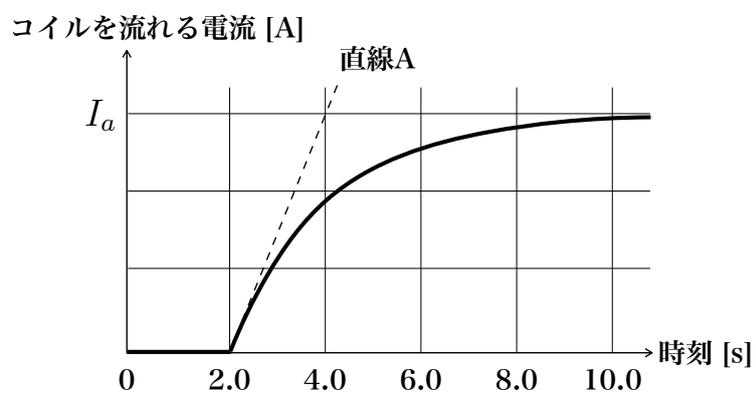


図2

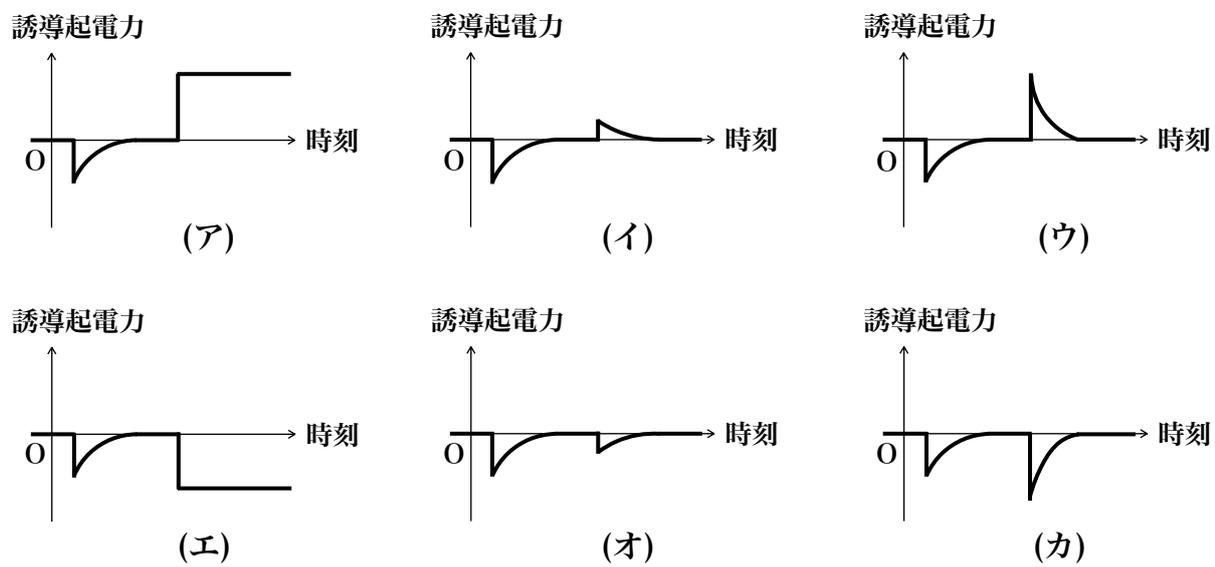


図3



## 化 学

必要があれば，原子量および定数は以下の値を使いなさい。

H        1.01

C        12.0

O        16.0

Na       23.0

Cl       35.5

気体定数        $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

- 3 以下の実験に関する問いに答えなさい。ただし、計算においては計算過程も示し、有効数字3桁で答えなさい。

標準状態(0°C,  $1.013 \times 10^5$  Pa)で水素 3.00 L と酸素 4.50 L の混合気体を、体積を自由に変えることのできる容器に入れた。47.0°Cおよび 81.9°Cにおける水の飽和蒸気圧は、それぞれ  $1.013 \times 10^4$  Pa および  $5.07 \times 10^4$  Pa とし、気体は理想気体とみなせるものとする。また、実験によって生じる液体の体積については無視できるものとする。

(実験1) 容器内の体積を 10.0 L に固定して、完全燃焼させた。

(実験2) 実験1の後、容器の体積の固定を外し、体積変化させ、圧力が大気圧と釣り合う状態で、容器の温度を上げて、81.9°Cで一定になるまで待った。

(実験3) 実験2の容器の温度を下げて、47.0°Cで一定になるまで待った。

- (1) 実験1において、完全燃焼させる前の容器内の全圧を、標準状態の圧力  $1.013 \times 10^5$  Pa を  $P_0$  [Pa]とおいて答えなさい。ただし、容器内の温度は0°Cに保たれているとする。
- (2) 実験1において、完全燃焼させた後、温度を0°Cに下げた容器内の全圧を、標準状態の圧力  $1.013 \times 10^5$  Pa を  $P_0$  [Pa]とおいて答えなさい。ただし、ここで生成した水の圧力への影響は無視できるものとする。
- (3) 実験2において、温度が一定になったあとの容器内の体積を答えなさい。
- (4) 実験3において、温度が一定になったあとの容器内の体積を答えなさい。
- (5) 実験3において、液体に変化する水蒸気の物質量の割合を百分率で答えなさい。

- 4 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては計算過程も示し、有効数字3桁で答えなさい。

デンプンは、多数のグルコース  $C_6H_{12}O_6$  が縮合重合した天然高分子化合物であり、植物などに含まれている。唾液中に含まれる酵素である  をデンプンに作用させると、グルコースが2分子結合した  を生じる。デンプンは直鎖状の高分子である  と枝分かれ構造をもつ  の混合物である。ヨウ素デンプン反応は、デンプンの  構造の中にヨウ素が取り込まれることで呈色する。デンプンには  基が多いため、吸湿性が非常に高い。グルコースには鎖状構造と六員環構造が存在する。このうち、鎖状構造のグルコースは  基をもつため、フェーリング液を  し、赤色沈殿の  を生成する。グルコースは  を含むため、立体異性体が存在する。

- (1) 文中の  ~  に当てはまる適当な語句を入れなさい。
- (2) デンプン 27.0 g を含む水溶液に希硫酸を加えて加熱し、完全に単糖に加水分解すると X g のグルコースが得られた。X の値を答えなさい。
- (3) (2)で得られたグルコース X g を純水に溶かし、Y mL のグルコース水溶液を調製した。このグルコース水溶液の浸透圧が生理食塩水の浸透圧と等しいとき、Y の値を答えなさい。ただし、生理食塩水は質量パーセント濃度 0.900 % の塩化ナトリウム水溶液で、NaCl の電離度を 0.930 とする。また、生理食塩水およびグルコース水溶液の密度はいずれも  $1.00 \text{ g/cm}^3$  とする。