

前期日程

平成31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10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。
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

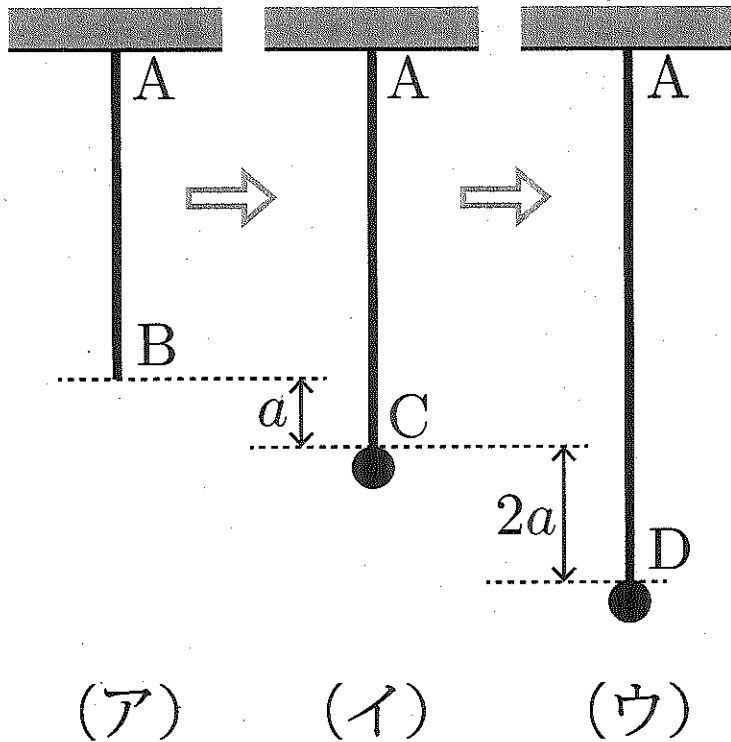
ゴムひもにつるされたおもりの運動を考える。以下では、ゴムひもは伸びたときだけばねと同様にフックの法則に従って力を及ぼし、それ以外のときには力を及ぼさないものとする。

図の (ア) のように、ゴムひもの端を天井の A 点に固定し、ゴムひもを自然の長さで、鉛直下向きにまっすぐにした。このとき、ゴムひもの下端の位置を B 点とする。(イ) のように、質量 m のおもりをつるすと、ゴムひもは a だけ伸びて C 点でつりあった。次に (ウ) のように、おもりを鉛直方向に引っ張って、 $2a$ だけ伸びた D 点でおもりを静かに放した。空気抵抗やゴムひもの質量は無視できるものとし、重力加速度を g として以下の問いに答えよ。

- (1) ゴムひもの、フックの法則における比例定数 (ばね定数) を求めよ。
- (2) おもりが D 点にあるときのゴムひもの弾性エネルギーを求めよ。
- (3) B 点でのおもりの速さを求めよ。

おもりは A 点と B 点の間にある E 点に達した後、下降をはじめた。

- (4) おもりが E 点にあるときの、D 点を基準にした重力による位置エネルギーを求めよ。
- (5) BE 間の距離を求めよ。
- (6) おもりが以下の各区間を移動するのに要する時間を求めよ。
 - (i) D 点から C 点まで
 - (ii) C 点から B 点まで
 - (iii) B 点から E 点まで
- (7) おもりの速さの最大値を求めよ。



2

図のように、2本の長い金属レールが間隔 l だけ離れて平行に置かれ、起電力 E の電池と電気抵抗 R の抵抗に接続されている。磁束密度 B の一様な磁場が、紙面に垂直に裏から表の向きにかけられている。導体棒がレールに垂直に置かれ、垂直を保ってレール上を移動する。その速度を v とし、図の矢印の向きに移動するときを $v > 0$ とする。導体棒とレールの摩擦、空気抵抗、 R 以外の電気抵抗、ならびに回路を流れる電流が作る磁場は無視できるものとする。以下の問いには、 E 、 R 、 B 、 l 、 v の中から必要なものを用いて答えよ。

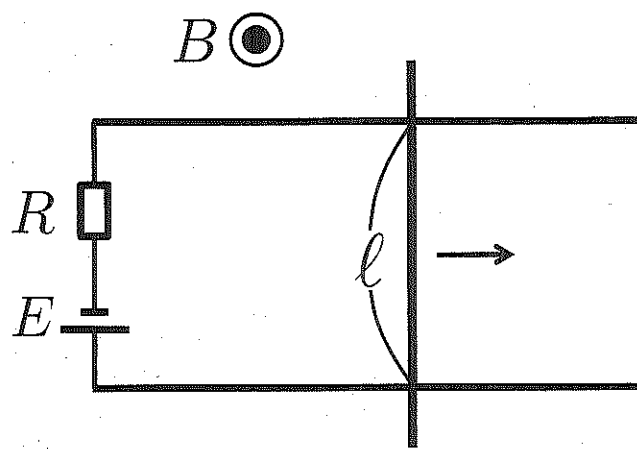
- (1) 回路に生じる誘導起電力を求めよ。ただし、紙面を上から見て左回り（反時計回り）の誘導起電力を正とせよ。
- (2) 回路を流れる電流を求めよ。ただし、電流の向きは紙面を上から見て左回りを正とせよ。
- (3) 導体棒を流れる電流が磁場から受ける力を求めよ。ただし、力の向きは図の矢印の向きを正とせよ。

導体棒に (3) で求めた力のみが働いているとき、次の2つの問いに答えよ。

- (4) 導体棒がある速度で移動しているとき速度は変化しない。その速度を求めよ。
- (5) 導体棒が (4) で求めた速度より大きな速度で移動しているとき、導体棒の加速度は正か負か。

次に、(3) で求めた力以外の外力が導体棒に働き、導体棒の速度 v が一定となる場合を考える。このとき次の3つの問いに答えよ。

- (6) この外力が導体棒にする仕事の仕事率を求めよ。
- (7) 抵抗で単位時間あたりに発生するジュール熱を求めよ。
- (8) 電池が回路に単位時間あたりに供給するエネルギーを求めよ。



化 学

必要があれば，原子量は以下の値を使いなさい。

H 1.00

C 12.0

O 16.0

- 3 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式も書きなさい。

水素とヨウ素を密閉容器に入れて加熱し、一定温度に保つと、反応式(A)に示すようなヨウ化水素 HI を生成する可逆反応が起こり、平衡状態に達する。



H_2 , I_2 , HI のモル濃度を、それぞれ $[\text{H}_2]$, $[\text{I}_2]$, $[\text{HI}]$ とすると、可逆反応において、HI が生成する反応速度 v_1 は速度定数 k_1 を用いて、 $v_1 = \boxed{1}$ と表される。また、HI が分解する反応速度 v_2 は速度定数 k_2 を用いて、 $v_2 = \boxed{2}$ と表される。この平衡状態における平衡定数 K_1 はモル濃度を用いて、 $K_1 = \boxed{3}$ と表される。また、この平衡定数 K_1 は速度定数 k_1 , k_2 を用いて、 $K_1 = \boxed{4}$ と表される。

- (1) $\boxed{1} \sim \boxed{4}$ の式を完成させなさい。
- (2) 反応式 (A) の HI の生成反応が平衡状態にあるとき、一定温度において圧縮によって圧力が増加した場合、平衡はどうか、理由とともに 50 字以内で説明しなさい。
- (3) 容積が 4.0 L の容器に H_2 4.0 mol と I_2 3.0 mol を入れて加熱し、一定温度に保ったところ平衡状態に達して HI が 5.2 mol 生成した。(a) このときの反応の平衡定数を求めなさい。(b) HI が生成する速度定数を $2.5 \times 10^2 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{s})$ として、HI が分解する反応の速度定数を求めなさい。
- (4) 容積が 4.0 L の容器に H_2 2.0 mol と I_2 2.0 mol を入れて加熱し、一定温度に保ったところ平衡状態に達した。この温度における平衡定数は 64 であった。このとき、HI が分解する反応速度が、HI が生成する反応速度の $1/16$ になった状態の HI の物質量は何 mol か答えなさい。

- (5) 温度を変化させてHIの分解反応を行った。このときの絶対温度 T [K]、反応の速度定数 k [L/(mol·s)]、絶対温度の逆数、および反応の速度定数の自然対数の値を表にまとめる。表の値を用いてHIの分解反応の活性化エネルギーを算出なさい。気体定数を 8.31 J/(mol·K) とする。有効数字は3桁とする。

表 ヨウ化水素の分解反応の各値

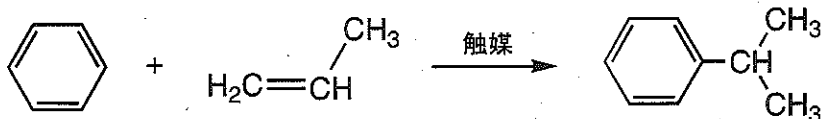
| T [K] | k [L/(mol·s)] | $1/T$ [1/K] | $\log k$ |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 647 | 8.59×10^{-5} | 1.55×10^{-3} | -9.36 |
| 716 | 2.50×10^{-3} | 1.40×10^{-3} | -5.99 |

- 4 有機化合物に関する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式も書きなさい。

炭素、水素、酸素からなる化合物 A がある。化合物 A を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解した後、反応液を塩酸で酸性にすると化合物 B と化合物 C が得られた。化合物 B の分子量と化合物 C の分子量の比の値は 1.00 であった。化合物 B と化合物 C はどちらもナトリウムと反応して共通の生成物である水素が発生した。また化合物 B は炭酸水素ナトリウムとも反応し、化合物 B のナトリウム塩と水および **ア** が生成したが、化合物 C は炭酸水素ナトリウムと反応しなかった。化合物 C は不斉炭素原子をもたない構造をしており、アルケンである化合物 D に酸触媒存在下で水を付加した時の主要な生成物としても得ることができた。化合物 D をオゾン分解すると **イ** と **ウ** が生成し、**イ** はフェーリング液とともに加熱すると赤色の **エ** の沈殿を生じた。

なお、構造式と化学反応式は例にならって示しなさい。

(構造式と化学反応式の例)



- (1) 元素分析の結果、化合物 A に含まれる各元素の質量パーセントは炭素 64.6%、水素 10.8%、酸素 24.6%であった。また化合物 A の組成式 (実験式) は分子式と一致した。化合物 A の分子式を書きなさい。答えを導き出した過程も書くこと。
- (2) (a) 化合物 B の名称を書きなさい。
(b) 化合物 B の構造式を書きなさい。

- (3) (a) 化合物 C の名称を書きなさい。
(b) 化合物 C の構造異性体のうちナトリウムと反応しない化合物の構造式をすべて書きなさい。
- (4)

| |
|---|
| ア |
|---|

,

| |
|---|
| イ |
|---|

,

| |
|---|
| ウ |
|---|

,

| |
|---|
| エ |
|---|

 に入る化合物の名称をそれぞれ書きなさい。
- (5) 化合物 A の構造式を書きなさい。