

前期日程

令和7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。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

図のように、水平な床の上に質量 M の台がある。台の上面は、水平面と、水平と θ の角度をなす斜面とからなる。水平面と斜面はなめらかにつながっている。台上の左端には、ばね定数 k の軽いばねが固定されていて、その右側には質量 m の小物体 P が接触している。 P が台上の点 A にあるとき、ばねは自然長である。台上の最高点 B の水平面からの高さは H である。空気抵抗および床と台、台と小物体の間の摩擦は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。

まず、台を床に固定した。小物体 P を点 A から左に距離 a だけ移動させて、 P を静かにはなすと、 P は台上を右に動きはじめ、点 A を通過した瞬間にばねからはなれた。

- (1) 点 A を通過した瞬間の P の速さを求めよ。
- (2) P が点 B を通過した。通過した瞬間の P の速さを求めよ。
- (3) P は点 B を通過したあと、放物運動をした。点 B から放物運動の最高点までの高さを求めよ。
- (4) P が放物運動の最高点に到達したときの、点 B から水平方向への移動距離を求めよ。

次に、台が床上を自由に動く場合を考える。小物体 P を点 A から左に距離 a だけ移動させて、 P と台を同時に静かにはなすと、 P は台上を右に動きはじめ、点 A を通過した瞬間にばねからはなれた。

- (5) 点 A を通過した瞬間の、床に対する P の速さを求めよ。
- (6) P が点 B を通過した。通過した瞬間の床に対する P の水平方向の速度を v_x 、鉛直方向の速度を v_y 、台の水平方向の速度を V_x とする。 v_x 、 v_y 、 V_x と $\tan \theta$ の関係を求めよ。ただし、水平方向右向きおよび鉛直方向上向きを正の向きとする。
- (7) 床に静止している人から見て、 P は点 B で水平面から上向きに角度 α で飛び出した。 $\tan \alpha$ を m 、 M および θ を用いて表せ。

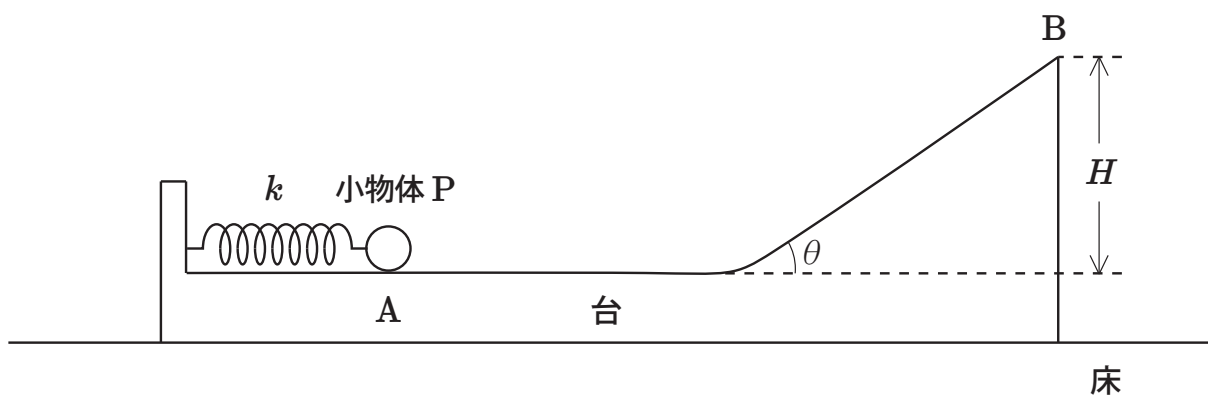


図1のように、紙面の右向きに x 軸を、上向きに y 軸をとる。 $x < -L$ および $x > L$ の領域には、紙面に垂直に表から裏に向かう向きに、磁束密度 B の一様な磁場がかけられている。また、 $-L \leq x \leq L$ の領域には、 x 軸の正の向きに、大きさ E の一様な電場がかけられている。質量 m 、電気量 $q(>0)$ をもつ荷電粒子を、原点 O に静かに置いたところ、荷電粒子は xy 平面上を運動した。ただし、各領域にかけられた磁場と電場から受ける力以外の影響は無視できるとする。

- (1) 荷電粒子が $-L \leq x \leq L$ の領域で、電場から受ける力の大きさを求めよ。
- (2) 荷電粒子が最初に $x = L$ に達するときの、荷電粒子の速さを求めよ。
- (3) 荷電粒子が $x > L$ の領域で、磁場から受ける力の大きさを求めよ。
- (4) 荷電粒子が2回目に $x = L$ に達するときの y 座標を求めよ。
- (5) 荷電粒子が(2)の位置から(4)の位置まで運動する時間について、正しい説明を次の(ア)~(エ)から選び、記号で答えよ。
 - (ア) この時間は E と B に反比例する。
 - (イ) この時間は E に比例し、 B に反比例する。
 - (ウ) この時間は E に反比例し、 B に比例する。
 - (エ) この時間は E には関係なく、 B に反比例する。
- (6) 荷電粒子が運動開始後に最初に停止する位置の、 xy 平面上の座標を求めよ。

ふたたび荷電粒子を原点 O に静かに置いた。そして、荷電粒子が領域 $-L \leq x \leq L$ に再突入するたびに、電場の向きを反転する操作を行った。

- (7) 荷電粒子の運動開始から、電場を3回反転した後に、荷電粒子が領域 $-L \leq x \leq L$ を出るまでの、荷電粒子の軌跡の概略図を、図2の(ア)~(ウ)から選び、記号で答えよ。
- (8) 電場を3回反転した後に、荷電粒子が領域 $-L \leq x \leq L$ を出るときの、荷電粒子の速さを求めよ。

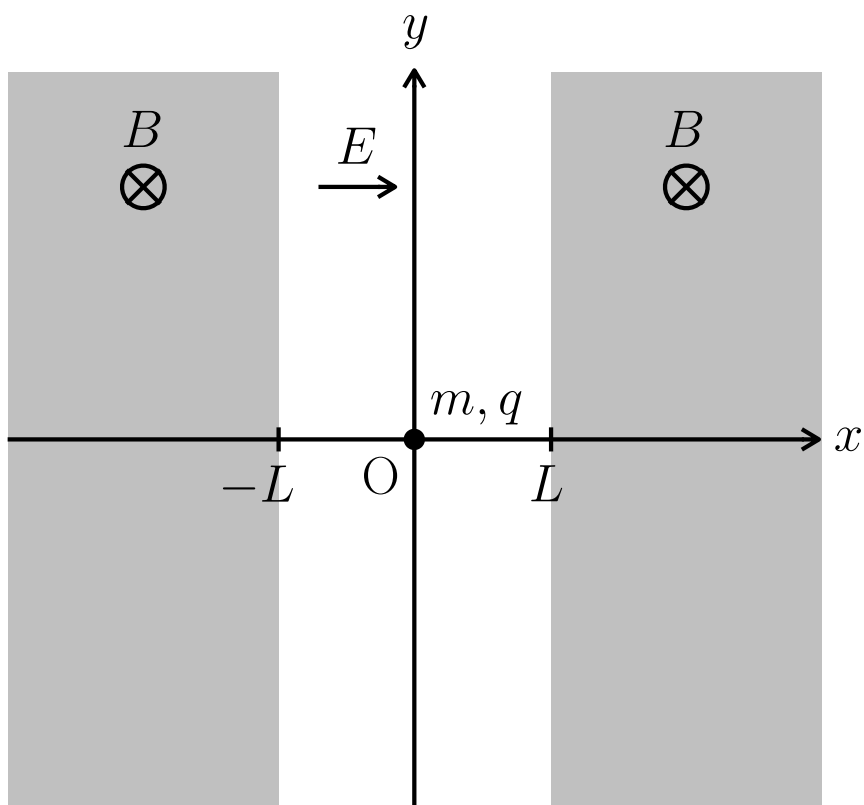
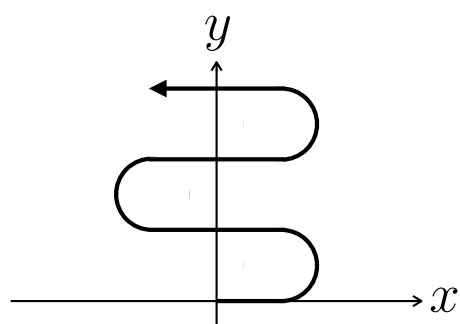
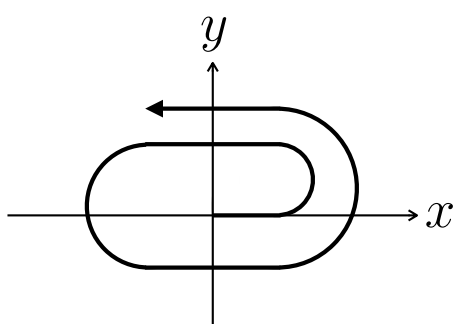


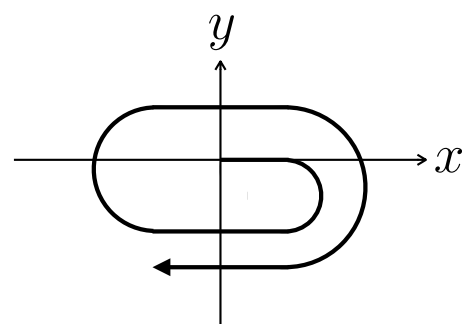
図 1



(ア)



(イ)



(ウ)

図 2

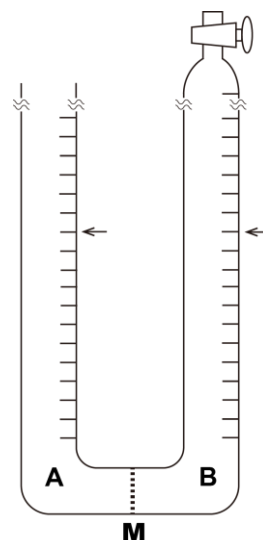
化 学

必要があれば，原子量には以下の値を使いなさい。

H	1.0
C	12
N	14
O	16

3

図のような目盛付きのU字管を用いて浸透圧の測定を行った。U字管は開管した左側(A)とコックのついた右側(B)からなり、管の内部の断面積は 4.0 cm^2 である。AとBは溶質が通過できない半透膜Mで仕切られている。この装置を用いて温度 27°C 、大気圧の下で行った実験について以下の問いに答えなさい。ただし、水の密度は 1.0 g/cm^3 とし、溶質の添加による体積および密度の変化は無視できるとする。また、空気の溶解や水の蒸気圧も浸透圧に影響せず、管は傾くことなく垂直に設置されている。なお、大気圧は $1\text{ atm} = 760\text{ mmHg} =$



$1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ である。計算においては、気体を理想気体として扱い、計算過程も示して有効数字2桁で答えなさい。水銀の密度には 14 g/cm^3 を、気体定数 R には $8.3 \times 10^3\text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ あるいは $0.082\text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ を用いること。

- (1) コックを開いて純水を図の矢印の位置まで満たした後にコックを閉じると、U字管のBの空気の体積は 80 cm^3 であった。次いで、Aにグルコースを完全に溶解させて十分に放置すると左右の水面の高さの差が 2.8 cm で一定となった。このときBの空気の圧力(mmHg)を答えなさい。
- (2) 上記(1)において、グルコースを加えた後の浸透圧(mmHg)を答えなさい。
- (3) 上記(1)において、Aにおけるグルコース水溶液の濃度(mol/L)を答えなさい。
- (4) 上記(1)の操作後、コックを開けて十分に時間が経過すると左右の水面の高さの差は 42 cm で一定になった。このとき、Aにおけるグルコース水溶液の濃度(mol/L)を求めなさい。
- (5) 上記(1)において、添加したグルコース($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)の質量(g)を答えなさい。

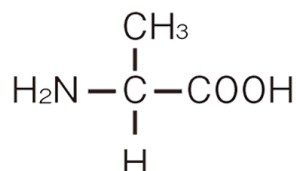
4 アミノ酸に関する以下の問いに答えなさい。

(1) (あ) ～ (か) に適当な語句を答えなさい。

pH 2.0, pH 6.0, pH 10.0 の緩衝液で湿らせたろ紙の中心にアラニン水溶液をつけ、直流電圧をかけて電気泳動を行った。適当な時間の泳動後にアミノ基と反応する (あ) という試薬を吹き付けて加温すると、赤紫～青紫の発色によりアミノ酸の位置が確認できた。pH 2.0 では陰極側に、pH 10.0 では陽極側に移動していたが、pH 6.0 ではどちらにも移動していなかった。すなわち、pH 6.0 ではアミノ酸の (い) の総和が 0 であることを示しており、このような pH の値を (う) という。

(あ) を使った反応はアミノ酸だけでなく、タンパク質の検出にも利用できる一方、硫酸銅(II)を使った (え) 反応はペプチド結合を 2 つ以上もつペプチド・タンパク質の検出に用いられ、アミノ酸には用いられない。ベンゼン環をもつアミノ酸やタンパク質の水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると橙黄色を呈する反応を (お) 反応といい、ベンゼン環が (か) 化されることによる。

(2) 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。構造式は、下図にならって電離を考慮しない形で解答すること。



分子量 147、構成元素が C, H, N, O であるアミノ酸 X がある。このアミノ酸は環状構造をもたず、不飽和結合はカルボキシ基だけに存在する。このアミノ酸を適当な方法により中和滴定すると中和点が 3 つ認められ、電気泳動を行うと、このアミノ酸は pH 2.0 では陰極側に、pH 4.0 では陽極側に移動した。①このアミノ酸を無水酢酸と反応させ、さらに酸触媒存在下でメタノールと反応させると、pH 2.0 ～ pH 10.0 のいずれの条件下の電気泳動においても移動が認められなかった。

(a) 下線①の操作で分子量はいくつ増加したか答えなさい。

(b) アミノ酸 X の構造異性体のうち、官能基の種類と数が同じであり、環状構造をもたず、不飽和結合はカルボキシ基だけに存在するようなアミノ酸は、アミノ酸 X を含めていくつあるか答えなさい。

(c) 上記(b)の構造異性体のうち、鏡像異性体をもたない分子の構造式をすべて書きなさい。

(d) アミノ酸 X と無水酢酸の反応には、反応を起こす官能基が非共有電子対をもつ必要がある。このような官能基の電離定数が 2.0×10^{-10} mol/L であるとする、この官能基が非共有電子対をもった状態であるアミノ酸の物質量は、pH 8.0 のときに比べ pH 9.0 では何倍になるか、有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、pH 以外の条件は同じであり、また、反応を起こす官能基の電離は、他の官能基の電離による影響を受けないものとする。計算過程は書かなくてよい。