

2017年度

理 科

冊子

〔物理・化学・生物〕

(問 題)

<H29115081>

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 出題科目、ページおよび選択方法は以下のとおり。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。

出題科目	ページ	選択方法
物 理	2～5	左の3科目のうちから、必ず、志願時に選択した2科目を解答すること。 なお、解答用紙はその2科目分のみを配付する。
化 学	6～10	
生 物	12～13	

3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. 受験番号および氏名は、試験が開始されてから、解答用紙の所定欄に正確に丁寧に記入すること（以下の記入例参照）。所定欄以外に受験番号・氏名を書いてはならない。なお、解答用紙が複数枚ある場合には、それぞれの所定欄に記入すること。
5. 受験番号の記入にあたっては、次の数字見本にしたがい、読みやすいように、正確に丁寧に記入すること。読みづらい数字は採点処理に支障をきたすことがあるので、注意すること。

(記入例) 58001番 ⇒

万	千	百	十	一
5	8	0	0	1

(数字見本)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
7. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き、解答用紙を裏返しにすること。
8. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

物 理

〔I〕以下の問に答えよ。

図 I-1 のように、水平な地面の上の点 O から、地面と角 θ をなす向きに初速 v_0 で小球を投げ上げた。空気抵抗は無視し、重力加速度の大きさを g とする。また、点 O を原点として水平方向に x 軸をとって右向きを正とし、鉛直方向に z 軸をとって上向きを正とする。

問 1 小球を投げ上げた時刻を 0 として、時刻 t における小球の位置を表す x 座標と z 座標を t の関数として表せ。

問 2 小球が達する最高点の高さを v_0 , θ , g を用いて表せ。また、小球が地面に落下するときの水平到達距離を v_0 , θ , g を用いて表せ。

小球を投げ上げるとき、初速 v_0 を一定に保ちながら、地面となす角 θ を 0° から 90° まで変化させたとする。

問 3 問 2 の水平到達距離が最大になるときの地面となす角（仰角） θ はいくらか。また、このときの最大水平到達距離と、最高点の高さはいくらか。

以下では、投げ上げられた小球が地面に落下するまでの運動を考える。また、問 3 で求めた最大水平到達距離を H として、可能な限りこれを用いるものとする。

問 4 地面となす角 θ を上のように変化させながら、小球が達する最高点の座標 (x_p, z_p) を記録したとする。最高点を連ねてできる曲線の式を、 θ を用いずに表せ。

問 5 小球が座標 (x_c, z_c) の位置を通過するためには、投げ上げるときの勾配 $\tan \theta$ をいくらに選べばよいか。 x_c , z_c , H を用いて表せ。

問 6 小球が通過可能な xz 平面上の領域を不等式で表せ。

図 I-2 のように、座標 (x_T, z_T) の点 T からおもりを静かに落下させるのと同時に、点 O から初速 v_0 で点 T の方向に小球を投げ上げたとする。この時刻を 0 とする。

問 7 点 T を通る鉛直線の上を小球が横切ったとする。その時刻を、 v_0 , x_T , z_T を用いて表せ。

問 8 点 T を通る鉛直線の上を小球が横切る瞬間のおもりの高さを、 v_0 , x_T , z_T , g を用いて表せ。

問 9 この瞬間に、おもりが地面より上にあるために、 v_0 が満足すべき条件を x_T と z_T を用いて表せ。

問 10 この瞬間の小球の高さがおもりの高さと同じことを導け。このことから、問 9 の条件のもとでは、小球とおもりが衝突することがわかる。

図 I-2 において、小球の初速 v_0 とおもりの x 座標 x_T が与えられていて、おもりの高さ z_T をいろいろ変化させたとする。

問 11 小球がおもりと衝突するときの z_T の範囲を x_T と H を用いて表せ。また、 x_T が満足すべき条件を H を用いて表せ。

問 12 おもりの x 座標 x_T をいろいろ変えたとき、小球がおもりと衝突するためには、おもりを放す点 T をどの領域内に選べばよいか。解答用紙の図にその領域を示せ。また、問 4 の曲線と問 6 の領域も同じ解答用紙の図にわかりやすく描き入れよ。

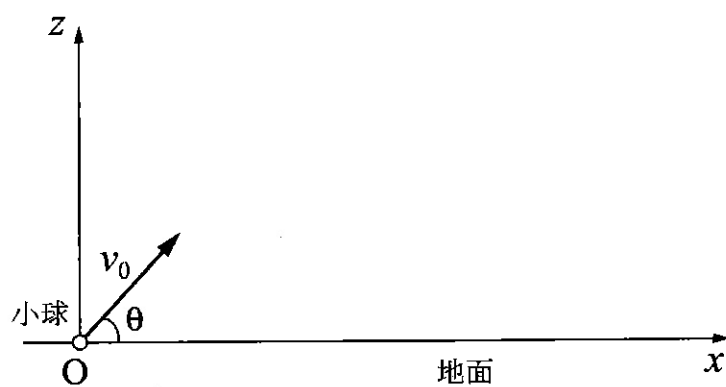


図 I-1

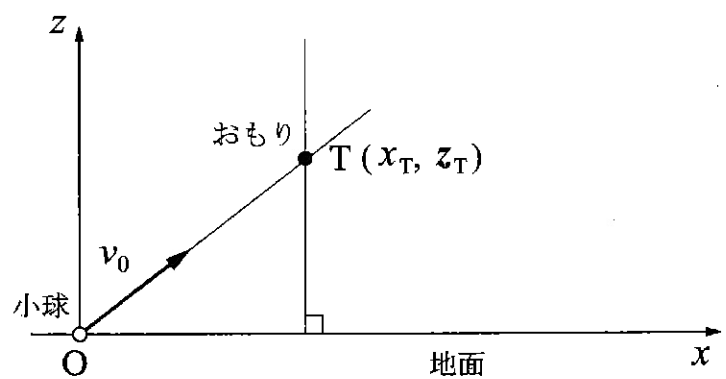


図 I-2

物 理

〔Ⅱ〕以下の問に答えよ。

鉛直上向きの一様な磁束密度 B の磁場中に、水平に置かれた長さ ℓ の導体棒 PQ がある。

問 1 図 II-1 のように、導体棒 PQ を水平に速さ v で動かすと、導体棒内の電子にはローレンツ力が働き、電子は移動する。その結果、導体棒内に電場がつくられる。電子にはこの電場から受ける静電気力とローレンツ力が働くが、その二つがつりあうと電子は移動しなくなる。そのときの電場の大きさを求めよ。

問 2 問 1 の結果として、導体棒 PQ に誘導起電力が生じる。誘導起電力を求めよ。

図 II-2 のように、鉛直上向きの一様な磁束密度 B の磁場中に、2 本の導線レール AB, CD を幅 ℓ の間隔で水平に並べ、その 2 本の導線に対し垂直に長さ ℓ の導体棒 PQ を置く。また AC 間を抵抗値 R の抵抗でつなぐ。以下では、導体棒、導線レールの電気抵抗や導体棒と導線レール間の摩擦は無視できるとする。

問 3 導体棒 PQ を速さ v で動かしたとき、PQ 間に流れる電流を求めよ。

問 4 導体棒 PQ が磁場から受ける力の大きさを求めよ。

問 5 導体棒 PQ を一定の速さ v で引っ張った。このとき抵抗で単位時間あたりに発生するジュール熱を求めよ。

次に、2 本の導線レール AB, CD を水平から角度 θ 傾ける。導体棒 PQ の質量を m とし、重力加速度の大きさを g とする。

問 6 図 II-3 のように、AC 間を抵抗値 R の抵抗でつないだのち、導体棒 PQ を導線レール AB, CD に垂直に置き、静かに手を放した。十分時間が経過すると導体棒は一定の速さで等速運動をした。そのときの速さを求めよ。

問 7 このとき抵抗で単位時間あたりに発生するジュール熱を求めよ。

問 8 図 II-4 のように、抵抗に換えて電気容量 C のコンデンサーを AC 間につなぐ。はじめコンデンサーに電荷は蓄えられていない。導体棒 PQ を導線レール AB, CD に垂直に置き、静かに手を放した。導体棒 PQ の速さが v になったときコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めよ。

問 9 問 8 の状況で、導体棒 PQ が導線レール上を距離 d だけ滑り降りたときの導体棒の速さを求めよ。

次に、図 II-5 のように導線レール AB, CD の下の方をそれぞれ点 A' 、点 C' で曲げ、水平にする。

問 10 AC 間を抵抗値 R の抵抗でつないだのち、導体棒 PQ を導線レール AB, CD に垂直に置き、静かに手を放した。導体棒 PQ の速さの時間変化の概略図を解答欄に表せ。ここで $t_{A'}$ は導体棒 PQ が $A'C'$ を通過する時刻を表す。導体棒 PQ は $A'C'$ でなめらかに水平運動に移るものとし、その間のエネルギーの変化はないとする。また導体棒 PQ は $A'C'$ に着く前に一定の速さに達したとする。

問 11 AC 間を電気容量 C のコンデンサーでつないだのち、導体棒 PQ を導線レール AB, CD に垂直に置き、静かに手を放した。はじめコンデンサーに電荷は蓄えられていない。導体棒 PQ の速さの時間変化の概略図を解答欄に表せ。ここで $t_{A'}$ は導体棒 PQ が $A'C'$ を通過する時刻を表す。導体棒 PQ は $A'C'$ でなめらかに水平運動に移るものとし、その間のエネルギーの変化はないとする。

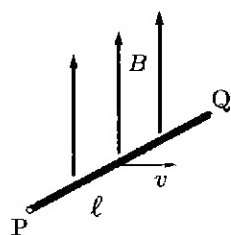


图 II-1

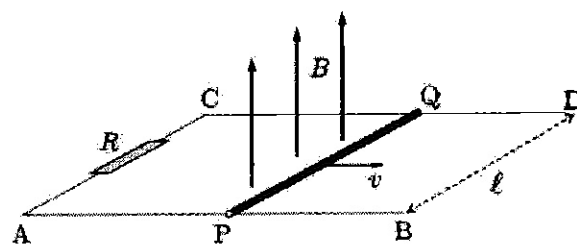


图 II-2

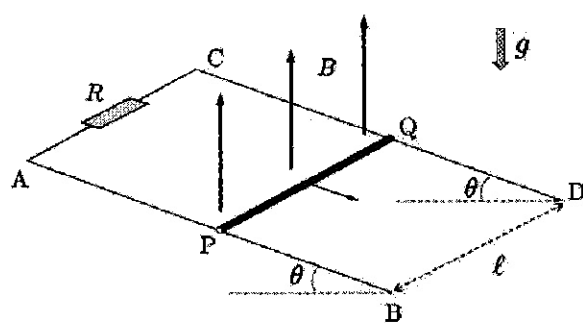


图 II-3

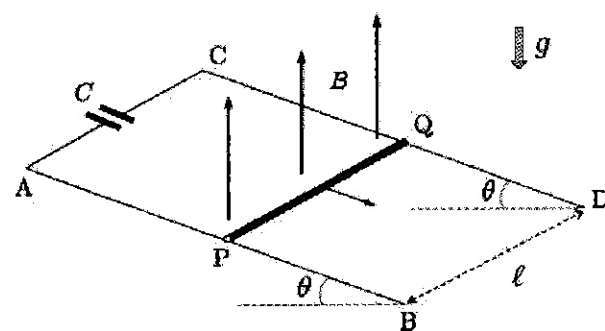


图 II-4

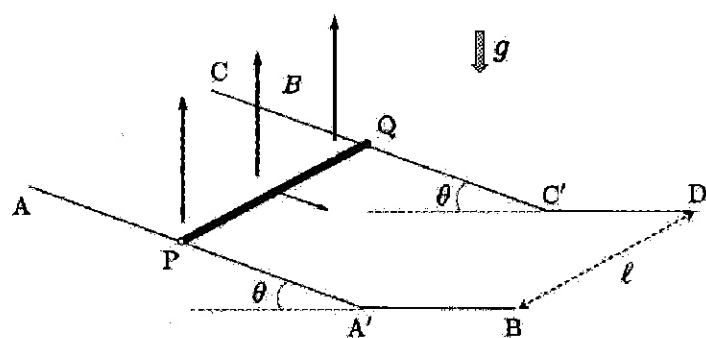


图 II-5

化 学

必要ならば、次の数値を用いなさい。

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

原子量：H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, Ca = 40, Fe = 56, Pb = 207

[I] 以下の問 1 から問 10 について答えなさい。解答の指示があるものはその指示に従いなさい。

問 1 下の A から混合物をすべて選び、記号で答えなさい。また、B から化合物をすべて選び、記号で答えなさい。

A: (イ) ガソリン (ロ) 氷水 (ハ) ダイヤモンド (ニ) 塩酸 (ホ) ベンゼン

B: (イ) アルゴン (ロ) 酸素 (ハ) 窒素 (ニ) 二酸化炭素 (ホ) オクタン

問 2 次の物質のうち極性分子は (A) である。また、二重結合をもつ分子は (B) である。A および B にあてはまるすべての物質の分子式を答えなさい。

二酸化炭素、水素、窒素、酸素、メタン、水、アンモニア、エチレン、アセチレン

問 3 ドライアイスでは、二酸化炭素分子が立方体の頂点と面の中心に位置した一辺 $a \text{ cm}$ の (A) の結晶構造を取っている。この結晶の密度は (B) g/cm^3 である。A に入る語句と、B に入る式を答えなさい。ただし、アボガドロ定数を N とする。

問 4 (イ) から (ハ) の化学反応のうち、(イ) の化学反応式を A の解答欄に書きなさい。また、下線を引いた物質 1 mol あたり水の生成量が多い順に (イ) から (ハ) をならべ、B の解答欄に記号で答えなさい。

(イ) アンモニアと酸素を白金触媒下で反応させると一酸化窒素が生成した。

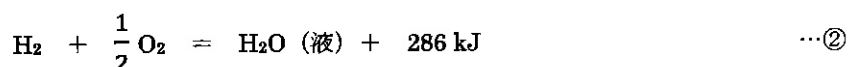
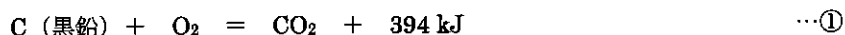
(ロ) プロパンを完全燃焼させた。

(ハ) 硫酸を水酸化ナトリウムで中和した。

問 5 圧力 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ の二酸化炭素 (気体) が水に接触している。このとき、水 1.00 L に対する二酸化炭素の溶解度は、 0°C で $7.68 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 、 20°C で $3.88 \times 10^{-2} \text{ mol}$ である。この圧力に保ったまま、 0°C の二酸化炭素の飽和水溶液 5.00 L を 20°C に昇温した。このとき発生する気体の二酸化炭素は (A) mol である。二酸化炭素 (A) mol を炭酸カルシウムの熱分解によって得るためには、(B) g の炭酸カルシウムが必要である。A および B に入る数値を有効数字 3 桁で答えなさい。

化 学

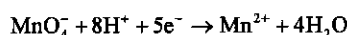
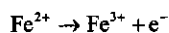
問6 以下の①から③の熱化学方程式より、黒鉛 60.0 g をすべてメタンに変換する際、水素 (A) g と反応して (B) kJ の熱を発生することがわかる。A および B に入る数値を有効数字 2 桁で答えなさい。



問7 ある反応 $\text{X} + \text{Y} \rightarrow \text{Z}$ において、反応物 X と Y の濃度 [X] と [Y] を変えて反応初期の速度 v を求める実験を行い、表の結果を得た。この反応の速度式は $v = k[\text{X}]^{(\text{A})}[\text{Y}]^{(\text{B})}$ と表され、反応速度定数 k の値は (C) である。A, B に入る数値および C に入る数値と単位を答えなさい。

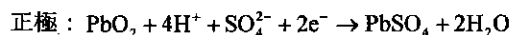
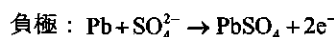
実験	[X] (mol/L)	[Y] (mol/L)	v (mol/L·s)
1	0.30	0.50	9.0×10^{-3}
2	0.30	1.00	3.6×10^{-2}
3	0.60	0.50	1.8×10^{-2}

問8 過マンガン酸カリウムと鉄の反応は、次のイオン反応式で表される。



これらのイオン反応式から、硫酸鉄(II)と過マンガン酸カリウムの化学反応式を作る。解答用紙の A 欄の式に係数をいれて、化学反応式を完成させなさい。鉄 14 g を希硫酸に溶かして 1.0 L にした水溶液 10 mL に、濃度 (B) mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を加えると、20 mL でちょうど赤紫色が消えた。B に入る数値を答えなさい。

問9 鉛蓄電池は、正極に酸化鉛(IV)、負極に鉛、電解質に希硫酸を用いた二次電池である。放電時の反応は、



で表される。放電前の希硫酸の質量パーセント濃度を 33%、希硫酸の質量を $1.0 \times 10^3 \text{ g}$ とし、0.40 mol の電子が負極から正極に移動したとする。正極の質量は (A) g 増加し、放電後の希硫酸の質量パーセント濃度は (B) % となる。A および B に入る数値を答えなさい。

化 学

問 10 ベンゼン環を持つ分子式 C_7H_8O の化合物は (A) 種類ある。このうちの化合物 B を酸化するとカルボン酸 C が得られた。A に最も適当な数値を入れなさい。また、化合物 B の構造式を書きなさい。

〔II〕以下の①と②の文章を読み、問1から問10について解答しなさい。

①フェノールは以下の (i) および (ii) の方法によってベンゼンから合成される。

- (i) ベンゼンとプロペンを酸触媒存在下で反応させてクメンを合成する。ベンゼン 15.6 g をすべてプロペンと反応させると (A) g のクメンが生成する。次に、クメンを光照射下で酸素と反応させて (B) を合成する。さらに (B) を加水分解するとフェノールと (C) が生成する。
- (ii) ベンゼンを鉄粉存在下、塩素と反応させて (D) とする。(D) を高温、高压下で水酸化ナトリウム水溶液と反応させたのち、酸性にすることによってフェノールを得る。

問1 Aに入る数値を有効数字2桁で書きなさい。

問2 Bの化合物名を書きなさい。

問3 Cの化合物名を書きなさい。

問4 化合物Dの構造式を書きなさい。

問5 フェノールと常温・常圧で反応する物質を以下の (イ) ～ (チ) の中からすべて選びなさい。

- (イ) 硝酸銀(I)水溶液 (ロ) メタノール (ハ) 塩酸 (ニ) 炭酸水
(ホ) 臭素 (ヘ) 塩化ビニル (ト) 塩化鉄(II)水溶液 (チ) 塩化鉄(III)水溶液

②ベンゼン環を含む炭化水素 A の一定量を完全燃焼させて生じた気体を、(問6、問7) 塩化カルシウム管、次いで、水酸化ナトリウム管に通した。その結果、前者は 3.60 g、後者は 17.6 g 質量が増加した。A 2.60 g をベンゼン 100 g に溶解した溶液の凝固点は、純粋なベンゼンのそれよりも 1.28 °C 低かった。A を、臭素を溶解した四塩化炭素に滴下すると、溶液の色が薄くなった。また、同様に臭素溶液の着色を薄くする性質をもった化合物 B (分子式 C_4H_6) と A とを反応させると、(問10) ゴム状高分子が得られた。なおベンゼンのモル凝固点降下は $5.12 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。

問6 下線部について、水酸化ナトリウム管の中で起こった反応を化学反応式で書きなさい。

問7 下線部について、この順番を逆にしてもよいか。もし、逆にして不都合があるならば、その理由を答えなさい。

問8 Aの組成式を書きなさい。なお、それを求めるために必要な計算式も簡潔に書きなさい。

化 学

問 9 A の分子式を書きなさい。なお、それを求めるために必要な計算式も簡潔に書きなさい。

問 10 下線部について、この高分子の構造式を書きなさい。

[以下余白]

生 物

【I】 次の生物多様性に関する文を読んで、問1～問4に答えなさい。

地球上には陸上、海洋にさまざまな生態系が存在し、それぞれの生態系を構成する種も多様である。これらの多種多様な生物は、生態系内でさまざまな役割を果たしている。生物多様性を考える場合、ア、イ、ウの3つの視点が重要である。

我々は、さまざまな自然の恵みにあずかって日々の暮らしを行っている。この恵みはエと呼ばれ、生物多様性が深くかかわっている。エは、役割の違いに基づき、オ、①供給サービス、調節サービス、カの4種類に分類されている。したがって、エを将来にわたって維持するためには、生物多様性がどのようなしくみで維持されているのか、また、②どのような理由で減少しているのかを明らかにすることが重要な課題となっている。

問1 文中の空欄ア～カに最も適切な語句を入れなさい。

問2 下線部(1)の供給サービスと調節サービスについて、それぞれの役割を30字以内で述べなさい。

問3 下線部(2)の生物多様性を減少させる要因を2つ挙げ、20字以内で簡潔に説明しなさい。

問4 生物多様性に関する中規模かく乱説について、50字以内で説明しなさい。

〔Ⅱ〕 原核生物である大腸菌における遺伝子発現調節に関する文章を読み、以下の各問いに答えなさい。

大腸菌は栄養条件の変化により、遺伝子発現が調節される。大腸菌の(1)ラクトース（乳糖）分解酵素（ラクターゼ）の遺伝子群は、ラクトースが存在すると発現し、ラクトースが存在しないと発現しない。これは次のように説明される。

(2)ラクトースを分解するためのいくつかの酵素の遺伝子（ラクトース分解酵素遺伝子群を含む）は、DNA 上でひとかたまりになって並んでおり、これらはまとめて転写の調節を受ける。この遺伝子群の〔ア〕に結合する〔イ〕は別の場所にある〔ウ〕から常につくられている。炭素栄養源としてラクトースがない培地では、〔イ〕が〔ア〕に結合するために、転写は起きにくい。一方、炭素栄養源としてラクトースがあり、かつグルコースがない培地では、〔イ〕が〔エ〕と結合し、〔イ〕が〔ア〕に結合するのが妨げられるので、〔オ〕が〔カ〕に結合して、〔イ〕による妨害を受けずに、酵素遺伝子群の転写が起こる。

問 1 〔ア〕～〔カ〕に入る最も適切な語を次の語群から選びなさい。

語群

DNA ポリメラーゼ、DNA リガーゼ、RNA ポリメラーゼ、アンチコドン、オペレーター、グルコースの代謝産物、コドン、受容体、調節遺伝子、プロモーター、ラクトースの代謝産物、リプレッサー、リボソーム

問 2 下線部(1)の酵素によってラクトースが分解されると何と何の単糖になるのか。その名称を2つ答えなさい。

問 3 下線部(2)のような遺伝子のまとまり（発現遺伝子群とそれらの発現を調節する DNA 塩基配列のまとまり）を何と呼ぶか答えなさい。

問 4 いま、培地中のトリプトファンを減少させてみる。そうすると大腸菌はトリプトファンを合成するようになる。上述のラクトース分解酵素遺伝子群の代わりにトリプトファン合成酵素遺伝子群を想定して、このトリプトファン合成の理由を100字以内で説明しなさい。

問 5 この問題に示されたような転写調節の仕組みは誰と誰によって最初に提唱されたのか。2人の名前を答えなさい。

〔以下余白〕

<H29115181>

受験 番号	万	千	百	十	一
加氏名					
氏名					

(所定欄以外に番号・氏名を書いてはならない)

2017年度

物 理
(解 答 用 紙)

No.

1	／	2
---	---	---

採 点 欄

--

2017年度

No.

2	／	2
---	---	---

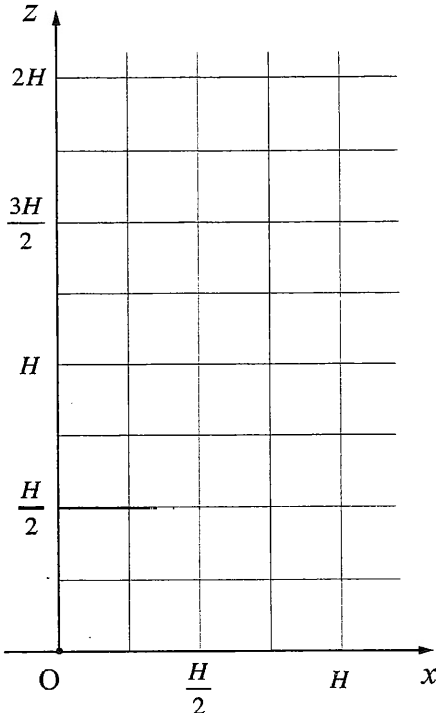
採 点 欄

--

物 理
(解 答 用 紙)

物理

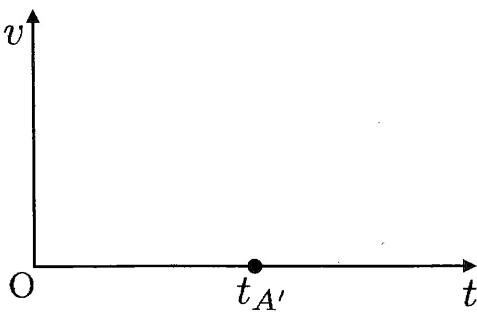
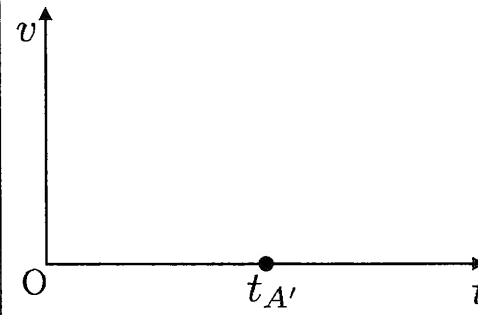
〔Ⅰ〕

問 1	x 座 標 :	z 座 標 :	
問 2	最高点の高さ :	水平到達距離 :	
問 3	仰角 :	最大水平 到達距離 :	最高点の高さ :
問 4	曲線の式 :	問 5	$\tan \theta =$
問 6	通過可能領域の式 :	問 7	
問 8	おもりの高さ :	問 9	v_0 の条件 :
問 10		問 12	
問 11	z_T の範囲 :		
	x_T の条件 :		

(裏面使用不可)

物理

〔Ⅱ〕

問 1	問 2
問 3	問 4
問 5	問 6
問 7	問 8
問 9	
問 10	問 11
	

(裏面使用不可)

<H29115381>

受験番号	万	千	百	十	一
姓					
氏名					

(所定欄以外に番号・氏名を書いてはならない)

2017年度

生物
(解答用紙)

No. 1 / 2
採点欄

--

生物
〔Ⅰ〕

問1 ア _____ イ _____ ウ _____
エ _____ オ _____ カ _____

問2
供給サービス

調節サービス

問3
要因1

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

要因2

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

問4

2017年度

生物
(解答用紙)

No. 2 / 2
採点欄

--

生物
〔Ⅱ〕

問1 ア _____ イ _____ ウ _____
エ _____ オ _____ カ _____

問2 _____

問3 _____

問4

問5 _____

< H29115281 >

受験番号	万	千	百	十	一
姓					
氏名					

2017年度

No.

1

 /

2

採点欄

化学
(解 答 用 紙)

(所定欄以外に番号・氏名を書いてはならない)

化学
(I)

問 1	A		B	
問 2	A		B	
問 3	A		B	
問 4	A			
	B > >			
問 5	A		B	
問 6	A		B	
問 7	A	B	C	
問 8	A KMnO ₄ + H ₂ SO ₄ + FeSO ₄ → K ₂ SO ₄ + MnSO ₄ + Fe ₂ (SO ₄) ₃ + H ₂ O			
	B			
問 9	A		B	
問 10	A	B の構造式		

(裏面使用不可)

2017年度

No.

2

 /

2

採点欄

化学
(解 答 用 紙)

化学
(II)

問 1		問 2	
問 3	D の構造式		
問 4			
問 5			
問 6			
問 7			
問 8			
問 8	計算式		
問 9	計算式		
問 10	分子式:		

(裏面使用不可)