

令和7年度採用

群馬県公立高等学校教員選考試験問題

物 理

受 験 番 号		氏 名	
------------------	--	------------	--

注 意 事 項

- 1 「開始」の指示があるまでは、問題用紙を開かないでください。
- 2 問題は、1ページから12ページまであります。「開始」の指示後、すぐに確認してください。
- 3 解答は、すべて解答用紙に記入してください。
- 4 「終了」の指示があったら、直ちに筆記具を置き、問題用紙と番号順に重ねた解答用紙を机の上に置いてください。
- 5 退席の指示があるまで、その場でお待ちください。
- 6 この問題用紙は、持ち帰ってください。

1 放物運動する物体に関して、以下の (A・B) の問いに答えなさい。

A 図1のように、地上のある点から、小球を水平方向と角 θ [rad] をなす向きに大きさ v_0 [m/s] の初速度で発射する。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、空気抵抗は無視できるものとする。このとき、次の(1)～(5)の問いに答えなさい。

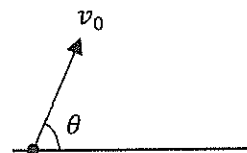


図1

- (1) 小球が最高点に達するときの高さ h [m] を求めよ。ただし、 g , v_0 , θ を用いて表すこと。
- (2) 小球が発射されてから初めて地上に落下するまでの時間 t [s] を求めよ。ただし、 g , v_0 , θ を用いて表すこと。
- (3) 小球が発射された点から初めて地上に落下した点までの距離 (水平到達距離) l [m] を求めよ。ただし、 g , v_0 , θ を用いて表すこと。
- (4) $\theta = \frac{\pi}{4}$ rad とするとき、発射地点から水平方向に 245 m 離れた地点に小球を当てるために必要な初速度 v_0 [m/s] を求めよ。ただし、 $g = 9.80$ m/s² として計算すること。
- (5) 斜方投射された物体の運動について、水平方向には等速直線運動と同様の運動をすることを考える。この理由を、物体にはたらく力に着目して説明せよ。

B 高等学校学習指導要領（平成30年3月告示）の第2章第5節「理科」では、「自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。（以下省略）」とある。そこで、放物運動の授業において、特に生徒の興味を引くと考えられる自然現象として打ち上げ花火を扱い、最高点で多数の小さな火薬（以下、星とする）があらゆる方向に同じ速さで飛び散るモデルを考える。次の(6)の問いに答えなさい。

- (6) 星が飛び散った後、星はそれぞれ放物運動をするが、各瞬間の星は常に同一球面上にあるという。このことについて放物運動の知識・技能を用いて検証した以下の【説明】の①～④に当てはまる式を、時刻 t を含む式で表せ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。

【説明】

静止している観測者から見て、飛び散る瞬間の星の位置を原点 O 、水平方向右向きを x 軸の正の向き、鉛直方向上向きを y 軸の正の向きとし、 xy 平面上のみで考える。時刻 $t = 0$ に、原点 O から x 軸の正の向きに対して角 θ だけ上向きに速さ v_0 で飛び散った星の、時刻 t における x 座標は $x =$ (①), y 座標は $y =$ (②) であり、この2式から θ を消去して得られる x と y の関係式は、中心の x 座標が $x = 0$ 、 y 座標が $y =$ (③) で、半径 (④) の円を表す式になる。ゆえに、打ち上げ花火の星は飛び散る角 θ によらず、中心と半径が t に依存する同一の円周上にあることがわかる。

2 理想気体の状態変化に関して、以下の (A・B) の問いに答えなさい。

A 断面積 S [m²] の円筒形シリンダーと、断面積 S [m²], 質量 m [kg] の断熱材でできたピストンがある。図1のように、このシリンダーとピストンで物質量 n [mol] の単原子分子理想気体 (以下、気体という) を封入した。シリンダー全体は断熱材でできており、シリンダー内の底面に熱源がある。シリンダーの底面の熱源は気体の温度を自

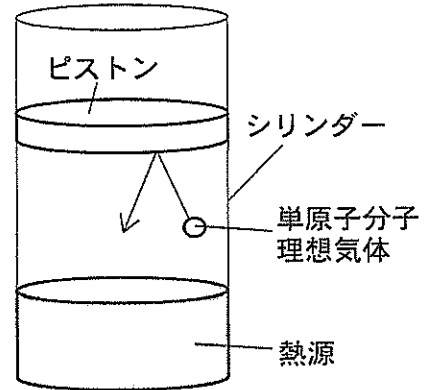


図1

由に変えることができ、ピストンは大気および封入した気体と接しながら鉛直方向になめらかに動くことができるものとする。初めの状態は、気体の温度は T_1 [K] であり、ピストンは静止している。熱源の温度を調節して、ピストンを鉛直上向きにゆっくりと移動させたところ、気体の温度は T_2 [K]、ピストンは静止の状態になった。大気圧の大きさを P_0 [Pa]、重力加速度の大きさを g [m/s²]、気体定数を R [J/(mol・K)] とする。また、シリンダーとピストンの熱容量は無視できるとする。次の(1)~(5)の問いに答えなさい。

- (1) 気体の温度が T_1 [K] のとき、気体の圧力 P [Pa] と体積 V [m³] を求めよ。
- (2) 気体の温度が T_1 [K] のとき、気体の内部エネルギー U [J] を求めよ。
- (3) 気体の温度が T_1 [K] から T_2 [K] に変化する間に、気体が外部にした仕事 W' [J] を求めよ。
- (4) 気体の温度が T_1 [K] から T_2 [K] に変化する間に、熱源が気体に与えた熱量 Q [J] を求めよ。
- (5) 気体の温度が T_1 [K] から T_2 [K] に変化する間における、ピストンにはたらく重力の位置エネルギーの変化 $\Delta U'$ [J] を求めよ。

B 図2のように、図1の状態から、熱源を取り外し、気体が外部と熱のやりとりをできない状態にした。この状態から、ピストンに力を加え、鉛直下向きにゆっくりと移動させ、気体を断熱圧縮したところ、気体の温度が上昇した。シリンダーとピストンの熱容量は無視できるとし、ピストンは封入した気体と接しながら鉛直方向になめらかに動くことができるものとする。次の(6)の問いに答えなさい。

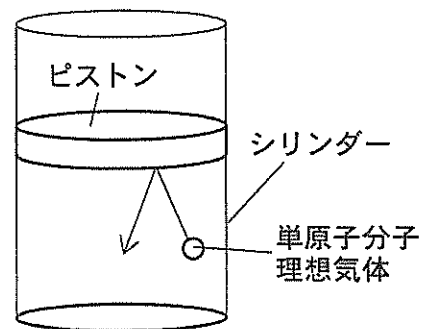


図2

- (6) この気体の状態変化について、生徒から「気体は熱のやりとりをしないのに、気体の温度が上昇するのはなぜですか。」と質問を受けた。この質問に対して、あなたならどう答えるか、熱力学第一法則に着目して説明せよ。

3 レンズに関して、以下の (A・B) の問いに答えなさい。

A 図1は、凸レンズLの光軸上にある物体PQから出た光が凸レンズLを通して、実像P'Q'ができるようすを示している。凸レンズLの焦点距離を f 、凸レンズLの中心Oから物体PQまでの距離を a 、実像P'Q'までの距離を b とする。図1中の点F、F'は凸レンズLの焦点を、点Rは、点Pを通る光軸に平行な直線が凸レンズLと交わる点を示している。次の(1)、(2)の問いに答えなさい。

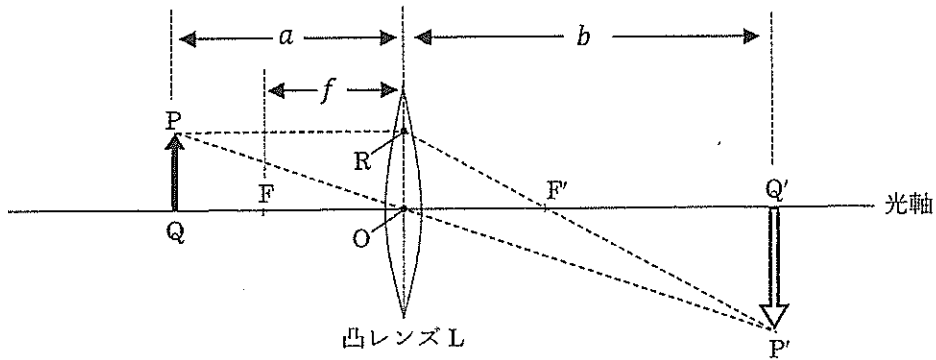


図1

(1) 図1における a 、 b 、 f の関係式を求めよ。また、図1の文字を用いて関係式を導く途中過程も記述せよ。

(2) 図2のように、物体PQとスクリーンを100 cm 離して固定する。この間を、凸レンズLを図2のように物体PQからスクリーンの向きに光軸と平行に移動させたところ、スクリーン上に実像が2度生じた。1度目の物体PQと凸レンズLの距離は20 cmであった。2度目の物体PQと凸レンズLの距離およびスクリーン上での像の倍率を求めよ。

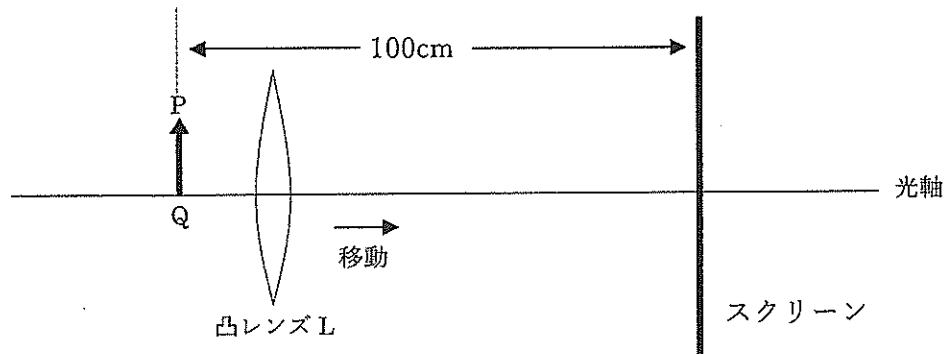


図2

B 次に、2枚の凸レンズを組み合わせて、顕微鏡の仕組みを利用して物体の拡大像を得る。図3のように、2枚の凸レンズ L_1 と L_2 を、光軸が一致するように離して置き、物体 ST を位置 P から凸レンズ L_1 および凸レンズ L_2 を通して見る。凸レンズ L_1 の焦点距離は f_1 、凸レンズ L_2 の焦点距離は f_2 である。物体 ST から凸レンズ L_1 までの距離を x とする。次の(3)～(6)の問いに答えなさい。

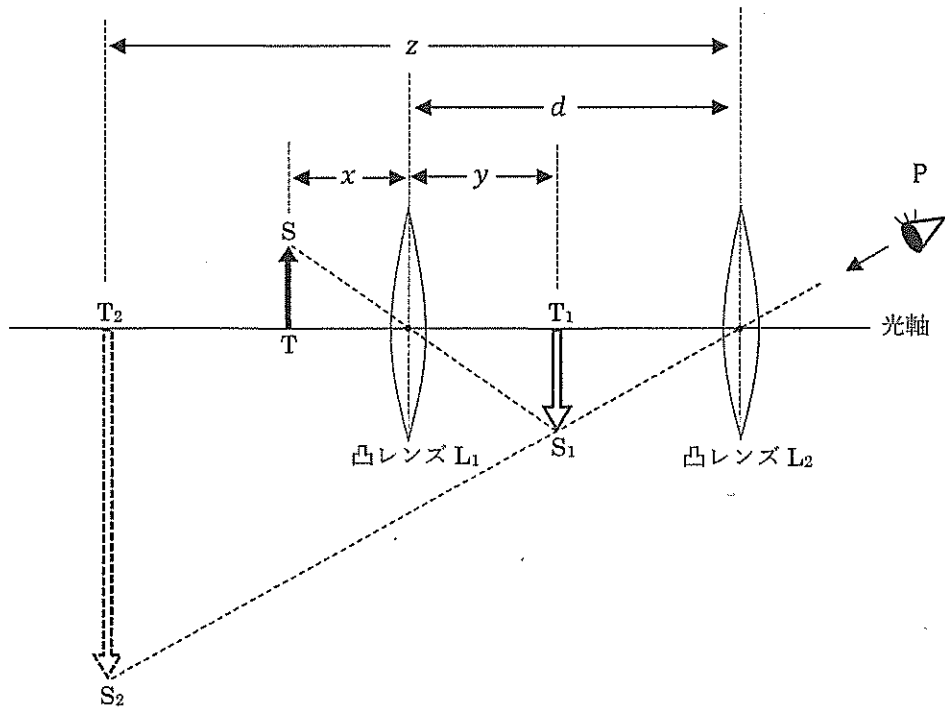


図3

- (3) 凸レンズ L_1 によってできる実像 S_1T_1 と凸レンズ L_1 の中心からの距離 y を f_1, x を用いて表せ。
ただし、 $x > f_1$ とする。
- (4) 凸レンズ L_1 による倍率 m_1 を f_1, x を用いて表せ。
- (5) 虚像 S_2T_2 が、凸レンズ L_2 から距離 z の位置に観察された。凸レンズ L_1 と凸レンズ L_2 の距離 d を f_2, y, z を用いて表せ。
- (6) 2枚の凸レンズ L_1 と L_2 を組み合わせたときの倍率 m_{12} を f_1, f_2, x, z を用いて表せ。

4 導体と不導体（誘電体）の性質に関して、以下の（A・B・C）の問いに答えなさい。

A 帯電していない軽い導体球に、負に帯電した塩化ビニル管を近づけていく場合の導体球の動きを観察する実験について、次の(1)、(2)の問いに答えなさい。

(1) 帯電していない軽い導体球をナイロン糸でつるして静止させる。この導体球に、負に帯電した塩化ビニル管を近づけていく。このときの導体球の運動の様子として最も適するものを次のア～ウから1つ選べ。

ア 導体球は塩化ビニル管から遠ざかっていく。

イ 導体球は塩化ビニル管に引き寄せられていく。

ウ 導体球は静止したままである。

(2) (1)の軽い導体球を軽い不導体球に変えて同様の実験を行う。この不導体球の運動の様子として最も適するものを次のア～ウから1つ選べ。

ア 不導体球は塩化ビニル管から遠ざかっていく。

イ 不導体球は塩化ビニル管に引き寄せられていく。

ウ 不導体球は静止したままである。

B 図1のように、2枚の極板で作ったコンデンサーを電池で充電した後に、スイッチを切った状態と入れた状態のそれぞれについて、極板と同じ面積で極板間の間隔と同じ厚みの誘電体（比誘電率 $\epsilon_r > 1$ ）を挿入した。次の(3)の問いに答えなさい。

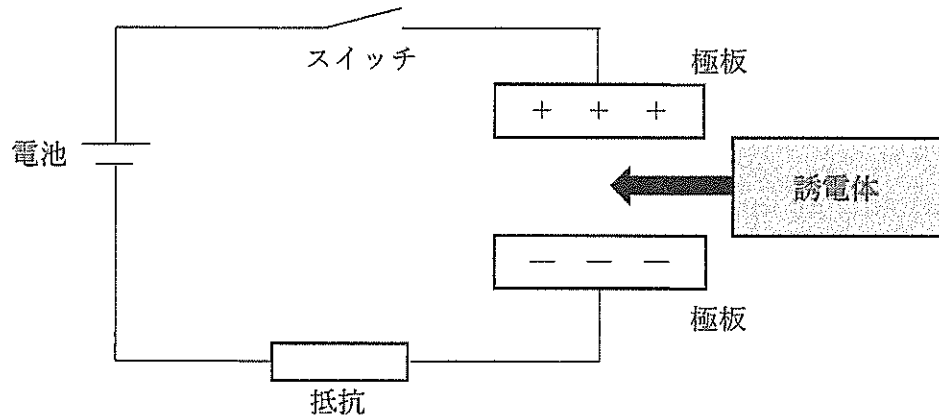


図1

(3) この際に起こる現象を説明した以下の【説明】の①～⑧に当てはまる適切な語句を、それぞれの語群から1つずつ選んで答えよ。

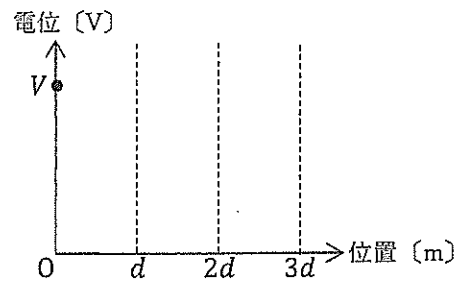
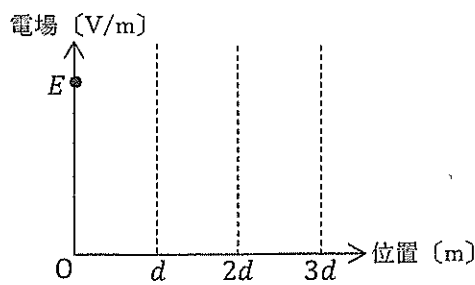
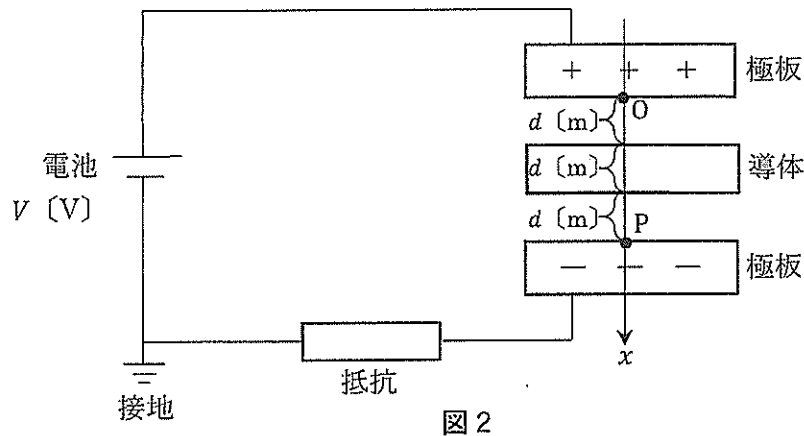
【説明】

スイッチを切った状態で誘電体を挿入すると、誘電分極により、極板と接する誘電体の表面に、極板と(① 同じ符号・反対の符号)の電荷が現れる。この電荷がつくる電場によって、誘電体のある部分の極板間の電場は、挿入する前と比べて(② 強められ・弱められ)、極板間の電位差は挿入する前と比べて(③ 大きくなる・変わらない・小さくなる)。なお、コンデンサーが蓄えている電荷は(④ 大きくなる・変わらない・小さくなる)。よって、コンデンサーの電気容量は(⑤ 大きくなる・変わらない・小さくなる)。

次に、スイッチを入れた状態で誘電体を挿入すると、コンデンサーが蓄えている電荷は挿入する前と比べて(⑥ 大きくなり・変わらず・小さくなり)、極板間の電位差は挿入する前と比べて(⑦ 大きくなる・変わらない・小さくなる)。よって、コンデンサーの電気容量は(⑧ 大きくなる・変わらない・小さくなる)。

C 図2のように、2枚の極板で作ったコンデンサーの中央に厚さ d [m] の導体を極板に平行に挿入し、電池で充電した。正の極板の導体側に点Oをおき、点Oから極板に対して垂直に x 軸をとる。各極板と導体は距離 d [m] ずつ離れており、電池の電位差を V [V]、正の極板と導体の間の電場の強さを E [V/m] とする。また、負の極板の導体側の x 軸上の点を点Pとし、電池の負極側を電位の基準点とする。次の(4)、(5)の問いに答えなさい。

(4) 図2の点O～点Pの範囲での、電場と電位の位置に対するグラフをそれぞれ解答用紙に示せ。ただし、電場の強さは E のみで表し、電位の大きさは V のみで表すこと。



(5) 静電遮蔽 (しゃへい) について、生活に身近な例を1つ挙げて説明せよ。

5 電磁誘導に関して、以下の (A・B) の問いに答えなさい。

A 図1のように、 xy 平面上の $x \geq 0$ の範囲に、紙面に垂直に表から裏向きに磁束密度の大きさ B の一様な磁場がかけられている。

1 辺の長さ L の正方形 $abcd$ のコイルを xy 平面上に辺 ab が y 軸と平行になる状態で置く。また、コイルの辺 da には抵抗値が R の抵抗が接続されている。コイルの辺 ab を y 軸と平行な状態に保ったまま、一定の速さ v で x 軸の正の向きに平行移動させた。コイルの辺 ab が $x = 0$ の位置を通過してから、 $x = L$ の位置を通過する直前

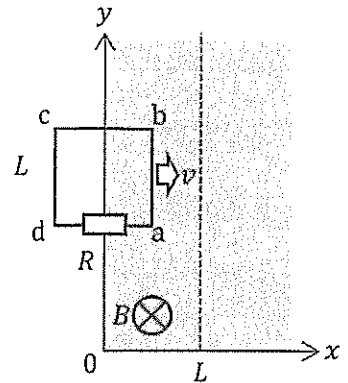
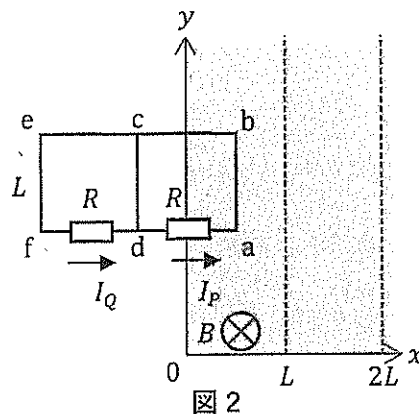


図1

までを考える。次の(1)~(3)の問いに答えなさい。ただし、コイルを形成する導線の抵抗、コイルを流れる電流の変化で生じる自己誘導による誘導起電力の影響は無視できるものとする。

- (1) コイルの辺 ab が $0 < x < L$ にあるとき、コイルに生じる誘導起電力の大きさ V を求めよ。
- (2) コイルの辺 ab が $0 < x < L$ にあるとき、コイルを一定の速さ v で x 軸の正の向きに平行移動させるために加える外力の x 成分 F を求めよ。
- (3) コイルの辺 ab が $0 < x < L$ にあるとき、コイルに生じる単位時間あたりのジュール熱 P を求めよ。

B 図2のように、 xy 平面上の $x \geq 0$ の範囲に、紙面に垂直に表から裏向きに磁束密度の大きさ B の一様な磁場がかけている。1辺の長さ L 、抵抗値 R の抵抗を1つ接続した正方形のコイル $abcd$ と、1辺の長さ L 、抵抗値 R の抵抗を1つ接続した正方形のコイル $dcef$ を、辺 cd を共通の導線として連結した閉回路をつくり、辺 ab が y 軸と平行になる状態で置く。このとき、この閉回路を辺



abが y 軸と平行な状態に保ったまま、辺 ab が $x = 0$ となる位置から一定の速さ v で x 軸の正の向きに平行移動させた。ここで、辺 da にある抵抗に流れる電流を I_p 、辺 fd にある抵抗に流れる電流を I_Q とし、それぞれ x 軸の正の向きに流れるときを正とする。次の(4)～(7)の問いに答えなさい。ただし、閉回路を形成する導線の抵抗、閉回路を流れる電流の変化で生じる自己誘導による誘導起電力の影響は無視できるものとする。

- (4) 辺 ab が $0 < x < L$ にあるとき、 I_p 、 I_Q をそれぞれ求めよ。
- (5) 辺 ab が $L < x < 2L$ にあるとき、 I_p 、 I_Q をそれぞれ求めよ。
- (6) 辺 ab が $x = 0$ から $x = 2L$ に達するまでに、閉回路を一定の速さ v で x 軸の正の向きに平行移動させるために加える力の、辺 ab の x 座標に対するグラフを解答用紙に示せ。ただし、図2の x 軸の正の向きを力の正の向きとする。
- (7) 辺 ab が $x = 0$ から $x = 2L$ に達するまでに、閉回路で生じる誘導起電力のする仕事を求めよ。

6 核反応とエネルギーに関して、以下の (A・B) の問いに答えなさい。

A 原子核の構成および質量とエネルギーの関係について考える。次の(1)の問いに答えなさい。

(1) 以下の【説明】の①～③には当てはまる適切な語句を、④には式を入れよ。

【説明】

原子核は、正の電気量をもつ (①) と電気をもたない (②) で構成されている。これらの2種類の粒子は核子とよばれ、核子と核子を結びつける力を (③) という。原子番号は、原子核の中の (①) の数で表し、質量数は、(①) の数と (②) の数の和で表す。

相対性理論によると、質量とエネルギーは同等であり、静止状態における質量 m [kg] の物体のエネルギー E [J] は、 $E = (④)$ と表せる。ただし、真空中の光の速さを c [m/s] とする。

B 静止したリチウム ${}^7_3\text{Li}$ の原子核に加速した陽子 ${}^1_1\text{H}$ を衝突させると、2個のヘリウム ${}^4_2\text{He}$ の原子核が生成した。 ${}^7_3\text{Li}$ の原子核、陽子 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ の原子核の質量は、それぞれ 7.0160 u、1.0078 u、4.0026 u とし、 $1\text{u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 、 $1\text{eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ 、真空中の光の速さを $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。次の(2)～(4)の問いに答えなさい。

(2) この反応の核反応式を答えよ。

(3) この核反応によって減少した質量 Δm [u] を求めよ。

(4) 核反応で放出されたエネルギー E [MeV] を求めよ。

物 理 解 答 用 紙	2 枚 中 の 1	受 験 番 号		氏 名	
-------------	-----------	---------	--	-----	--

(7年)

1(1)	(2)
(3)	(4)
(5)	
(6)①	②
③	④
2(1)圧力	体積
(2)	(3)
(4)	(5)
(6)	

3(1)	
(2)距離	倍率
(3)	(4)
(5)	(6)

物 理 解 答 用 紙	2 枚 中 の 2	受 験 番 号		氏 名	
-------------	-----------	---------	--	-----	--

(7 年)

4(1)	(2)
(3)①	②
③	④
⑤	⑥
⑦	⑧
<p>(4)電場 - 位置グラフ</p>	
<p>電位 - 位置グラフ</p>	
(5)	

5(1)	(2)
(3)	
(4) I_P	I_Q
(5) I_P	I_Q
<p>(6)</p>	
(7)	
6(1)①	②
③	④
(2)	
(3)	
(4)	

以下はあくまでも解答の一例です。

物 理 解 答 用 紙	2 枚 中 の 1	受 験 番 号		氏 名	
-------------	-----------	---------	--	-----	--

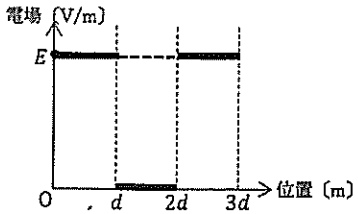
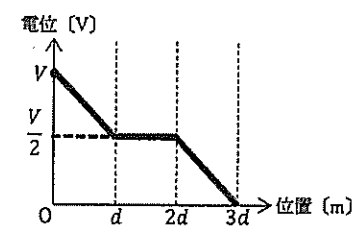
(7年)

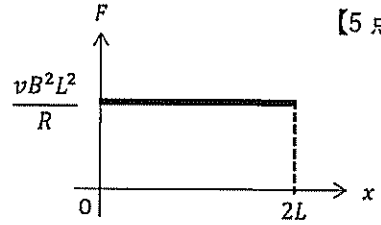
1(1) $\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$ (m) 【4点】	(2) $\frac{2v_0 \sin \theta}{g}$ (s) 【4点】
(3) $\frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ (m) または $\frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$ (m) 【4点】	(4) 49.0m/s 【4点】
(5) 斜方投射された物体の運動を水平方向に分解すると、運動中の物体には水平方向の力は働いていないため、運動方程式は $ma = 0$ より水平方向の加速度は $a = 0$ となり、水平方向には等速直線運動と同様の運動をすることがわかる。【5点】	
(6)① $v_0 \cos \theta \cdot t$ 【4点】	② $v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$ 【4点】
③ $-\frac{1}{2}gt^2$ 【4点】	④ $v_0 t$ 【4点】
2(1)圧力 $P_0 + \frac{mg}{S}$ (Pa) 【4点】	体積 $\frac{nRST_1}{P_0S + mg}$ (m ³) 【4点】
(2) $\frac{3}{2}nRT_1$ (J) 【4点】	(3) $nR(T_2 - T_1)$ (J) 【4点】
(4) $\frac{5}{2}nR(T_2 - T_1)$ (J) 【5点】	(5) $\frac{nRmg}{P_0S + mg}(T_2 - T_1)$ (J) 【5点】
(6) 断熱変化においては、内部エネルギーの変化を ΔU 、外部からされる仕事を W とすると、熱力学第一法則より、 $\Delta U = W$ となる。したがって、 $W > 0$ のとき、 $\Delta U > 0$ となり、理想気体の温度は上昇する。【6点】	

3(1) $\triangle OPQ \sim \triangle OP'Q'$ より、 $\frac{P'Q'}{PQ} = \frac{OQ'}{OQ} = \frac{b}{a}$ $\triangle F'RO \sim \triangle F'P'Q'$ より、 $\frac{P'Q'}{RO} = \frac{F'Q'}{F'O} = \frac{b-f}{f}$ $PQ = RO$ より、 $\frac{b}{a} = \frac{b-f}{f}$ 以上より、 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 【6点】	
(2)距離 80cm 【4点】	倍率 0.25倍 【4点】
(3) $\frac{f_1 x}{x - f_1}$ 【4点】	(4) $\frac{f_1}{x - f_1}$ 【4点】
(5) $\frac{f_2 z}{z + f_2} + y$ 【4点】	(6) $\frac{f_1(z + f_2)}{f_2(x - f_1)}$ 【4点】

物 理 解 答 用 紙	2 枚 中 の 2	受 験 番 号	氏 名
-------------	-----------	---------	-----

(7年)

4(1) イ【3点】	(2) イ【3点】
(3)① 反対の符号【2点】	② 弱められ【2点】
③ 小さくなる【2点】	④ 変わらない【2点】
⑤ 大きくなる【2点】	⑥ 大きくなり【2点】
⑦ 変わらない【2点】	⑧ 大きくなる【2点】
(4)電場-位置グラフ 電場 (V/m) E 0 d 2d 3d 位置 (m) 【5点】	
電位-位置グラフ 電位 (V) V V/2 0 d 2d 3d 位置 (m) 【5点】	
(5)【身近な静電遮蔽の例を1つ示して5点】 (例1) 電子レンジの扉のガラス窓に金属の網を埋め込むことで、電磁波が外に漏れないようにしている。(例2) 自動車や電車などの金属で囲まれた空間にいれば、それらに落雷しても内部には電気が通りにくい。【5点】	

5(1) vBL 【4点】	(2) $\frac{vB^2L^2}{R}$ 【4点】
(3) $\frac{v^2B^2L^2}{R}$ 【4点】	
(4) I_p $\frac{vBL}{R}$ 【4点】	i_q 0【4点】
(5) I_p 0【4点】	i_q $\frac{vBL}{R}$ 【4点】
(6) $\frac{vB^2L^2}{R}$ F ↑ 0 2L x 【5点】	
(7) $\frac{2vB^2L^3}{R}$ 【5点】	
6(1)③ 陽子【3点】	② 中性子【3点】
③ 核力【3点】	④ mc^2 【3点】
(2) ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$ 【4点】	
(3) 0.0186 u【4点】	
(4) 17.4 MeV【6点】	