

高等学校 理科（物理）

解答についての注意点

- 1 解答用紙は、マーク式解答用紙と記述式解答用紙の2種類があります。
- 2 大問 **1** ～大問 **4** については、マーク式解答用紙に、大問 **5** については、記述式解答用紙に記入してください。
- 3 解答用紙が配付されたら、まずマーク式解答用紙に受験番号等を記入し、受験番号に対応する数字を、鉛筆で黒くぬりつぶしてください。
記述式解答用紙は、全ての用紙の上部に受験番号のみを記入してください。
- 4 大問 **1** ～大問 **4** の解答は、選択肢のうちから、**問題で指示された解答番号**の欄にある数字のうち一つを黒くぬりつぶしてください。
例えば、「解答番号は 」と表示のある問題に対して、「**3**」と解答する場合は、解答番号 の欄に並んでいる ① ② ③ ④ ⑤ の中の ③ を黒くぬりつぶしてください。
- 5 間違ってぬりつぶしたときは、消しゴムできれいに消してください。二つ以上ぬりつぶされている場合は、その解答は無効となります。
- 6 その他、係員が注意したことをよく守ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません。

1 次の(1)～(8)の問いに答えよ。ただし、原子量は次のとおりとする。

H = 1.0、C = 12、O = 16、S = 32、Cu = 64

(1) 次の表は原子a～eの電子配置を示している。これらの原子に関する記述として正しいものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

電子の数				
	K殻	L殻	M殻	N殻
a	2	1	0	0
b	2	5	0	0
c	2	6	0	0
d	2	8	8	0
e	2	8	8	2

- 1 aの第一イオン化エネルギーは、dの第一イオン化エネルギーより大きい。
- 2 bの原子価は、3である。
- 3 cは、8個の価電子をもつ。
- 4 dは、二原子分子になる。
- 5 eは、2価の陰イオンになる。

(2) 原子に関する記述のうち、次の①～③の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① ^1H と ^2H は互いに同素体である。
- ② ^{12}C と ^{13}C は質量数が違うので、化学的性質が大きく異なる。
- ③ ^{35}Cl の中性子の数は18である。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	誤
3	正	誤	正
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

(3) 化学反応に関する記述として、次のa～dのうち正しいものが2つある。それらの組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- a 反応物の物質量の総和と生成物の物質量の総和は、必ず等しい。
- b 反応式の係数の比は、各物質の物質量の比をあらわす。
- c 気体のみが関わる化学反応では、反応式の係数の比は、気体の密度の比をあらわす。
- d 化学反応では、原子の組合せが変わるだけで、原子自身が生成したり消滅したりすることはない。

- 1 a・b
- 2 a・c
- 3 b・c
- 4 b・d
- 5 c・d

(4) 原油は、炭素と水素からなる有機化合物を主成分とする (①) である。原油は、分留 (分別蒸留) によって (②) の近い成分ごとに分離される。たとえば、分留塔 (精留塔) から出てきた常温で気体である成分には、プロパン C_3H_8 やブタン C_4H_{10} があり、これらは冷却または (③) することにより容易に液化する。

ア 文中の (①) ~ (③) に当てはまる語句の組合せとして最も適切なものはどれか。 1 ~ 5 から一つ選べ。解答番号は

	①	②	③
1	純物質	溶解度	加圧
2	純物質	沸点	減圧
3	混合物	沸点	減圧
4	混合物	沸点	加圧
5	混合物	溶解度	減圧

イ 6.60 g のプロパンを完全燃焼させると、二酸化炭素と水が生じた。この反応で生じた水の質量は何 g か。次の 1 ~ 5 から一つ選べ。解答番号は

1 7.92 g 2 10.8 g 3 16.0 g 4 19.8 g 5 26.4 g

(5) 60℃の水100 gに対する硫酸銅(Ⅱ)(無水物)の溶解度は、40 gである。硫酸銅(Ⅱ)五水和物を用いて飽和水溶液をつくるとき、60℃の水50 gに硫酸銅(Ⅱ)五水和物は何gまで溶かすことができるか。ただし、水溶液中の水は蒸発しないものとする。最も適切なものを次の1～5から一つ選べ。解答番号は、

- 1 20 g 2 22 g 3 40 g 4 44 g 5 83 g

(6) 反応熱および熱化学方程式に関する記述として、次のa～dのうち正しいものが2つある。それらの組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- a 酸と塩基が反応し、中和して1 molの水を生成するときの熱量を中和熱といい、正または負の値であらわされる。
- b 物質1 molを多量の溶媒に溶かすときの反応熱を溶解熱といい、すべて正の値である。
- c 反応物のもつエネルギーの総和が生成物のもつエネルギーの総和よりも大きいときは、発熱反応となる。
- d 熱化学方程式は、化学変化にともなう熱の出入りだけでなく、凝固や蒸発のような物理変化にともなう熱の出入りも表すことができる。

- 1 a・b
- 2 a・c
- 3 b・c
- 4 b・d
- 5 c・d

(7) 自然の雨水のpHを測定すると、5.6程度の弱い酸性を示す。これは、大気中の(①)が雨水に溶け込んでいるためである。ところが、化石燃料の燃焼などで放出される硫黄酸化物や(②)が雨水に溶け込むと、pHが5.6より(③)なることがある。そのような雨は、酸性雨とよばれる。酸性雨は、生態系や建造物にさまざまな影響をおよぼす。

ア 文中の(①)～(③)に当てはまる語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の1～5から一つ選べ。解答番号は

	①	②	③
1	二酸化炭素	窒素酸化物	大きく
2	アルゴン	窒素酸化物	大きく
3	二酸化炭素	アンモニア	大きく
4	アルゴン	アンモニア	小さく
5	二酸化炭素	窒素酸化物	小さく

イ 下線部に関連して、大気中の水蒸気に硫黄酸化物が溶け込むと、その一部は硫酸となる。

雨水のpHを測定するにあたって、事前に濃度不明の硫酸水溶液で定量実験をおこなった。濃度不明の硫酸水溶液50 mLのpHを測定すると、pHは5.0であった。このとき、硫酸水溶液50 mLに溶け込んでいた硫酸 H_2SO_4 の物質量はいくらか。最も適切なものを次の1～5から一つ選べ。ただし、硫酸は完全に電離するものとする。解答番号は、

- 1 $2.5 \times 10^{-7} \text{ mol}$
- 2 $5.0 \times 10^{-7} \text{ mol}$
- 3 $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol}$
- 4 $2.5 \times 10^{-6} \text{ mol}$
- 5 $5.0 \times 10^{-6} \text{ mol}$

(8) 次の文章は、金属Fe, Ag, Al, Cuについての実験結果である。①～③のa～dにあてはまる金属のうち適切なものを次の1～5から一つ選べ。解答番号は、

10

- ① 希硫酸を電解液として、aとbを電極とした電池とbとdを電極とした電池の起電力を比べると、bとdを電極とした電池の起電力の方が大きかった。
- ② cの硝酸塩水溶液にbの金属片を入れると、cが析出した。
- ③ 希硫酸を加えたとき、aとdは溶けたが、bとcは溶けなかった。

- 1 aはAlで、bはCuである。
- 2 aはFeで、bはAgである
- 3 bはAgで、cはCuである。
- 4 cはAgで、dはAlである。
- 5 cはCuで、dはFeである。

2 次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 生物の特徴とそのはたらきに関する次の文章を読み、次の問いに答えよ。

すべての生物のからだは、A細胞からできている。細胞のつくりによって、原核生物とB真核生物に分けられる。真核生物の細胞は、核以外にも様々なC細胞小器官などを含んでいる。細胞の中では、生命を維持するために、物質が合成されたり分解されたりしている。

ア 下線部Aに関連して、次の①～⑤のうち、全ての細胞に共通して含まれるものを選んだときの、最も適切な組み合わせはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① アデノシン三リン酸 ② クロロフィル ③ セルロース
④ ヘモグロビン ⑤ 水

1 ①、② 2 ①、⑤ 3 ②、④ 4 ③、④ 5 ④、⑤

イ 下線部Bに関連して、次の生物①～⑤のうち、真核生物をすべて選んだ組み合わせとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 酵母菌 ② 乳酸菌 ③ ネンジュモ ④ ゾウリムシ ⑤ オオカナダモ

1 ②、③、⑤ 2 ④、⑤ 3 ①、②、③ 4 ①、④、⑤ 5 ③、④、⑤

ウ 下線部Cに関連する記述として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 真核生物は、細胞小器官をもつが細胞質基質をもたない。
2 ミトコンドリアは、細胞質には含まれない。
3 葉緑体は、グルコースなどの有機物を分解して、エネルギーを取り出すはたらきをしている。
4 アントシアンは、液胞に含まれる。
5 多くの動物細胞は、細胞膜の外側に細胞壁をもつ。

(2) 遺伝情報の発現に関する次の文章を読み、次の問いに答えよ。

① DNAの塩基配列を写し取ってRNAがつくられる過程を②転写という。mRNAの塩基配列にもとづいてアミノ酸が並び、タンパク質が合成される過程を翻訳という。翻訳においては、mRNAの塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列に読み替えられる。タンパク質の合成の開始、タンパク質の合成の終了、およびアミノ酸の種類は、mRNAの連続した三つの塩基の組(トリプレット)によって指定される。このようなトリプレットを(a)という。翻訳の場となる(b)は、タンパク質とRNAから構成されている。それぞれの(a)が指定するアミノ酸は(c)によって(b)に運ばれる。(b)で合成されたポリペプチドは、固有の立体構造をとり、酵素などとしてはたらく。

ア 下線部①に関連して、ある2本鎖DNAの塩基組成を調べたところ、以下のことが分かった。

・この2本鎖DNAを構成する1本鎖をそれぞれH鎖とI鎖としたとき、H鎖だけを見るとT(チミン)もC(シトシン)も12%ずつ含まれていた。

・2本鎖DNA全体に含まれるA(アデニン)の割合は8%であった。

I鎖に含まれるCの割合として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

1 24% 2 36% 3 48% 4 64% 5 72%

イ 下線部②に関連して、転写においては、遺伝情報を含むDNAが必要である。それ以外に必要な物質の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 DNAのヌクレオチド、RNAのヌクレオチド
- 2 DNAのヌクレオチド、DNAを合成する酵素
- 3 RNAのヌクレオチド、mRNAを合成する酵素
- 4 RNAのヌクレオチド、DNAを合成する酵素
- 5 RNAのヌクレオチド、tRNAを合成する酵素

ウ 上の文章中の(a)～(c)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

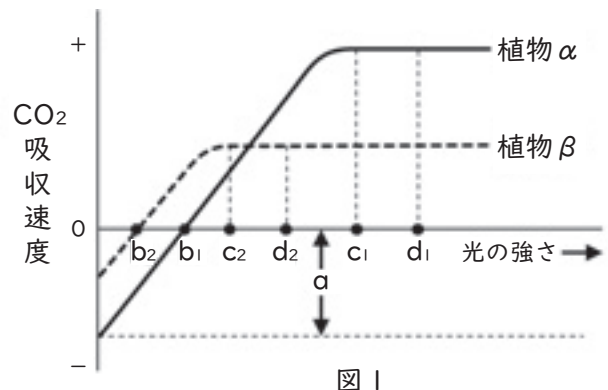
- | | (a) | (b) | (c) |
|---|------|-------|-----------|
| 1 | コドン | リボソーム | tRNA |
| 2 | コドン | ゴルジ体 | tRNA |
| 3 | オペロン | リボソーム | RNAポリメラーゼ |
| 4 | オペロン | ゴルジ体 | RNAポリメラーゼ |
| 5 | コドン | リボソーム | RNAポリメラーゼ |

(3) 植生の遷移に関する次の文章を読み、次の問いに答えよ。

ある場所の植生は時間と共に変化していく。この現象を遷移といい、日本のように降水量の多い環境では、溶岩台地等の裸地から遷移が始まる場合、草原→低木林→(A)→(B)→(C)へと移行することが多い。(A)から(C)へ移り変わる過程において、林床に届く光量は徐々に少なくなっていく。光環境は、遷移の進行を促す要因の1つである。

ア 文中の(A)～(C)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	(A)	(B)	(C)
1	陽樹林	陰樹林	混交林
2	陰樹林	陽樹林	混交林
3	混交林	陰樹林	陽樹林
4	陰樹林	混交林	陽樹林
5	陽樹林	混交林	陰樹林



イ 図1は横軸に植物の葉に照射される光の強さ、縦軸にその葉の単位面積当たりのCO₂吸収速度を取ったグラフである。図中のaは何を表しているか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、図1の植物αとβは、ある地域の主要な陽樹と陰樹である。解答番号は

- | | | |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 1 植物αの光合成速度 | 2 植物βの光合成速度 | 3 植物αの見かけの光合成速度 |
| 4 植物βの見かけの光合成速度 | 5 植物αの呼吸速度 | |

ウ 図中の光の強さの名称の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- | | |
|--|--|
| 1 b ₁ , b ₂ = 光飽和点 | c ₁ , c ₂ = 光限界点 |
| 2 b ₁ , b ₂ = 光補償点 | c ₁ , c ₂ = 光飽和点 |
| 3 b ₁ , b ₂ = 光限界点 | c ₁ , c ₂ = 光補償点 |
| 4 b ₁ , b ₂ = 光臨界点 | c ₁ , c ₂ = 光飽和点 |
| 5 b ₁ , b ₂ = 光臨界点 | c ₁ , c ₂ = 光補償点 |

エ 下線部について、最終的に(C)へ移り変わった時の林床の光の強さは図中のどの範囲に該当するか。最も適切なものを、1～5のうちから一つ選べ。解答番号は

- | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 b ₂ - b ₁ 間 | 2 b ₁ - c ₂ 間 | 3 c ₂ - d ₁ 間 | 4 c ₂ - c ₁ 間 | 5 c ₁ - d ₂ 間 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|

3 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 地質について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

堆積岩は、土砂や生物の遺がいなどが(①)に堆積してできた岩石である。堆積岩は、堆積物の大きさや成分で分類され、シルトと呼ばれる粒径 $\frac{1}{256} \sim \frac{1}{16}$ mmの碎屑物で形成されたものは(②)である。また、チャートの大部分は(③)を主成分としている。

ア 文章中の①～③に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

	①	②	③
1	海底や湖底	泥岩	炭酸カルシウム
2	海底や湖底	砂岩	二酸化ケイ素
3	海底や湖底	泥岩	二酸化ケイ素
4	山地や平野	砂岩	炭酸カルシウム
5	山地や平野	泥岩	炭酸カルシウム

イ 地層について述べた文として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 堆積岩を観察したとき、構成する粒が2 mmより大きく丸みを帯びている場合、堆積当時は海岸から遠い深海底であったことが推定できる。
- 2 ビカリアの化石が含まれている場合、その地層は古生代に堆積したと推定できる。
- 3 地層が堆積した時代を表すとき、地球上に現れた生物の変化などに基づいた表し方を地質年代という。
- 4 堆積当時の自然環境の推定に用いられる化石を示相化石といい、比較的短期間生存していた生物の化石が望ましい。
- 5 地層に石灰岩が含まれている場合、堆積当時に火山の噴火があったことが推定できる。

(2) 地震について述べた次の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

23

- ① 震度は各地点での地震動のゆれの大きさを表すもので、震度計によって計測される。日本の気象庁による震度階級では、震度6と震度7がそれぞれ強弱にわけられている。
- ② マグニチュードは地震の規模を表す尺度のことで、2大きくなるとエネルギーは1000倍大きくなる。
- ③ 一般的に、震源の浅い地震については、初期微動継続時間は震源までの距離に比例する。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	正
3	正	誤	誤
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

(3) 気象に関する次の問いに答えよ。

ア 北半球における大気の運動について述べた次の文章中の①～③に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

空気塊には、高圧側から低圧側に向かって（①）がはたらき、さらに地球の自転の影響により、（②）がはたらくため、高気圧では風は（③）に吹き出している。

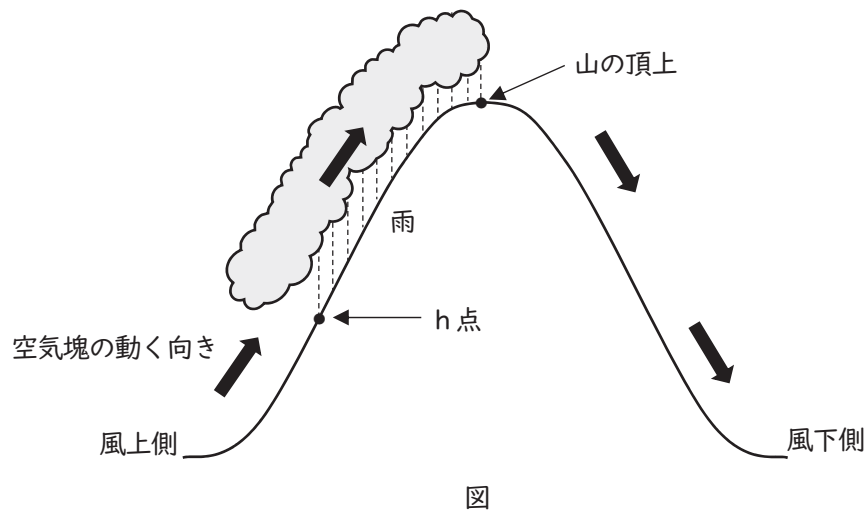
	①	②	③
1	摩擦力	コリオリの力（転向力）	時計回り
2	気圧傾度力	コリオリの力（転向力）	時計回り
3	摩擦力	遠心力	時計回り
4	気圧傾度力	遠心力	反時計回り
5	摩擦力	コリオリの力（転向力）	反時計回り

イ 気象について述べた文として、誤っているものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 日本付近を通過する台風の進行方向の右側を危険半円といい、台風の進行速度に吹き込む風速が加わるため、風が強くなる。
- 2 海水と陸地の比熱の違いによって生じる大気の移動のうち、日中に海から陸に向かって吹く風を海風という。
- 3 寒冷前線の方が、温暖前線よりも進行速度が速いため、やがて追いつくと閉塞前線となる。
- 4 上空ほど気圧は低いため、空気塊が上昇すると断熱膨張によって温度が下がり、露点以下に達することで、水蒸気が水滴や氷の粒となって雲ができる。
- 5 風が弱くよく晴れた夜間に起こる放射冷却は、夏には起こることはない。

ウ 下図のように、風上側山ろく（高度0 m）で20.0℃であった空気塊が、山の斜面に沿って上昇し、山の頂上（高度2500 m）を超えて風下側山ろく（高度0 m）まで下降した。このとき、風上側の山の斜面で雨が降り、乾いた空気塊が風下側山ろくに吹き降りた影響により、風下側山ろくでは空気塊の温度が26.5℃になった。h点から山の頂上の間でのみ雲が発生し、発生した水滴はすべて山の頂上までに雨として降ったとき、h点の高度として最も適切な数値はどれか。1～5から一つ選べ。ただし、乾燥断熱減率は1.0℃/100 m、湿潤断熱減率は0.5℃/100 mでそれぞれ一定であり、高度による水蒸気圧の変化は考えないものとする。解答番号は 26



- 1 650 m 2 1200 m 3 1300 m 4 1850 m 5 2000 m

(4) 宇宙に関する次の問いに答えよ。

ア 次の特徴を持つ太陽系内の惑星の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

27

- ① 水素とヘリウムを主成分とした大気をもち、平均密度が最も小さい。
- ② 公転周期が約88日と最も短く、地球からは夕方か明け方の短い時間しか観測できない。
- ③ 自転軸の傾きが、公転面に対して平行に近い状態（約98度）になっている。
- ④ 最大の惑星であり、ガリレオ衛星を含む多くの衛星をもつ。

	①	②	③	④
1	土星	金星	天王星	木星
2	木星	金星	天王星	土星
3	土星	水星	天王星	木星
4	土星	金星	海王星	木星
5	木星	水星	海王星	土星

イ 宇宙の研究を行った人物について述べた次の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

28

- ① ハーシェルは全天の星の観測を行い、天王星を発見しただけでなく、天の川銀河を円盤状に描き出した。
- ② ハッブルは銀河の後退速度と銀河までの距離の間にある比例関係を発見し、宇宙が膨張していることを実証した。
- ③ ケプラーは惑星の運動に関して、公転周期の二乗が軌道長半径の三乗に比例するという法則を発見した。

	①	②	③
1	正	正	正
2	正	誤	正
3	誤	正	誤
4	誤	誤	正
5	誤	誤	誤

ウ 地球の自転について述べた文として、誤っているものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は 29

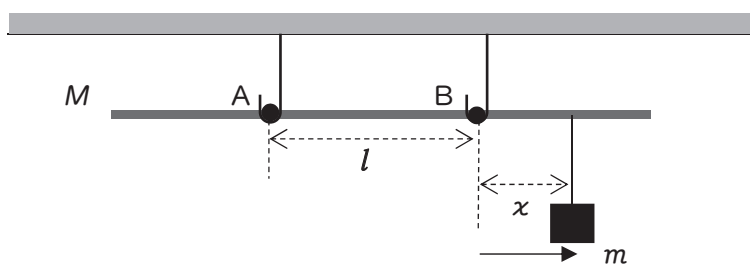
- 1 地球は、北極と南極を結んだ地軸を中心として1日に1回自転しており、北極上空から見て反時計回りに回転している。
- 2 札幌と那覇で同じ物体の重さを比較すると、異なる値となる。これは、地球の自転による遠心力のために、重力加速度が変化するからである。
- 3 北半球におけるフーコーの振り子では、地球の自転の影響を受けて、振り子の振動面が上から見て時計回りに回転する。
- 4 地球の自転による天体の見かけの動きを日周運動といい、1時間に約15度ずつ、天の北極を中心として反時計回りに移動しているように見える。
- 5 地球の形は、自転の影響で回転楕円体となっているが、ジオイドは地球の真の形を表しているため、完全な球形をしている。

エ 地球の地軸が公転面の法線に対して23.4度傾いているとしたとき、大阪市のある地点（北緯 p 度）における春分・秋分、夏至、冬至のそれぞれの日の太陽の南中高度を求める式の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は 30

	春分・秋分	夏至	冬至
1	$90 - p$	$113.4 + p$	$66.6 + p$
2	$90 + p$	$113.4 - p$	$66.6 - p$
3	$90 - p$	$113.4 - p$	$66.6 + p$
4	$90 - p$	$113.4 - p$	$66.6 - p$
5	$90 + p$	$113.4 + p$	$66.6 + p$

4 次の(1)～(10)の問いに答えよ。

- (1) 距離 l 離して天井から固定された2つのフックと、まっすぐで一様な質量 M の物干し竿がある。
この物干し竿を図のように2点A、Bでフックと接するように水平に置き、A Bの中点を物干し竿の重心と重ねた。さらに、物干し竿に、質量 m の物体をBにつるし、物体を右向きにゆっくりと移動させたところ、Bから物体をつるす位置までの距離が x を超えると、物干し竿がBを支点として傾き始めた。このときのBからの距離 x として最も適切なものを1～5から一つ選べ。
ただし、物干し竿は物体がはみ出る前に傾き始める。解答番号は 31

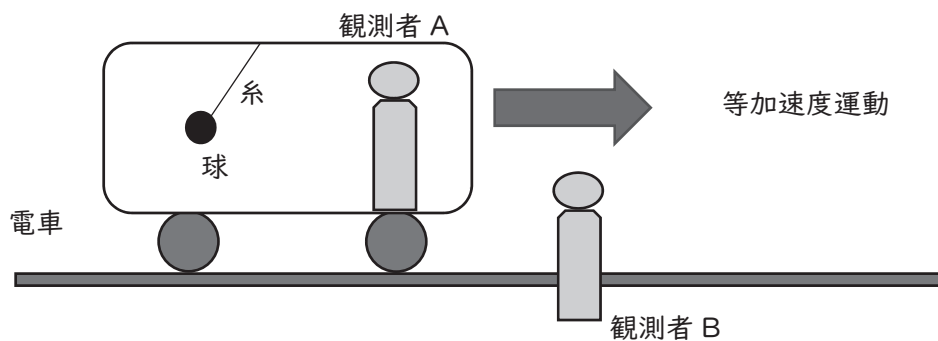


図

- 1 $\frac{m}{M} l$ 2 $\frac{m}{2M} l$ 3 $\frac{M}{m} l$
4 $\frac{M}{2m} l$ 5 $\frac{2M}{m} l$

(2) 加速度運動について説明した以下の記述において、空欄 (ア) ~ (ウ) に入る語句の組合せとして最も適切なものを 1 ~ 5 から一つ選べ。解答番号は 32

質量 m の球が軽くて伸び縮みしない糸で電車の天井につるされている。図のように、天井に対する糸の角度が一定の状態、電車が等加速度運動しているとき、電車内で静止した観測者 A から見た球は、(ア) しており、電車の外で静止した観測者 B から見た球は、(イ) していた。これは、球とともに加速度運動する観測者 A にとっては、糸が球をひく力と重力と (ウ) がつりあっていると考えることができるからである。



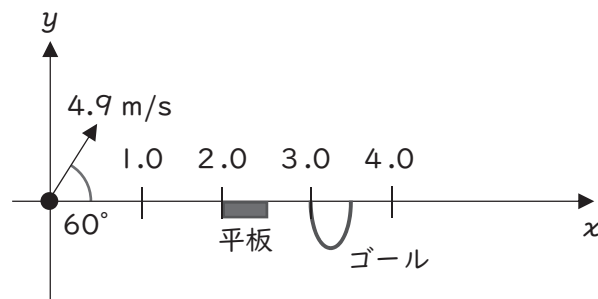
図

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	静止	静止	万有引力
2	静止	等加速度運動	弾性力
3	静止	等加速度運動	慣性力
4	等加速度運動	静止	弾性力
5	等加速度運動	等加速度運動	慣性力

(3) 図のように、水平面内に x 軸、鉛直上向きに y 軸をとり、 x 軸上の $x = 2.0\text{m}$ から $x = 2.5\text{m}$ の地点にかけて平板を、 $x = 3.0\text{m}$ から $x = 3.5\text{m}$ の地点にかけてゴールをそれぞれ設置した。次に、原点 O から小球を、 x 軸から 60° 上方に向かって初速度 4.9 m/s で投射し、平板上で 1 回衝突させてからゴールに入れたとき、次の 1 ～ 5 のうち、ゴールに入る小球と平板の間の反発係数として最も適切なものはどれか、一つ選べ。

ただし、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 とし、小球の運動は xy 平面内に限られ、空気抵抗や平板と小球間の摩擦力ははたらかないものとする。また、小球の大きさやゴールの縁の厚さは考慮せず、平板の両端で衝突する場合でもボールは鉛直方向のみに力を受ける。

解答番号は 33



図

- | | | | | | |
|---|------|---|------|---|------|
| 1 | 0.20 | 2 | 0.40 | 3 | 0.60 |
| 4 | 0.80 | 5 | 0.90 | | |

(4) 図1のように、 xy 軸をとったなめらかな水平面上に、質量 M の小球 A と質量 m の 2 つの小球 B、C を軽く伸び縮みしない長さ l の棒でつなぎ、小球 B、A、C が x 軸と平行に一直線となるように置いた。各棒は、A との接合部でなめらかに回転でき、B、C との接合部は固定されている。

次に、図2のように、A に y 軸正の向きに初速度 v_0 を与えてしばらくすると、B、C は衝突した。このとき、衝突する直前の A の加速度の大きさとして最も適切なものを 1 ～ 5 から一つ選べ。

ただし、初速度を与えてから衝突するまでの間、力学的エネルギーは保存する。また、小球 A、B、C 及び棒の大きさは無視できる。解答番号は 34

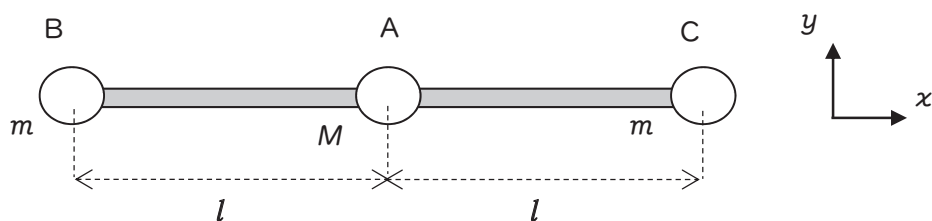


図 1

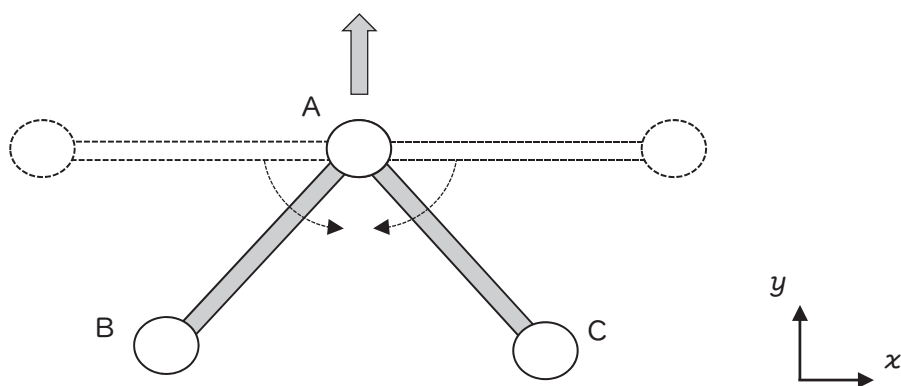
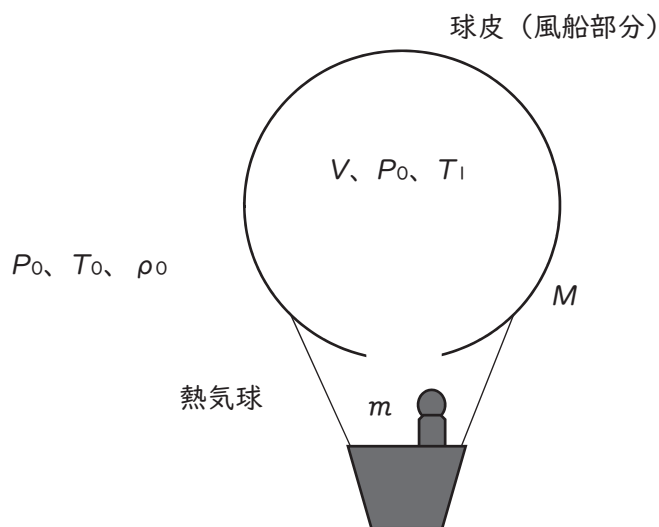


図 2

- | | | |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 $\frac{2Mmv_0^2}{(M+2m)^2 l}$ | 2 $\frac{2Mmv_0^2}{(M+m)^2 l}$ | 3 $\frac{2mv_0^2}{(M+m) l}$ |
| 4 $\frac{2Mmv_0^2}{(M+2m)^2}$ | 5 $\frac{Mmv_0^2}{(M+2m)^2 l}$ | |

(5) 図のように、伸び縮みせず、体積が一定に保たれ、かつ、断熱素材で外部との熱の出入りがな
い球皮（風船部分）をもつ熱気球がある。はじめ、その球皮（風船部分）内に体積 V の外気を充
満させ、気体を徐々に温めた。球皮（風船部分）内の気体を除く熱気球の質量を M 、そこに乗っ
ている人の質量を m としたとき、熱気球が飛び立つ瞬間の球皮（風船部分）内の気体の温度 T_1
として最も適切なものを 1 ～ 5 から一つ選べ。

ただし、気体は理想気体であり、温める前の外気の気圧を P_0 、気温を T_0 、密度を ρ_0 とする。
また、球皮（風船部分）内の気圧は常に外気と等しく P_0 に保たれるものとし、球皮（風船部分）
以外にはたらく浮力は無視できる。解答番号は 35



図

1 $\frac{\rho_0 V}{M+m} T_0$

2 $\frac{\rho_0 V}{\rho_0 V - (M+m)} T_0$

3 $\frac{\rho_0 V}{\rho_0 V + (M+m)} T_0$

4 $\frac{\rho_0 V - (M+m)}{\rho_0 V} T_0$

5 $\frac{\rho_0 V + (M+m)}{\rho_0 V} T_0$

(6) 振動数 f_0 [Hz] の音を発している機器（音源）を持った観測者が、壁に向かって一定の速さ v [m/s] で移動している。このとき、観測者が観測する、壁による反射音の振動数として最も適切なものを 1 ～ 5 から一つ選べ。

ただし、音の速さを V [m/s] とし、観測者は壁からの反射音のみ観測し、風による影響は受けないものとする。解答番号は 36

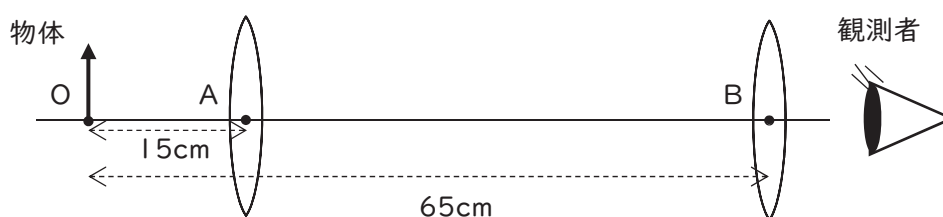


図

- | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 $\frac{V}{V+v} f_0$ | 2 $\frac{V-v}{V} f_0$ | 3 $\frac{V-v}{V+v} f_0$ |
| 4 $\frac{V+v}{V-v} f_0$ | 5 f_0 | |

(7) 図のように、直線上に点Oをとり、点Oから15 cmの点をA、65 cmの点をBとする。点Oに物体を置き、点Aに焦点距離10 cmの凸レンズを固定した。次に、点Bに焦点距離が60 cmの凸レンズ L_1 と焦点距離が30 cmの凸レンズ L_2 のうち、いずれか1枚を選び、光軸が重なるように設置して、像を観測する実験を行った。

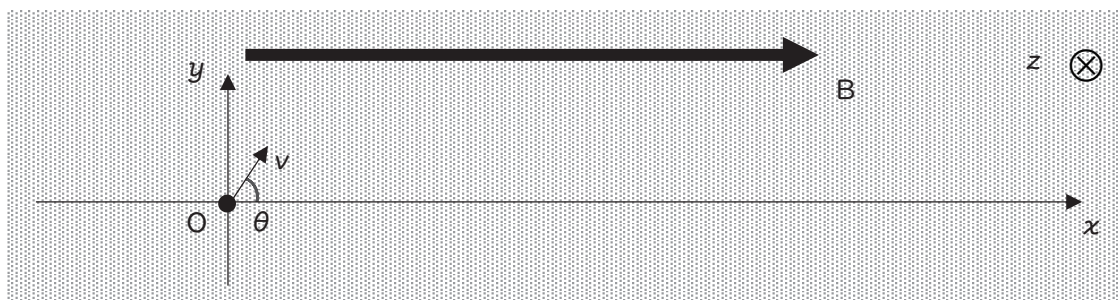
このとき、点Bに設置したレンズの後方から見える物体の虚像が最も大きくなるのは、いずれのレンズを設置したときか、また、その際の2枚のレンズによる倍率はいくらか。それぞれの組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、レンズの厚さは考えなくてよいものとする。解答番号は 37



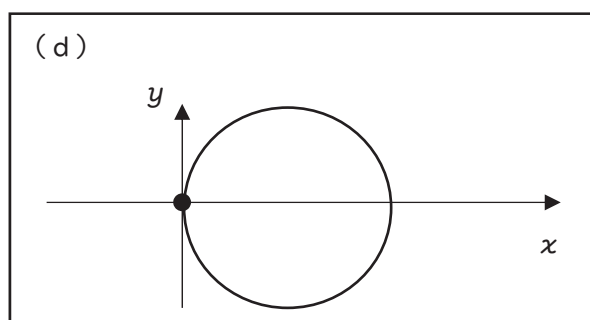
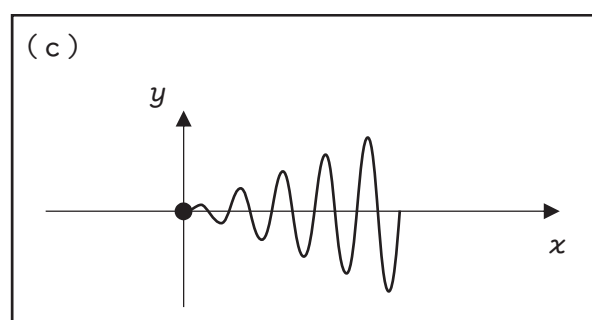
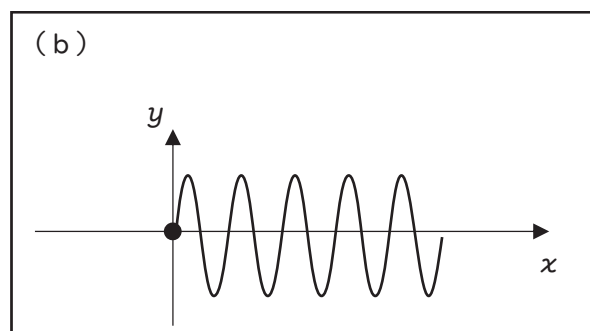
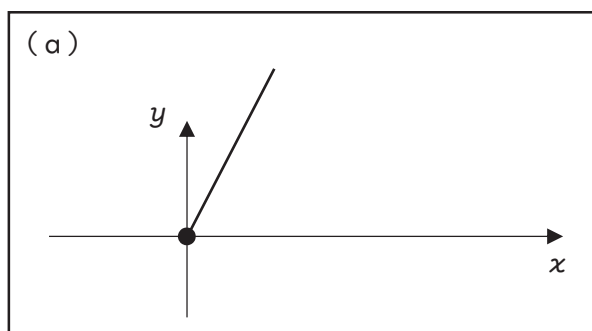
図

	点Bに設置したレンズ	倍率
1	L_1	1.5
2	L_1	3.0
3	L_1	6.0
4	L_2	3.0
5	L_2	6.0

(8) 図のように、 x 軸正の向きに磁束密度 B の一様な磁場内の粒子の運動を考える。いま、 xy 平面上で、 x 軸となす角 θ として、水素原子及び水素イオン粒子をそれぞれ初速度 v で原点 O から発射した。このとき、それぞれの粒子の運動の軌跡を xy 平面上に投影した図 (a) ~ (d) の組合せとして最も適切なものを 1 ~ 5 から一つ選べ。ただし、粒子のエネルギーは保存し、常に磁場内を運動するものとする。また、紙面に垂直に z 軸をとる。解答番号は 38



図



粒子の運動の軌跡

	水素原子	水素イオン
1	(a)	(b)
2	(a)	(c)
3	(b)	(b)
4	(b)	(c)
5	(b)	(d)

(9) 職員証や交通機関の定期券などに利用されている非接触型の IC カードは、カード自体に電源を持たないが、カードを読み取り機械に近づけることで、IC カードに記録された情報のやりとりができる。この仕組みと同様の現象であるものについて、1～5のうち、最も適切なものを一つ選べ。解答番号は

- 1 金属板に紫外線を当てると、電子が飛び出す。
- 2 帯電したアクリル棒で箔検電器に触れると箔が開いたままになった。
- 3 振動数が同じ2つの音さの片方を鳴らすと、もう片方も音が鳴る。
- 4 IH調理器を用いて、鍋で水を加熱する。
- 5 救急車が近づくとときと、遠ざかるときで違う振動数を観測する。

(10) 陽子2個と中性子2個から ${}^4_2\text{He}$ の原子核が生成されたとき、その過程で放出されるエネルギーとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、陽子、中性子、 ${}^4_2\text{He}$ の原子核の質量は、原子質量単位でそれぞれ1.007 u、1.009 u、4.002 uであり、 $1\text{ u} = 1.7 \times 10^{-27}\text{ kg}$ とし、光の速さは $c = 3.0 \times 10^8\text{ m/s}$ とする。また、原子核が生成される過程で発生したエネルギーはすべて放出されたものとする。解答番号は

- | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|
| 1 | $1.5 \times 10^{-20}\text{ J}$ | 2 | $2.3 \times 10^{-12}\text{ J}$ | 3 | $4.6 \times 10^{-12}\text{ J}$ |
| 4 | $2.3 \times 10^{-11}\text{ J}$ | 5 | $4.6 \times 10^{-11}\text{ J}$ | | |

5 電流や電圧に関する概念を生徒たちに定着させたい。(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 白熱電灯や蛍光灯などの特徴に関する次の①～④の問いに答えよ。

- ① 各電灯のスペクトルの光を簡易分光器で観察するとき、蛍光灯の光がいくつかの特定の波長に強く偏っているのに対して、白熱電灯の光はどのようなスペクトルをもつか。「可視光」の語を使って、簡潔に説明せよ。
- ② 白熱電灯や蛍光灯の熱せられたフィラメントからは熱電子が放出され、その数はフィラメントの仕事関数によって決まることが知られている。白熱電灯のフィラメントとして用いられるタングステンの仕事関数は 4.6eV であるが、これは何Jか。電気素量を $1.6\times 10^{-19}\text{C}$ として求めよ。解答は答えのみでよい。
- ③ 蛍光灯内では、加速された電子と衝突した水銀原子が励起状態から基底状態に戻る際に、光子が放出される。静止していた水銀原子1個が電子からエネルギーを受け取り、波長 $4.0\times 10^{-7}\text{m}$ の光子1個を放出するには、電子から何J以上のエネルギーを受け取る必要があるか。プランク定数を $6.6\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ 、光速を $3.0\times 10^8\text{m/s}$ として求めよ。解答は答えのみでよい。
- ④ 白熱電灯に関して、一様な太さのフィラメントFの両端に電圧をかけ、F内に一定の電場を生じさせるとき、この電場がF内の自由電子に時間 Δt でする仕事は、Fにおいて Δt 間に発生する熱量に等しいことを証明せよ。

- (2) 豆電球を用いた次の実験Ⅰを行うことにした。このとき、回路を流れる電流について、生徒Xが以下のような仮説を立てていた。①～③の問いに答えよ。

【実験Ⅰ】豆電球1個と乾電池1個を図1のように導線でつなぎ、豆電球を点灯させる。

【生徒Xの仮説】

「図2のように、豆電球を水車に見立てると、水路を流れ落ちて水車に当たった水はエネルギーを失い、㊦水路を流れる水の速さは遅くなるはずなので、図1において、

bを流れる電流は、豆電球で消費される分、aを流れる電流よりも小さくなると思う。」

図1

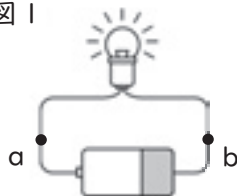
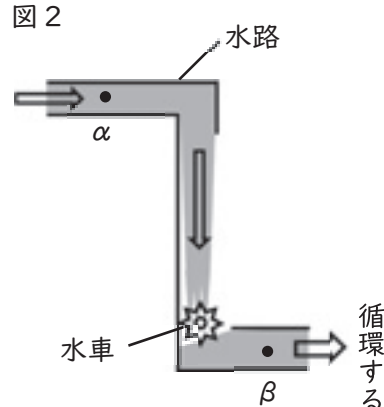
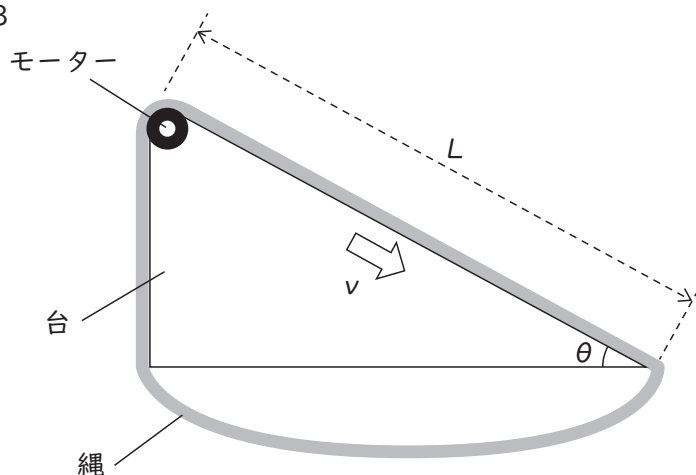


図2



- ① 生徒Xに、その仮説を実験結果から確認させるためには、実験Ⅰにおいてどのような操作を加える必要があるか、「電流計」の語を用いて簡潔に書け。
- ② 水路を密度が様な水が定常的に循環する、図2のようなモデルにおいて、水路内の各点で水が単位時間に移動する距離（流速）について考えると、下線部㊦は一般には成り立たない。点βの流速の方が、点αの流速よりも大きくなるのはどのような場合か、簡潔に書け。
- ③ 回路を流れる電流のモデルとして、図3のように、長さが L で、水平面に対する角度が θ の斜面をもつ、固定された台に、伸縮しない縄をかけることを考える。モーターを使って縄全体を、斜面を下る向きに一定の速さ v で動かすとき、モーターが斜面の摩擦に逆らって縄を動かす仕事の仕事率はいくらか。ただし、重力加速度の大きさを g 、単位長さあたりの縄の質量を m とし、縄は単位長さあたりに大きさ τ の摩擦力を斜面のみから受けるものとする。解答は答えのみでよい。

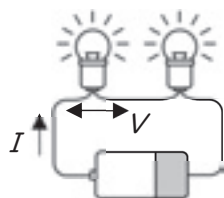
図3



(3) 実験 1 に続いて、直列回路と並列回路に関する次の実験 2、3 を行った。①、②の問いに答えよ。

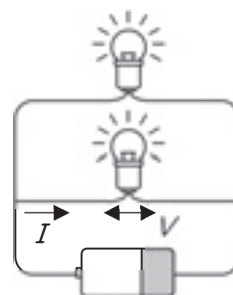
【実験 2】豆電球 2 個と乾電池 1 個を図 4 のように導線で直列につなぎ、豆電球を両方とも点灯させる。

図 4



【実験 3】豆電球 2 個と乾電池 1 個を図 5 のように導線で並列につなぎ、豆電球を両方とも点灯させる。

図 5



- ① 生徒 Y と生徒 Z は、実験 2、3 を行う前に、各実験における、豆電球 1 個にかかる電圧 V と豆電球 1 個に流れる電流 I 、点灯したときの豆電球 1 個の明るさを予想した。次の表は、それらをまとめたものである。ここから、2 人が誤解をしていることがわかる。

乾電池のはたらきと、豆電球のはたらきの 2 点に関してのみ 2 人に誤解があったと仮定したとき、その分析として適切なものをあとのア～カから二つ選べ。ただし、各生徒は実験 2 と実験 3 の予想で同じ誤解をしており、また、乾電池の起電力および内部抵抗、豆電球の電流電圧特性はそれぞれ、実験 1 ～ 3 においてすべて同じであるものとする。

【実験 1 の結果と比較した、実験 2 の結果の予想】

	V	I	明るさ
生徒 Y	変わらない	変わらない	変わらない
生徒 Z	半分になる	変わらない	変わらない

【実験 1 の結果と比較した、実験 3 の結果の予想】

	V	I	明るさ
生徒 Y	変わらない	半分になる	変わらない
生徒 Z	変わらない	半分になる	暗くなる

- ア Y は、乾電池の両端に生じる電位差は常に一定であると考えている。
 イ Y、Z とともに、乾電池からは常に一定の大きさの電流が流れ出ていると考えている。
 ウ Y は、乾電池が単位時間で回路全体にする仕事は常に一定であると考えている。
 エ Y、Z とともに、豆電球の明るさが豆電球の両端の電位差のみで決まると考えている。
 オ Z は、豆電球の明るさが豆電球を流れる電流の大きさのみで決まると考えている。
 カ Z は、豆電球の明るさが豆電球で消費される電力のみで決まると考えている。

- ② 図6は、実験で用いた豆電球の電流電圧特性を示したものである。実験1において、豆電球の両端の電位差が1.30Vで豆電球を流れる電流の大きさが0.60Aであり、実験2において、豆電球1個の両端の電位差が0.70Vで豆電球を流れる電流の大きさが0.40Aであったとき、乾電池の内部抵抗は何 Ω か求めよ。

図6

