

理 科 ② 理科総合 A

(100 点)
(60 分)

この問題冊子には、「理科総合 A」「化学 I」の 2 科目を掲載しています。解答する科目を間違えないよう選択しなさい。

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。
- 3 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ペ ー ジ	選 択 方 法
理 科 総 合 A	4～29	左の 2 科目のうちから 1 科目を選択し、解答しなさい。
化 学 I	30～50	

- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 5 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。

① 受験番号欄

受験番号(数字及び英字)を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。
正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。

② 氏名欄、試験場コード欄

氏名・フリガナ及び試験場コード(数字)を記入しなさい。

③ 解答科目欄

解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0 点となります。

裏表紙に続く。

6 解答は、解答用紙の問題番号に対応した解答欄にマークしなさい。例えば、第2問の

1

 と表示のある問いに対して㉓と解答する場合は、次の(例)のように問題番号2の解答番号1の解答欄の㉓にマークしなさい。

(例)

2	解 答 欄															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	a	b	c	d		
1	①	②	㉓	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ		

- 7 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

理 科 総 合 A

(全 問 必 答)

第 1 問 次の会話文を読み、下の問い(問 1 ～ 5)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 6] (配点 20)

リ カ：私たちの学校は丘の上にあるから、自転車で通学するのは大変ね。

タカシ：僕が自宅から学校に来るまでには、(a)重力による自分の位置エネルギーの増加分だけでも 30 kJ の仕事が必要なはずですよ。

先 生：よく計算できましたね。タカシさんの(b)車輪駆動による発電式ライトの自転車では、ライトを点灯させると、こぐのが重くなって、さらに疲れますね。

タカシ：はい。そういえばリカさんは新しい自転車を買っていたね。

リ カ：電動アシスト自転車を買ったのよ。アシスト機能を ON にすると、ペダルを踏むときにモーターが働いて、踏む力をアシストする力、つまり補助する力が加わります。(c)坂道でもすごく楽です。説明書によると、この電動アシスト自転車には、(d)リチウムイオン電池が使われていて、1 回の充電で 25 km 以上もアシスト機能を使えるみたい。電動アシスト自転車に替えてから、よく遠回りしてケーキを買って帰るのよ。

タカシ：そうなの。ケーキ 1 個分のエネルギーを、リカさんの電動アシスト自転車をこいで消費しようと思ったら、ア 分間くらい走る必要があるよ。

先 生：確かにそうですね。

問 1 下線部(a)の重力によるタカシの位置エネルギーの増加分を計算するために必要でないものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

1	・	2
---	---	---

- ① タカシの質量 ② 自宅から学校までの道のり
③ 重力加速度の大きさ ④ 自宅と学校との標高差
⑤ 自転車のタイヤと路面との摩擦力の大きさ

問 2 下線部**(b)**に関連して、運動エネルギーが最終的に光エネルギーに変換される現象の説明として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

3

- ① 風車による電灯の点灯では、風の運動エネルギーが光エネルギーに変換される。
- ② ロウソクの燃焼による発光では、炎が揺れる運動エネルギーが光エネルギーに変換される。
- ③ ホタルの発光では、ホタルが飛ぶ運動エネルギーが光エネルギーに変換される。
- ④ 月の光では、月が地球のまわりを公転する運動エネルギーが光エネルギーに変換される。
- ⑤ 火薬の爆発による発光では、空気の振動の運動エネルギーが光エネルギーに変換される。

理科総合 A

問 3 下線部(C)に関して、リカとタカシは、同じ上り坂で走行する速さを変えて、アシスト機能が ON の場合と OFF の場合で、ペダルを踏む力を調べた。片方のペダルを踏む力の 10 秒間の変化を示したものが図 1 である。この図の説明として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

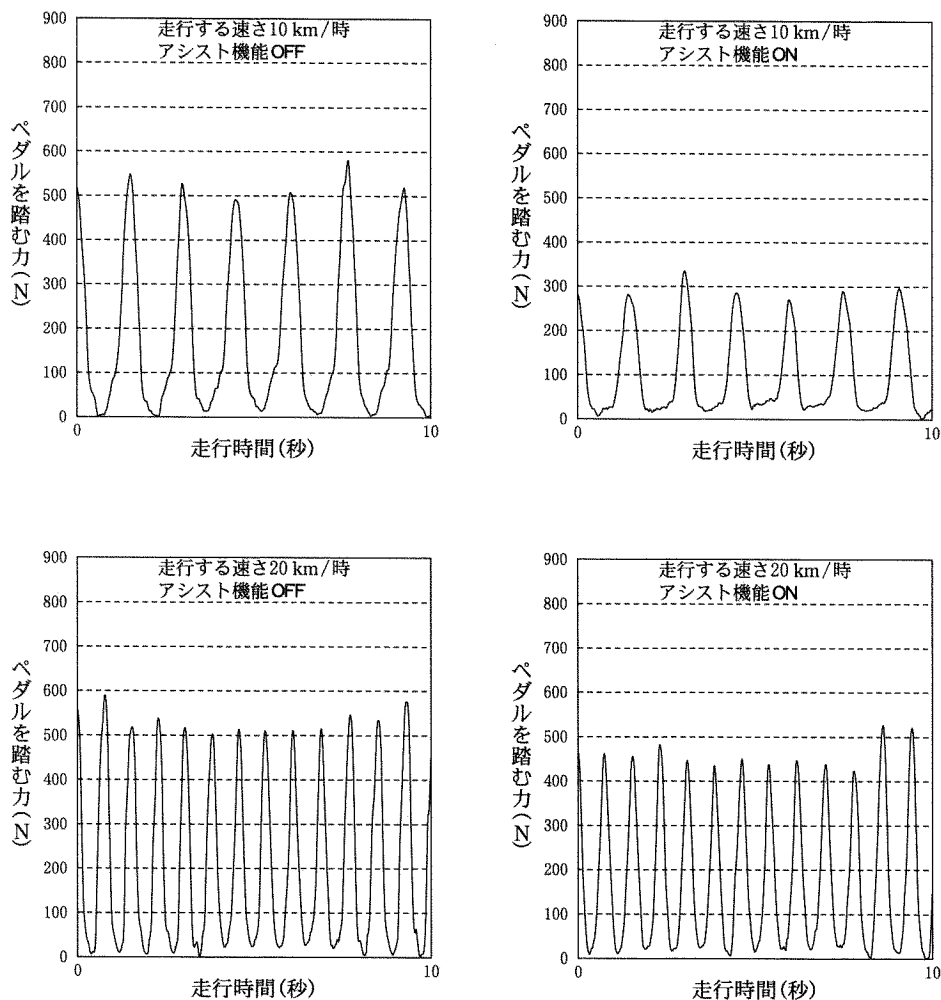


図 1

- ① 同じ速さで走行するとき、アシスト機能 ON では OFF より単位時間あたりのペダルを踏む回数は少ない。
- ② アシスト機能 OFF のとき、走行する速さが 10 km/時と 20 km/時では単位時間あたりのペダルを踏む回数は等しい。
- ③ アシスト機能 ON のとき、走行する速さが 10 km/時と 20 km/時では人がペダルを踏む力は等しい。
- ④ 走行する速さが 10 km/時よりも 20 km/時のときの方が、電動アシスト自転車がアシストする力は小さい。
- ⑤ 走行する速さが 10 km/時では、アシスト機能 ON のときアシストする力は、アシスト機能 OFF 時に人がペダルを踏む力の約 2 倍である。

理科総合 A

問 4 下線部(d)のリチウムイオン電池に関する次の文章中の空欄 イ・
ウ に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

リチウムイオン電池では、有機溶媒の電解液中のリチウムイオンが、両極を隔てた薄い絶縁シートを通して行ったり来たりすることで充電・放電が起こる。図 2 はそのモデル図(放電時)である。アルカリ金属であるリチウムは、水との反応性が イ ので、電解液として有機溶媒が用いられている。リチウム原子は、電子を失って ウ になる傾向が大きいので、リチウムイオン電池の起電力は大きい。

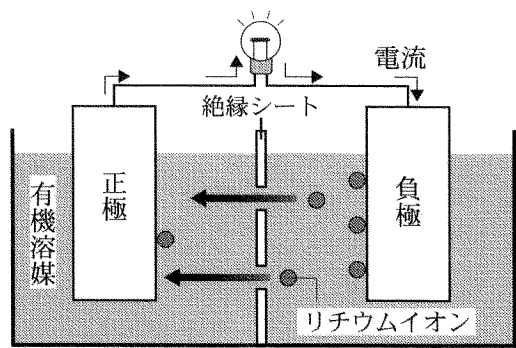


図 2

	イ	ウ
①	高 い	陽イオン
②	高 い	陰イオン
③	低 い	陽イオン
④	低 い	陰イオン

理科総合 A

問 5 ショートケーキ 1 個のエネルギーを 300 キロカロリー(kcal)，リカの電動アシスト自転車を 10 分間こいだときに消費するエネルギーを 100 kJ とした場合，上の会話文中の ア に入る数値として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，1 カロリー(cal)は 4.2 J とする。 6

- ① 10 ② 30 ③ 70 ④ 130 ⑤ 420

理科総合 A

第 2 問 水道水に関する次の会話文を読み、下の問い(問 1～4)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

花子：河川や湖の水などが浄水場で処理されると、どうして飲めるようになるのかしら。

太郎：(a) 水に不溶なものを沈殿やろ過などの操作で取り除いたあと、塩素やオゾンで殺菌処理しているからね。ところで、水道水は飲料用だけでなく、(b) 入浴や洗濯、炊事、トイレでも大量に使いますね。

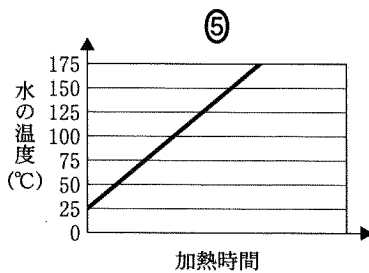
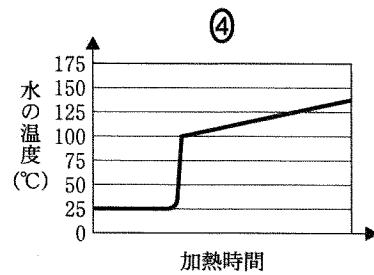
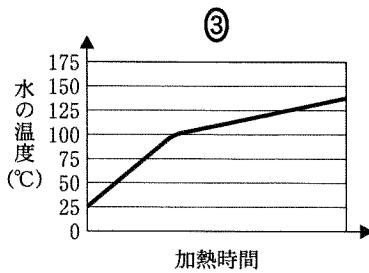
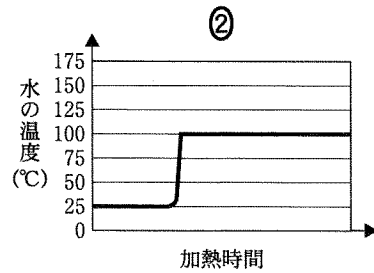
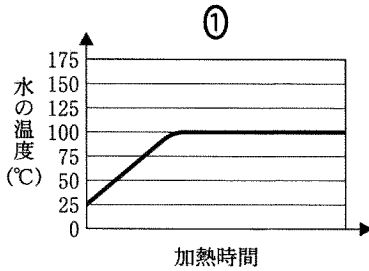
先生：河川水などを浄化して水道水として利用できるようにするにはエネルギーが必要です。また、利用可能なエネルギーを生み出す際には二酸化炭素が排出されます。したがって、(c) 節水すればエネルギーの消費を抑制でき、二酸化炭素の排出量を削減できます。

問 1 下線部(a)の水の精製に関連して、実験室で純粋な水(純水)を得る方法として蒸留がある。水の蒸留では、どのような水の状態変化が起きているか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 昇華と凝縮 | ② 凝固と融解 | ③ 蒸発と凝縮 |
| ④ 蒸発と凝固 | ⑤ 融解と昇華 | |

問 2 25℃の蒸留水をビーカーに入れ、1気圧のもとで、熱量が一定の速さで供給されるように加熱した。この時のビーカー内の水の温度と加熱時間の関係を表したグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、加熱中にビーカー内の水は少なくなったが、残っているものとする。

2



理科総合 A

問 3 下線部(b)に関連して、入浴や洗濯で用いられるセッケンや洗剤に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 塩基性を示すセッケン水に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① セッケン水の pH は、純水の pH より小さい。
- ② セッケン水は、青色リトマス紙を赤色に変化させる。
- ③ 希塩酸をセッケン水に加えると、酸と塩基からそれぞれ生成する陰イオンと陽イオンからなる塩^{えん}が生成する。
- ④ セッケン水中の水素イオンの数は、水酸化物イオンの数より多い。

b 洗濯に使われる合成洗剤には酵素を含むものがある。酵素に関連する一般的な記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

- ① 酵素は微生物である。
- ② 酵素は一度反応に関与すると分解される。
- ③ 酵素の作用は温度に左右されない。
- ④ 酵素の作用は pH の影響を受けない。
- ⑤ 酵素は特定の物質に作用する。

問 4 下線部(c)に関連して、ある家庭における水道水の用途別の使用割合は図 1 のようであった。この家庭では 1 日に 1000 L(リットル)の水道水を使うものとする。洗濯に必要な水の半分を入浴に用いた水でまかなえば、30 日間で何 g の二酸化炭素の排出を抑制できることになるか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、100 L の水道水を使用すると 16 g の二酸化炭素が排出されるものとする。 5 g

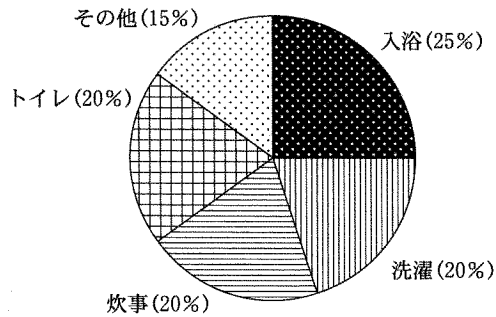


図 1

- | | | |
|-------|-------|--------|
| ① 16 | ② 32 | ③ 160 |
| ④ 480 | ⑤ 960 | ⑥ 4800 |

理科総合 A

第 3 問 2 種類の金属 A・B の性質を調べるために実験 1～3 を行った。これらの実験に関する下の問い(問 1～5)に答えよ。ただし、断熱容器の内外間の熱の移動はなく、断熱容器やかくはん棒、ひも、温度計の熱容量は無視できるものとする。

〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

実験 1 金属 A の比熱を調べるために、次のような操作を行った。金属 A を図 1 のように水の中に入れ、 100°C で沸騰するまで水を熱し、しばらく加熱を続けた。次に、ビーカーから金属 A を取り出して手早く水をふき取り、すぐに図 2 のような水の入った断熱容器に入れ、ゆっくりかき混ぜながら断熱容器内の水の温度変化を測定した。このときの水の温度変化は、図 3 に示すとおりであった。

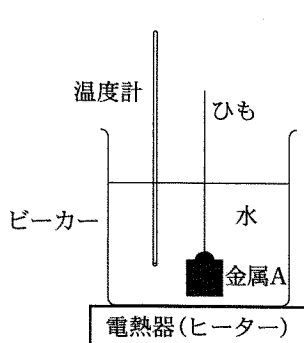


図 1

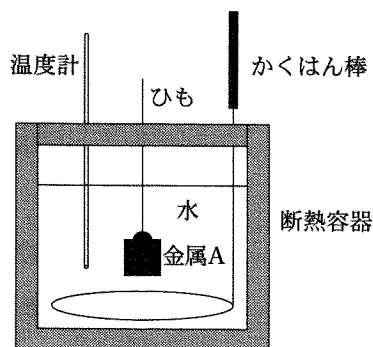


図 2

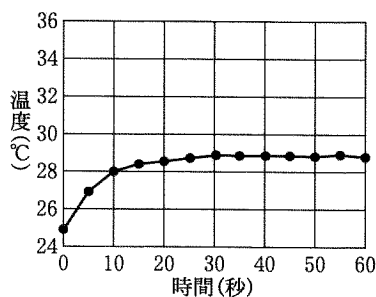


図 3

問 1 実験 1 から金属 A の比熱を算出するためには、金属 A の質量と図 3 の温度変化以外に、何を測定しなければならないか。測定すべきものとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、水の比熱はわかっているものとする。 1

- ① 金属 A の体積
- ② 実験中の部屋の温度
- ③ 断熱容器内の水の質量
- ④ ビーカーの中の水の質量
- ⑤ ビーカーの中に金属 A を入れた直後のビーカー中の水の温度

問 2 図 2 の装置に金属 A の代わりに電熱線を入れ、金属 A の比熱測定と同一条件のもとで 10 V、2.0 A の直流電流を 60 秒間流したところ、水温が 2.0 K 上昇した。この結果から、実験 1 で断熱容器内の水が金属 A から得た熱量は何ジュール(J)と考えられるか。最も近いものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2 J

電熱線の熱容量は無視できるものとする。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 40 | ② 80 | ③ 580 |
| ④ 1200 | ⑤ 2400 | ⑥ 4800 |

理科総合 A

問 3 実験 1 で用いた金属 A と同じ質量の金属 B を用いて、実験 1 と同様の実験を行った。その結果、水の温度は図 4 のように変化した。金属 B の比熱は金属 A の比熱の何倍か。最も近いものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、測定条件や操作は実験 1 の場合と同じものとする。 3 倍

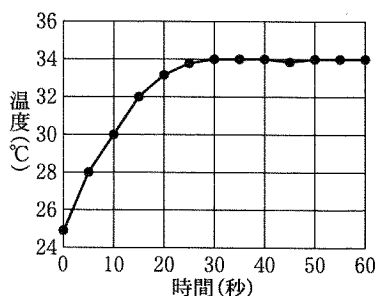


図 4

- ① 0.45 ② 1.0 ③ 2.4 ④ 4.0 ⑤ 9.0

実験 2 金属 A と金属 B の小片を、それぞれ希塩酸中に入れた。金属 A では変化が見られなかった。金属 B では気体が発生し、金属片は希塩酸に溶けた。発生した気体を試験管に集め、試験管の口に火を近づけたところ、ポンと音がして燃えた。

問 4 実験 2 において、金属 B と希塩酸との反応によって生じた気体に関する記述として適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① 水の電気分解で得られる。
② 水に通すと水は酸性になる。
③ 空気より軽い。
④ 気体分子は 2 個の原子からできている。
⑤ 気体分子は電子を 2 個もっている。

実験 3 金属 A の小片を空气中でガスバーナーにより強く熱すると、表面が黒色に変化した。この黒色の小片を試験管の中に入れ、十分な量の炭素粉末を加えて加熱すると、元の金属の色が現れた。

問 5 実験 3 において、金属 A の表面で起こった変化の説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① 金属 A が空气中の酸素と反応してできた物質が、炭素粉末によって還元された。
- ② 金属 A が空气中の窒素と反応してできた物質が、炭素粉末と反応して融解した。
- ③ 金属 A が空气中の二酸化炭素と反応してできた物質が、炭素粉末によって酸化された。
- ④ 金属 A が空气中の水分と反応してできた物質が、炭素粉末によって酸化された。

理科総合 A

第 4 問 金属に関する次の文章を読み、下の問い(問 1 ～ 4)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 5 〕(配点 20)

金属が単体として最初に取り出された年代は、ある文献によれば図 1 のように表される。図 1 の縦軸は、採取した鉱石から金属単体を取り出すためのエネルギーを表し、金属と酸素の結合の強さに関連している。金は、図 1 に示す金属の中で最も酸素との結合が弱く、鉱石中にも金属単体の状態で存在している。鉱石の大部分は酸化物であり、これを ア して金属単体をつくる。(a)アルミニウム、鉄、銅の各酸化物を比較すると、銅が最も酸素との結合が イ ので、低い反応温度で金属単体をつくることができ、早い時代から利用されてきた。銅は単体よりも青銅(ブロンズ)と呼ばれる(b)合金として使用されるようになり、青銅器時代が始まった。

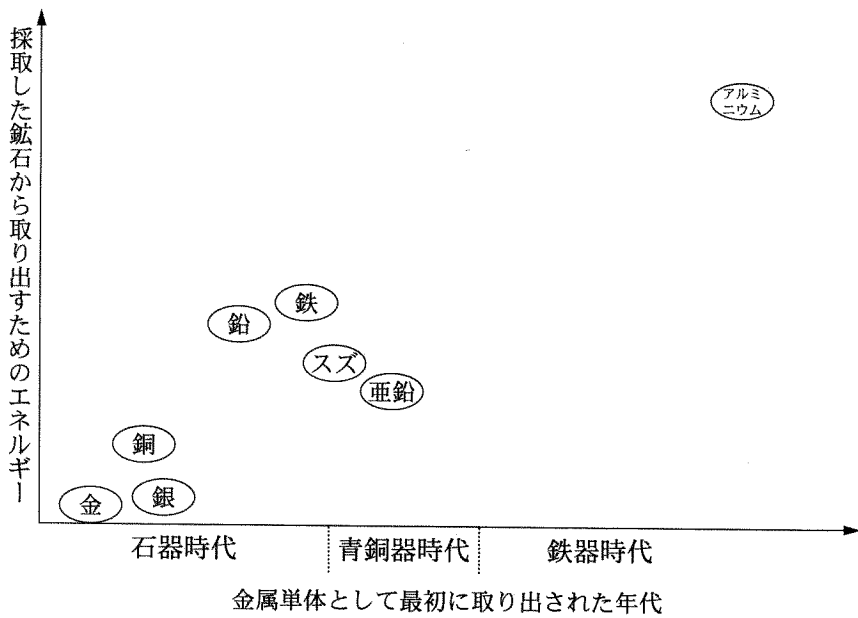


図 1

問 1 空欄 **ア** ・ **イ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の
①～⑥のうちから一つ選べ。 **1**

	ア	イ
①	酸 化	強 い
②	酸 化	弱 い
③	中 和	強 い
④	中 和	弱 い
⑤	還 元	強 い
⑥	還 元	弱 い

理科総合 A

問 2 鉄とアルミニウムのさびやすさについて調べるために、図 2 に示すように鉄棒とアルミニウム棒を水や油に浸して室温で 2 日間放置した。その結果、実験 A において、鉄棒の水中にある部分からさびが生じているのが観察され、それ以外の部分では変化が見られなかった。実験 B・C においては、実験前後で金属に明瞭な変化が観察されなかった。この実験結果について、下の問い(a・b)に答えよ。

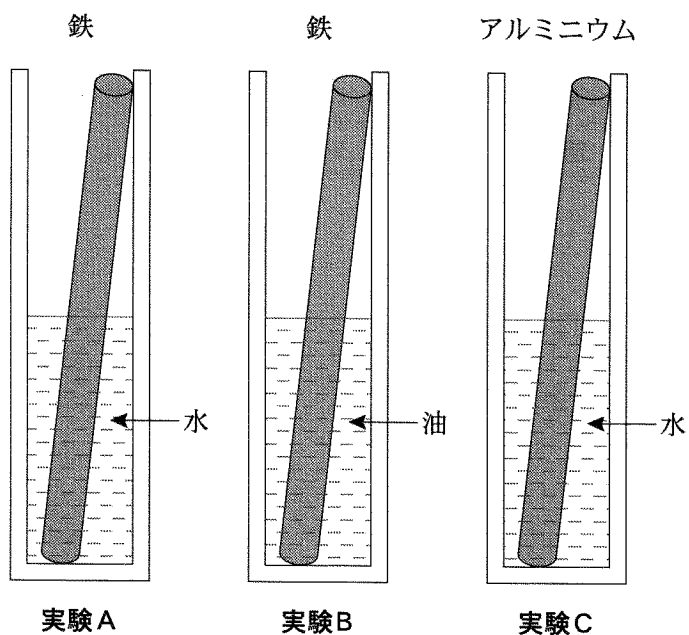


図 2

a 実験Aと実験Bの結果から明らかになったことについて最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 鉄は油に浸す方が水に浸すよりさびやすい。
- ② 鉄は油に浸す方が空気中に置くよりさびやすい。
- ③ 鉄は空気中に置く方が油に浸すよりさびやすい。
- ④ 鉄は空気中に置く方が水に浸すよりさびやすい。
- ⑤ 鉄は水に浸す方が空気中に置くよりさびやすい。

b 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3

ア は、図1からわかるように酸素との結合が イ より ウ ので、空気中でもその金属表面が酸化されやすく、酸化物の被膜が生成される。実験Aと実験Cの結果に違いがでたのは、ア の表面を酸化物の被膜が覆ったため、内部までさびるのを防いだからと考えられる。

	ア	イ	ウ
①	鉄	アルミニウム	弱い
②	鉄	アルミニウム	強い
③	アルミニウム	鉄	弱い
④	アルミニウム	鉄	強い

理科総合 A

- 問 3 下線部(a)に関して、アルミニウムを鉱石から取り出すためには、鉄よりも多くのエネルギーを必要とする。しかし、アルミニウムは、鉄より融点が低いので、そのリサイクルに必要なエネルギーは鉄より少ない。表 1 に示す条件において、鉄 1 kg をリサイクルしたとき、鉱石から積算した総エネルギーは図 3 のグラフで表される。アルミニウム 1 kg を何回以上リサイクルしたとき、鉱石から積算した総エネルギーが鉄より少なくなるか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 4 回

表 1

	金属 1 kg を鉱石から つくり出すのに必要な エネルギー (kWh)	金属 1 kg を 1 回リサ イクルするのに必要な エネルギー (kWh)
鉄	3	1
アルミニウム	20	0.6

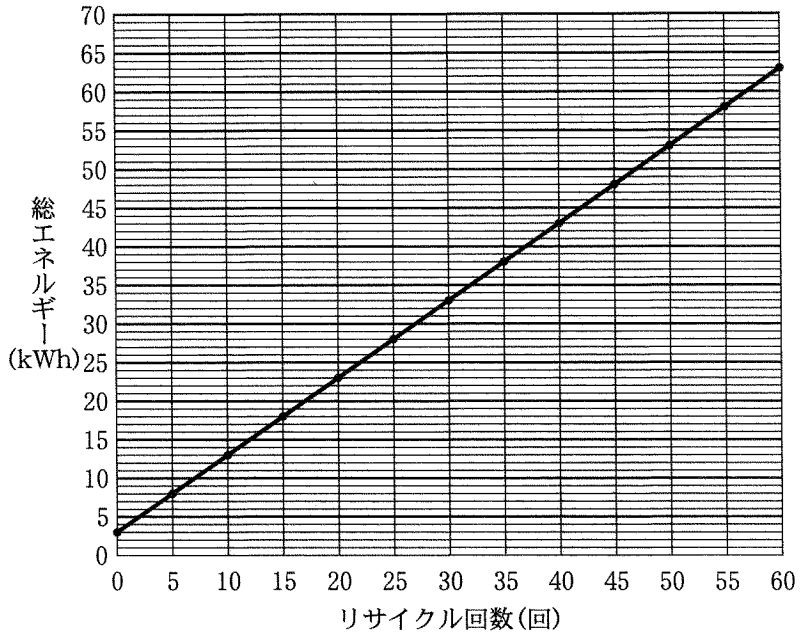


図3 鉄1 kgのリサイクルに必要な総エネルギー(リサイクル回数0回の総エネルギーは、鉱石からつくり出すのに必要なエネルギーを表す)

- ① 34 ② 40 ③ 43 ④ 50 ⑤ 58

理科総合 A

問 4 下線部**(b)**に関して、金属は他の金属と合金にすることで、より有用な材料とすることができる。表 2 に示す合金とその用途について、空欄 **ア** ～ **エ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

表 2

合金の種類	用 途
ア	台所用流し台
黄銅(真ちゅう)	イ
ウ	航空機の構造材料
青銅(ブロンズ)	エ

	ア	イ	ウ	エ
①	ステンレス鋼	銅 像	ジュラルミン	金管楽器
②	ステンレス鋼	金管楽器	ジュラルミン	銅 像
③	ジュラルミン	銅 像	ステンレス鋼	金管楽器
④	ジュラルミン	金管楽器	ステンレス鋼	銅 像

(下 書 き 用 紙)

理科総合 A の試験問題は次に続く。

理科総合 A

第 5 問 飛び板飛び込みに関する次の文章を読み、下の問い(問 1 ～ 5)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 5] (配点 20)

ある水泳選手が図 1 に示すように、飛び板飛び込みをした。話を簡単にするため、選手の身体の大きさは無視し、質量はつま先の一点に集中しているとする。さらに、水平方向の運動は小さいと仮定して無視し、図 2 に示すように、つま先の一点の鉛直方向(重力の方向)の運動だけを考える。選手のつま先の高さ h は、飛び台の位置 P を基準として測り、空気の抵抗は無視する。

問 1 図 2 のように、この選手が位置 P で踏み切り、つま先が 0.45 m の高さまで飛び上がることができた(位置 P から位置 Q まで)。このとき、選手は位置 P からどれだけの速さで飛び上がったか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とする。

1 m/s

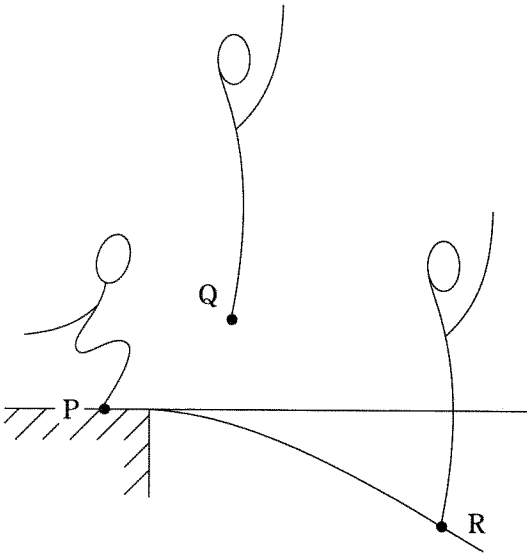


図 1

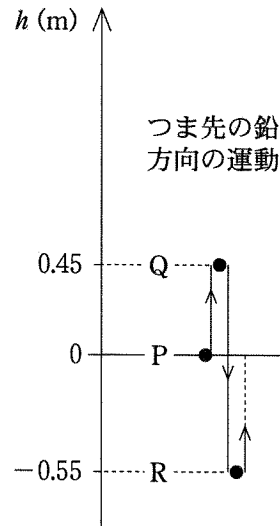


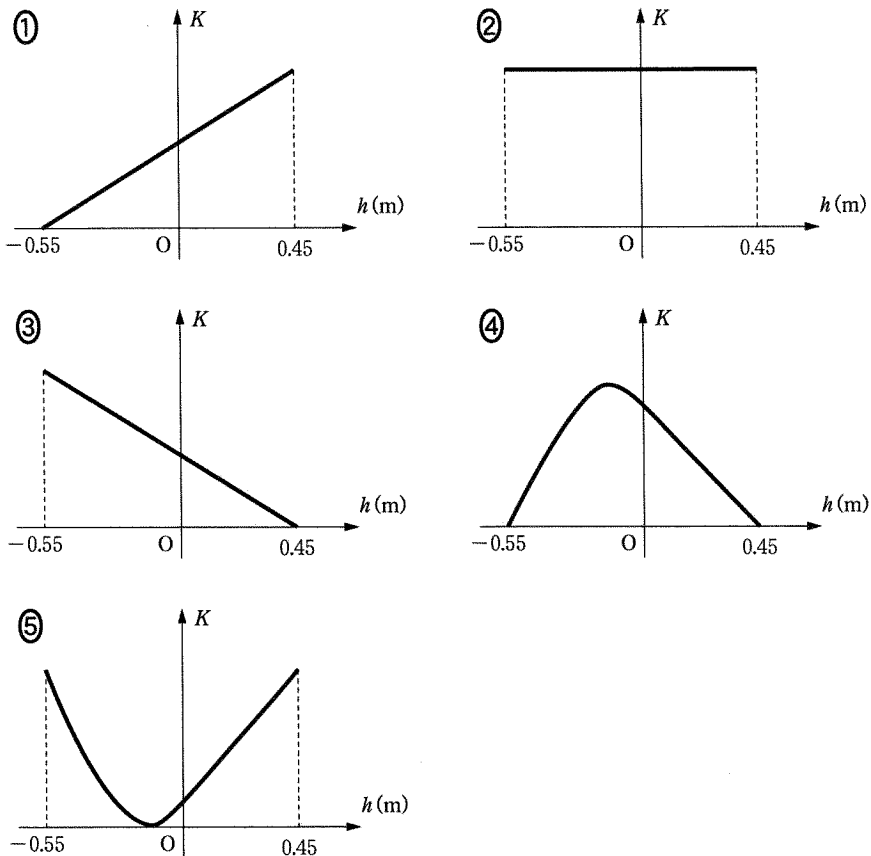
図 2

- ① 2 ② 3 ③ 5 ④ 9 ⑤ 23

問 2 選手が飛び板に着地したところ、板は下向きに 0.55 m まで沈んだ(図 2 の位置 R)。選手の質量を 50 kg とし、飛び板は質量の無い、上下にたわむ板ばねとみなすことができるとする。このとき板が獲得した弾性力による位置エネルギーの大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2 J

- ① 50 ② 100 ③ 230 ④ 300 ⑤ 500

問 3 選手が最高点から最下点に達するまで(図 2 の位置 Q から位置 R まで)の運動を考える。このとき、選手の運動エネルギーの大きさ K は高さ h に対してどのように変化するか。最も適当なグラフを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3



理科総合 A

問 4 図 2 の位置 R に達した後、選手は脚力を使わずに板の反動だけで、空中を上昇し、落下し着水した。このとき選手が最高点に達したときの高さは、最初に飛び上がった最高点(位置 Q)の高さに比べてどうか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、選手のつま先は飛び板が水平にもどったときに板から離れ、板は静止するものとする。

4

- ① 位置 Q の高さよりも高い。
- ② 位置 Q の高さと同じ。
- ③ 位置 Q の高さよりも低い。
- ④ 飛び板のばねの強さに応じて、位置 Q の高さより高いことも低いこともある。

問 5 質量 50 kg の人と 70 kg の人が同じ高さの飛び台から、飛び板をはずして、ジャンプをせずに同時に初速度 0 (ゼロ) で真下に落下する場合を考える。その後二人はどのように落下し、着水するか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、これまでと同様に、空気の抵抗は無視してよい。

5

- ① 50 kg の人も 70 kg の人も同時に着水する。
- ② 50 kg の人が常に下になって先に着水する。
- ③ 70 kg の人が常に下になって先に着水する。
- ④ 70 kg の人が 50 kg の人を途中で追い越し、先に着水する。
- ⑤ 50 kg の人が 70 kg の人を途中で追い越し、先に着水する。

(下書き用紙)