

理科 ② [理科総合A 化学I]

(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	4～27	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	28～48	

- 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③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③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	③	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 アルミニウム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 ～] (配点 20)

先生：図1のように、銅板のまわりに食塩水でぬらしたキッチンペーパーを巻き、その外側にアルミニウム箔^{はく}を巻くと、アルミニウム箔が負極、銅板が正極の電池ができます。

リカ：この電池の両極間に抵抗をつないで電流を流したとき、アルミニウム箔について考えると、電子を , その結果、 に変化するのですね。

先生：そのとおりです。ところで、単体のアルミニウムは、ボーキサイトから得られる酸化アルミニウムを電解精錬することにより製造されています。

リカ：アルミニウムを製造するにはどれぐらいの電力量が必要ですか。

先生：ボーキサイトからアルミニウム1 kgを製造するには20 kWhの電力量が必要だそうです。でも、回収したアルミ缶から再生すれば、その電力量の3%ですみます。化石燃料1 kgの燃焼により3.3 kWhの電力量が得られるとすると、アルミ缶から再生すれば、アルミニウム1 kgを製造するのに、化石燃料の消費量を何 kg減らすことができますか。

リカ： kg減らすことができます。

先生：そのとおりです。

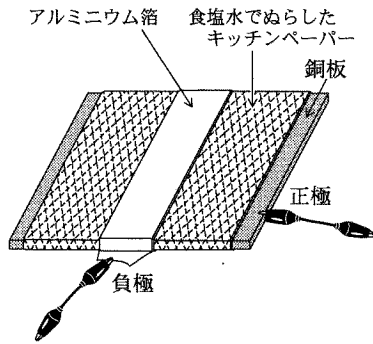


図1 アルミニウム箔と銅板を用いた電池

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

	ア	イ
①	得て	陽イオン
②	得て	陰イオン
③	失って	陽イオン
④	失って	陰イオン

問 2 図1の電池で用いた食塩水の代わりになる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。 **2**

- ① 食酢
- ② サラダ油
- ③ 消毒用アルコール
- ④ 蒸留水
- ⑤ 砂糖水

理科総合 A

問 3 リカさんは、図 1 の電池で得られる電流の大きさが、アルミニウム箔と食塩水との接触面積や食塩水の濃度によって、どのように変化するかを調べようと考えた。表 1 のように、2 種類のアルミニウム箔(接触面積は 60 cm^2 と 120 cm^2)と、濃度の異なる 2 種類の食塩水(100 g の水に溶解した食塩の量は 10 g と 20 g)を用い、電池 A～C を準備した。ただし、それぞれの電池で用いた銅板とキッチンペーパーは図 1 の電池で使用したものと同じ大きさであり、それらの表面積はアルミニウム箔に比べて十分大きいものとする。

表 1

	アルミニウム箔の接触面積 (cm^2)	100 g の水に溶解した食塩の量(g)
A	60	10
B	60	20
C	120	20

アルミニウム箔の接触面積と電流値の関係を調べるための実験と、食塩水の濃度と電流値の関係を調べるための実験と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。 3

	アルミニウム箔の接触面積と電流値の関係を調べるための実験	食塩水の濃度と電流値の関係を調べるための実験
①	AとBを比較する	AとCを比較する
②	AとBを比較する	BとCを比較する
③	AとCを比較する	AとBを比較する
④	AとCを比較する	BとCを比較する
⑤	BとCを比較する	AとBを比較する
⑥	BとCを比較する	AとCを比較する

問 4 上の文章中の空欄 に入る数値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 0.6 ② 5.9 ③ 19 ④ 21 ⑤ 64 ⑥ 66

問 5 アルミニウムや銅などの有用な金属を多く含む鉱物が集まっている場所を鉱床という。鉱床に関連する記述のうち適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 鉱床は主に陸上に存在し、海底にはほとんど存在しない。
② 鉱床の探査には人工衛星が利用されることもある。
③ 鉱床の開発では環境汚染を伴うことがある。
④ 鉱床はマグマ活動や、風化・堆積作用たいせきなどにより形成される。
⑤ 鉱床は特定の地域に偏在することが多い。

理科総合 A

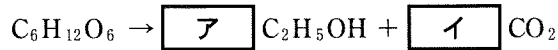
第 2 問 生物がつくりだす物質の利用に関する次の文章を読み、下の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

ブラジルでは、a 微生物を利用したアルコール発酵で、サトウキビから酒をつくっている。また、b 地球温暖化問題などへの対応のため、サトウキビから製造したエタノールをガソリンに混合し、自動車の燃料として利用している。

問 1 下線部 a に関連し、微生物のはたらきについての記述として、**適当でないもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 大豆を豆腐に変化させる。
- ② 牛乳をヨーグルトに変化させる。
- ③ デンプンを糖に変化させる。
- ④ 生分解性プラスチックを分解する。

問 2 下線部 a のアルコール発酵において、グルコース(C₆H₁₂O₆)からエタノールと二酸化炭素が生成する反応は次のようになる。



上の反応式の空欄 $\boxed{\text{ア}}$ ・ $\boxed{\text{イ}}$ に入る係数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。 $\boxed{2}$

	ア	イ
①	1	3
②	1	5
③	2	1
④	2	2
⑤	2	3
⑥	3	1

問 3 下線部 b に関連し、サトウキビから得られるエタノールを燃料として利用することが、地球温暖化問題の対策の一つになる理由として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 $\boxed{3}$

- ① エタノールを燃焼させると、温暖化を抑制するメタンが発生するから。
- ② エタノールを燃焼させると、温暖化の原因となる二酸化炭素が消費されるから。
- ③ エタノールを燃焼させると、温暖化の原因となる酸素が消費されるから。
- ④ エタノールを燃焼させるときに必要な酸素は、サトウキビの呼吸で発生した酸素を源にしているから。
- ⑤ エタノールを燃焼させたときに発生する二酸化炭素中の炭素は、サトウキビが大気中から吸収した二酸化炭素を源にしているから。

理科総合 A

問 4 地球温暖化を抑制するためにとられている対策に関する記述として、**適当でないもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 家庭や事業所に、風力や太陽光などの自然エネルギーを利用した発電装置を導入する。
- ② ガソリンエンジンとモーターを併用するハイブリッドカーを普及させる。
- ③ 発電により生じた廃熱を冷暖房などに利用して、エネルギー効率を低くするコジェネレーションシステムを普及させる。
- ④ 通勤・通学を自家用車からバスや鉄道などの公共交通機関へ切り替える。

問 5 サトウキビなどの農作物の生産には多くの肥料や農薬などの合成物質が用いられる。これらの物質の一つである殺虫剤 DDT は、現在はほとんど使用されていないが、分解しにくいため自然界にはまだ残留している。そのため、過去に使用された DDT が食物連鎖により濃縮されることが知られている。このことから考え、DDT が高濃度で蓄積されやすい生物として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 植物性プランクトン
- ② 動物性プランクトン
- ③ アサリ
- ④ カモメ
- ⑤ イワシ

(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 3 問 次の文章を読み、下の問い(問 1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 20)

サトルくんとリエさんは、最近普及しはじめた電球型蛍光灯に関心を持ち、話をしています。

サトル：同じ明るさの光を出す 60 W の白熱電球と 13 W の電球型蛍光灯がお店で売られているよね。僕がもらったカタログには、表 1 のように書いてあるよ。電球型蛍光灯は同じ明るさの白熱電球に比べて、およそ $\frac{1}{4}$ 以下の消費電力なんて本当だろうか。

リ エ：それを確かめるなら、点灯時の電流を測定して比較すればいいでしょう。

サトル：そうだね。同じ電圧で点灯しているので、電流が大きい方が消費電力は 。つまり、同じ消費電力で比較すると、白熱電球の方が電球型蛍光灯よりも ことになるね。

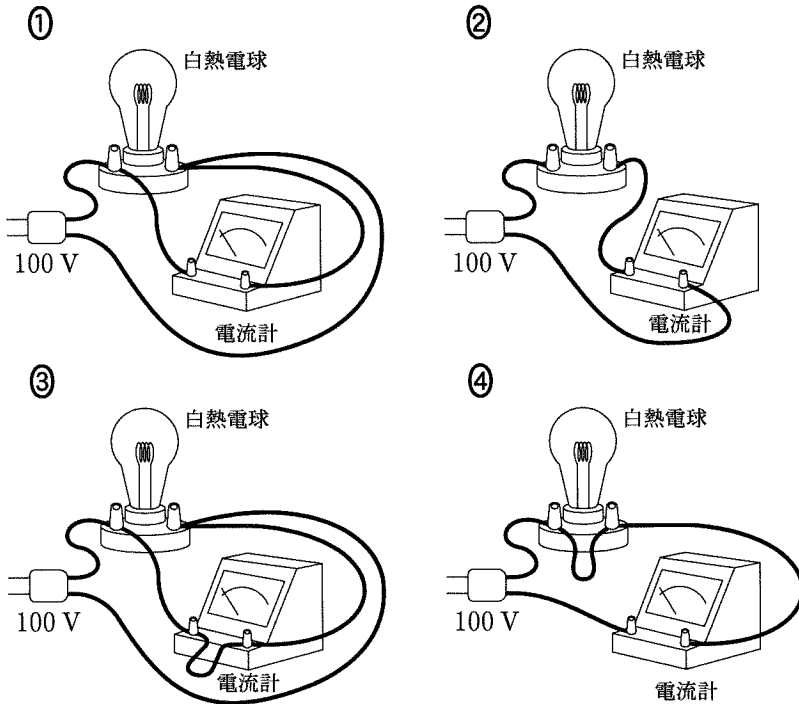
リ エ：手を近づけてみると、白熱電球の方が電球型蛍光灯よりも熱く感じるわ。白熱電球は同じ明るさの電球型蛍光灯よりも多くの熱を出しているよね。

サトル：電気エネルギーもいろいろなエネルギーに変化するね。60 W というのはどのくらいの仕事率なのか、体感してみたいな。また、それぞれを使うための費用についても比べてみようかな。

表 1

	白 熱 電 球	電球型蛍光灯
電 源	交流 100 V	交流 100 V
消 費 電 力	60 W	13 W
平均耐用時間	1000 時間	10000 時間
1 個の購入価格	180 円	2000 円

問 1 リエさんは白熱電球の消費電力を測定するための配線を考えた。白熱電球に流れる電流を正しく測定できる回路として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1



問 2 サトルくんの発言の空欄 ア ・ イ に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

	ア	イ
①	小さい	明るい
②	小さい	暗い
③	大きい	明るい
④	大きい	暗い

理科総合 A

問 3 リエさんが電球型蛍光灯のエネルギー変換効率についてメーカーに問い合わせたところ、13 W の電球型蛍光灯では、使われた電気エネルギーの 25 % が可視光線の光エネルギーに変換されることがわかった。放出される可視光線の光エネルギーは、13 W の電球型蛍光灯と 60 W の白熱電球とでは等しいと仮定する。60 W の白熱電球では、使われた電気エネルギーの何%が可視光線の光エネルギーに変換されると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 %

- ① 1.1 ② 5.4 ③ 13 ④ 18 ⑤ 25

問 4 サトルくんは、60 W の仕事率を体感するために、図 1 のように 10 kg のタイヤをロープで水平に引っ張りながら移動して仕事をすることにした。人がタイヤにする仕事率が 60 W となるためには、1 秒間あたり何 m ずつ移動すればよいか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、摩擦力に抗してタイヤを水平に引く力を 50 N とする。 m

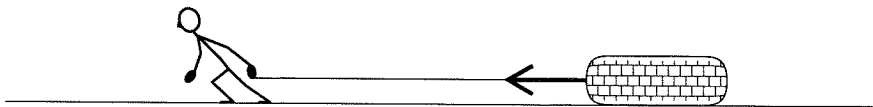


図 1

- ① 0.17 ② 0.83 ③ 1.2 ④ 5.0 ⑤ 6.0

問 5 サトルくんは、白熱電球と電球型蛍光灯を使うための費用(購入価格と電力量料金の合計)を比較するために、まず白熱電球を使用した場合の使用時間に対する費用を図2のグラフに表した。ただし、電力量料金は、1 kWh あたり 20 円とし、白熱電球を 1000 時間ごとに買い換えるものとした。使用時間がある時間を超えると、10000 時間まで買い換えずに使える電球型蛍光灯の方が費用が安くなるが、その時間はどの程度か。最も近いものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 時間

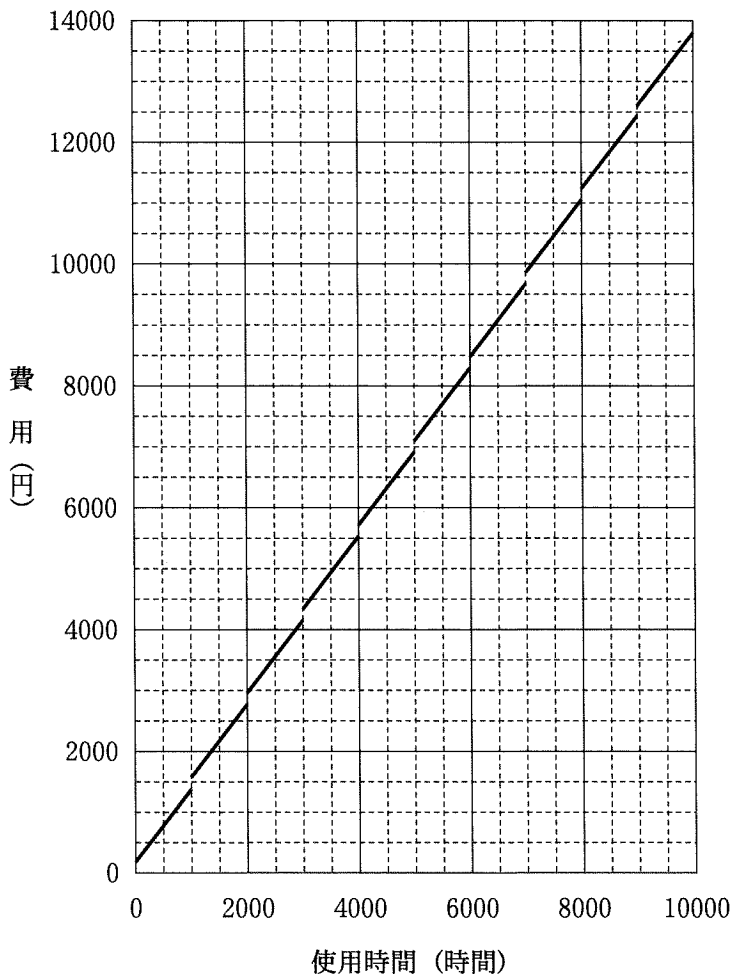


図2 白熱電球を使うための費用

- ① 2000 ② 4000 ③ 6000 ④ 8000 ⑤ 10000

理科総合 A

第 4 問 中和の実験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 ～] (配点 20)

濃度の異なる希塩酸 a～c がある。ユウくんは、希塩酸 a～c の濃度を調べるために、濃度のわかっている水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和の実験を行った。

<実験方法>

希塩酸 a～c をそれぞれ 10 cm^3 ずつビーカーにとり、BTB 溶液を数滴加えた。それぞれのビーカーに、水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えて、中性にするために必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を求めた。

<結果>

結果は表 1 のようになった。

表 1

	加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積(cm^3)
希塩酸 a	20
希塩酸 b	10
希塩酸 c	30

問 1 水酸化ナトリウム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。

- ① 化合物である。
- ② 金属結合によってできている。
- ③ 水溶液は赤色リトマス紙を青色にする。
- ④ 水溶液は無色透明である。
- ⑤ 水溶液は電気伝導性を示す。

問 2 10 cm^3 の希塩酸 b に含まれる水素イオンの数を X_b 、 10 cm^3 の希塩酸 c に含まれる水素イオンの数を X_c とする。 $X_b : X_c$ として、最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

- ① 1 : 1 ② 1 : 2 ③ 1 : 3 ④ 2 : 1
- ⑤ 2 : 3 ⑥ 3 : 1 ⑦ 3 : 2

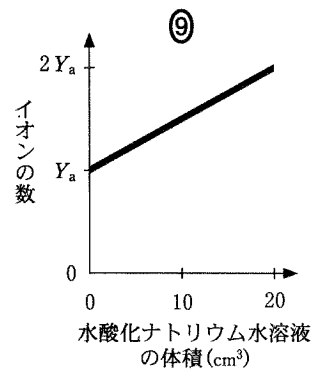
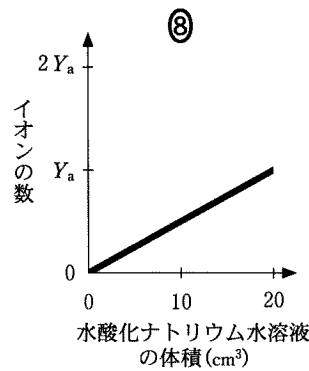
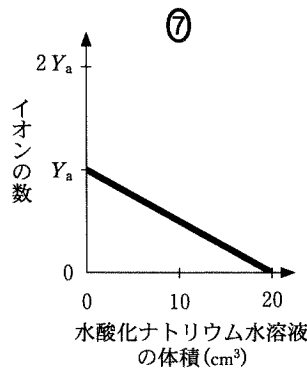
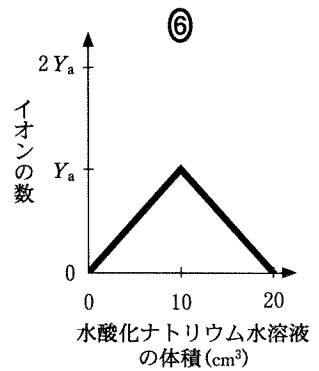
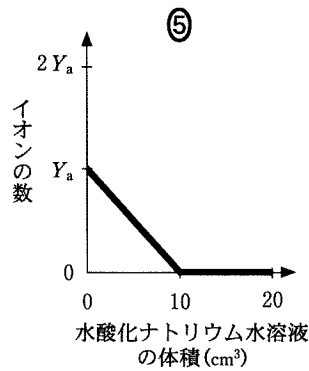
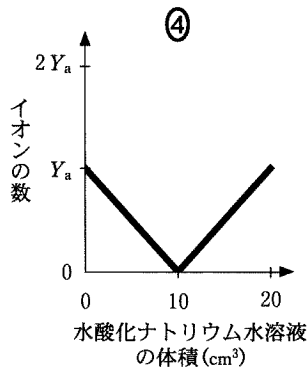
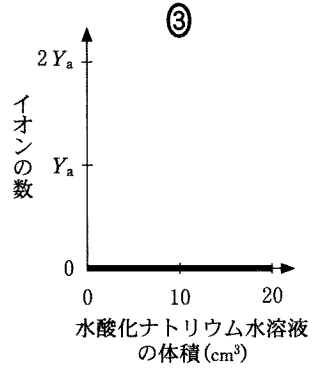
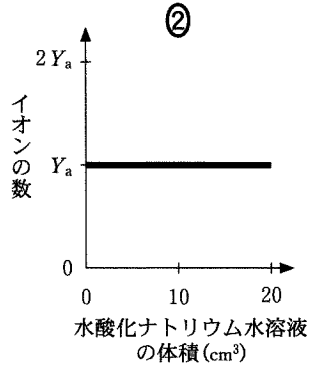
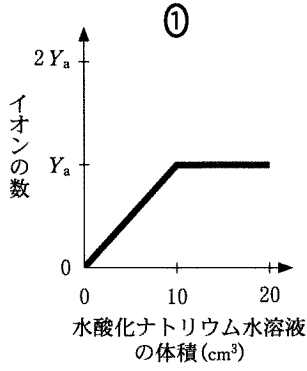
理科総合 A

問 3 10 cm^3 の希塩酸 a に 20 cm^3 の水酸化ナトリウム水溶液を加えていく過程で、水溶液中の水素イオンとナトリウムイオンの数はそれぞれどのように変化するか。最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つずつ選べ。ただし、①～⑨の縦軸は水素イオンまたはナトリウムイオンの数を示し、 10 cm^3 の希塩酸 a に含まれている塩化物イオンの数を Y_a とする。同じものを繰り返し選んでもよい。

水素イオン：

ナトリウムイオン：

理科総合 A



理科総合 A

問 4 ユウくんは、希塩酸と水酸化ナトリウム水溶液が中和する際に熱が発生することに気がついた。科学の辞典で調べたところ、「中和する際に発生する熱は『中和熱』と呼ばれ、その熱量は、酸や塩基の種類に関係なく、中和で生じる水の量に比例する」ことがわかった。また、中和だけではなく、化学反応には熱が発生するものが多く、私たちはその熱をいろいろな場面で利用していることを知った。

(1) 10 cm^3 の希塩酸 a が中性になったときの溶液の温度は、反応前に比べて $2.0\text{ }^\circ\text{C}$ 上昇したとすると、 10 cm^3 の希塩酸 b が中性になったときの溶液の温度は、反応前に比べて何 $^\circ\text{C}$ 上昇するか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、反応前の希塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の温度は等しく、反応により発生した熱はすべて溶液の温度上昇に使われるものとする。 $^\circ\text{C}$

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 0.7 | ② 1.0 | ③ 1.5 |
| ④ 2.0 | ⑤ 2.7 | ⑥ 4.0 |

(2) 次のア～ウのうち、化学反応によって発生した熱を直接利用しているものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

ア 使い捨てカイロ イ ヘアドライヤー ウ 原子力発電

- | | | |
|---------|-------|-------|
| ① ア | ② イ | ③ ウ |
| ④ アとイ | ⑤ アとウ | ⑥ イとウ |
| ⑦ アとイとウ | | |

(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 ピラミッドに関する次の問い(問 1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 20)

問 1 古代エジプト人は、ピラミッドを造る岩石を運ぶのに斜面を利用したと考えられる。まず、斜面に沿って岩石を引き上げる力の大きさを考えよう。図 1 に示すように、質量 m の岩石を摩擦の無い斜面に沿って、一定の大きさの力 F で距離 s だけゆっくり引っ張りつづけ、地面から高さ h まで引き上げたとする。力 F のした仕事と岩石の得た重力による位置エネルギーとが等しいとすると、このときの力 F の大きさはいくらか。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 g とし、滑車の摩擦は無視できるものとする。

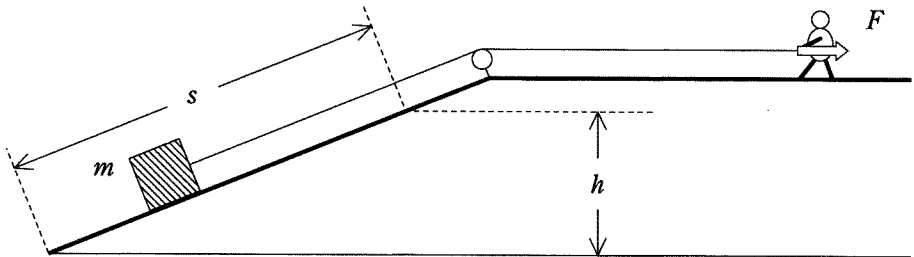


図 1

① mg

② mgh

③ mgs

④ $\frac{mgh}{s}$

⑤ $\frac{mgs}{h}$

問 2 斜面に沿って岩石を引き上げているときに、引っ張っていたロープが切れた。図 2 の高さ z の点 A から岩石は滑り落ち始めたとする。高さ z' の点 B での岩石の運動エネルギーはいくらになるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、岩石の質量を m 、重力加速度の大きさを g とし、斜面および水平面の摩擦は無視できるものとする。 2

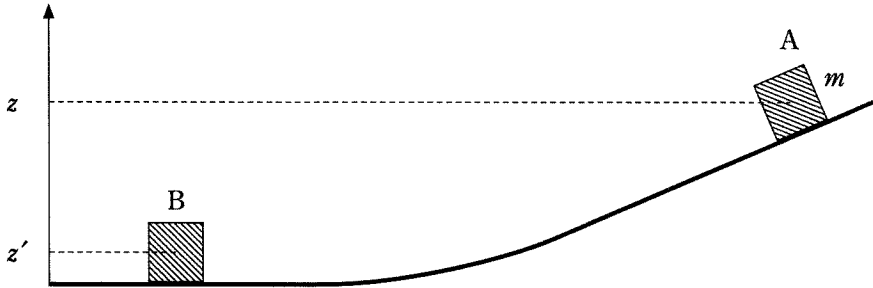


図 2

- | | | |
|---------|----------------|-----------------|
| ① gz | ② $g(z - z')$ | ③ $2g(z - z')$ |
| ④ mgz | ⑤ $mg(z - z')$ | ⑥ $2mg(z - z')$ |

理科総合 A

問 3 ピラミッドを造るとき、個々の岩石を地面からある高さ h の平面まで持ち上げ、その平面に敷き詰めるとする(図 3)。敷き詰めた層の上に次の層を積むという作業のくり返しによって、ピラミッドを完成させるものとする。

岩石の形と大きさ、質量がすべて同じであり、摩擦は無視するものとする。それぞれの層の岩石の数は、その層の面積に比例するから、高さ h が高くなるほど少なくなる。また、個々の岩石を引き上げる仕事は、高さとともに大きくなる。このように考えると、高さ h の平面に岩石を敷き詰めるのに必要な仕事は、層の高さに応じてどう変化するか。20 層のピラミッドを造る場合のグラフとして、最も適当なものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、グラフの横軸は積む層の数である。 3

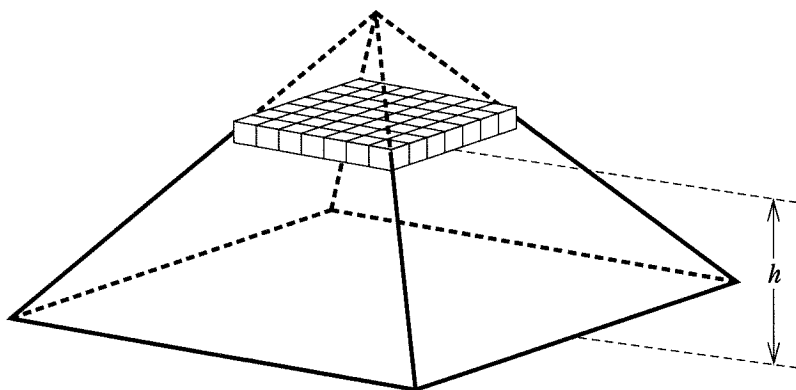
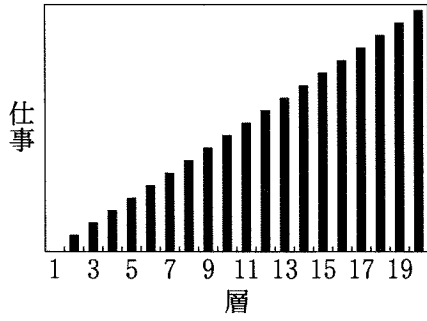
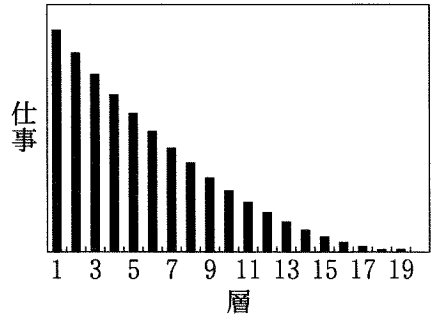


図 3

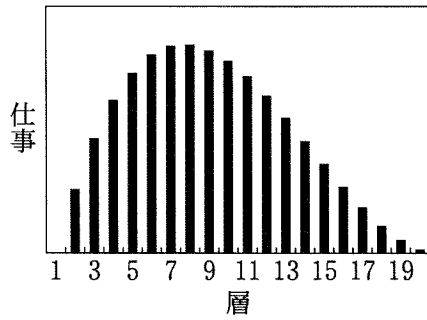
①



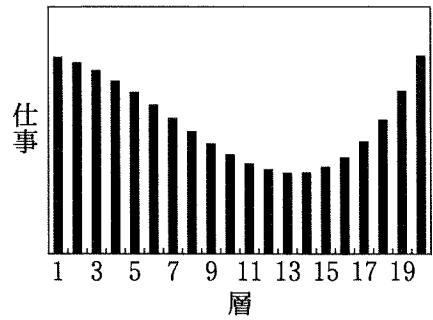
②



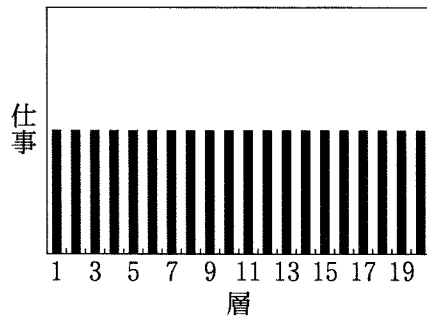
③



④



⑤



理科総合 A

問 4 ピラミッドを完成させるのに必要な仕事を考えよう。エジプトのクフ王のピラミッドの大きさは、高さ約 136 m、体積約 $2.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。頂上まで岩石を積み上げるのに必要な仕事は、ピラミッドに使われたすべての岩石をピラミッドの重心と呼ばれる点の高さ(ピラミッドの高さの $\frac{1}{4}$)約 34 m まで持ち上げる仕事と同じになる。

岩石の密度を $2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ とすると、クフ王のピラミッドを完成させるために必要な仕事は何 J 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、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とする。 J

① 2×10^7

② 8×10^7

③ 2×10^8

④ 8×10^8

⑤ 2×10^{12}

問 5 ピラミッドなどの遺跡の調査には、光ファイバーを利用し、内部を観察する装置が用いられている。光ファイバーに関する記述として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

① 光ファイバーは、全反射を利用して、光を伝達している。

② 光ファイバーには、なるべく固く、曲がりにくい性質が求められる。

③ 透明度の高いガラスは、光ファイバーの原料の一つである。

④ 高速、大容量の通信に、光ファイバーが使用されている。

(下書き用紙)