

2023 年度
一般選抜試験問題

理科 ①
(物理基礎・物理)

(60 分)

(100 点)

注意事項

1. 理科①～④のうちから1つを選択し、解答しなさい。
2. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
3. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等がある場合は、手を挙げて試験監督者に知らせなさい。
4. 筆記用具は、黒鉛筆または黒のシャープペンシルに限ります。
5. 解答用紙に受験番号を記入しなさい。
6. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入しなさい。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

物理

第1問 次の文章 (a) ~ (e) を読み, 解答として最も適切なものを, それぞれの解答群の中から一つ選び, その番号を記せ。(配点 25)

(a) あるランナーが40 km を2時間ちょうどで走った。この時の平均の速さで100 m を走るのに必要な時間として適切なものを選べ。

- ① 5.6 s ② 9.0 s ③ 18 s
④ 72 s ⑤ 5.5×10^2 s

(b) 水平な机の上に質量 m の物体が置かれて静止している。以下の記述のうち, 地球が物体をひきつける重力の反作用として適切なものを選べ。

- ① 机が物体に及ぼす垂直抗力
② 地球の自転により物体にはたらく遠心力
③ 物体が空気中にあることによりはたらく浮力
④ 物体の底面が机を下向きに押す力
⑤ 物体が地球をひきつける万有引力

物理

(c) 長さ 0.40 m の開管の気柱の基本振動の波長として適切なものを選び。ただし、開口端補正は無視する。

- ① 0.10 m ② 0.20 m ③ 0.40 m ④ 0.80 m ⑤ 1.6 m

(d) 質量が等しく 100 g で、温度がいずれも 20 °C の試料、銅 A、アルミニウム B、水 C がある。これらを加熱するときについて記述した文として、適切なものを選び。表 1-1 に銅、アルミニウム、水の比熱容量を示す。

表 1-1

物質名	銅	アルミニウム	水
比熱容量 [J/(g K)]	0.42	0.90	4.2

- ① アルミニウム B を 25 °C に加熱するのに必要なエネルギーを、水 C に与えると、水 C は 25 °C よりも高い温度になる。
- ② 水 C を 25 °C に加熱するのに必要なエネルギーを、銅 A に与えると、銅 A は 25 °C よりも高い温度になる。
- ③ 銅 A を 25 °C に加熱するのに必要なエネルギーを、アルミニウム B に与えると、アルミニウム B は 25 °C よりも高い温度になる。
- ④ 水 C を 25 °C に加熱するのに必要なエネルギーを、アルミニウム B に与えると、アルミニウム B は 25 °C よりも低い温度になる。
- ⑤ 銅 A、アルミニウム B、水 C のそれぞれを、25 °C にするために必要なエネルギーの量は、どれも等しい。

物理

- (e) 図 1-1 は電気抵抗値が等しい 3 個の抵抗器を様々な方法で接続したものである。
図の中から端子 ab 間の合成抵抗値が 2 番目に小さいものを選べ。

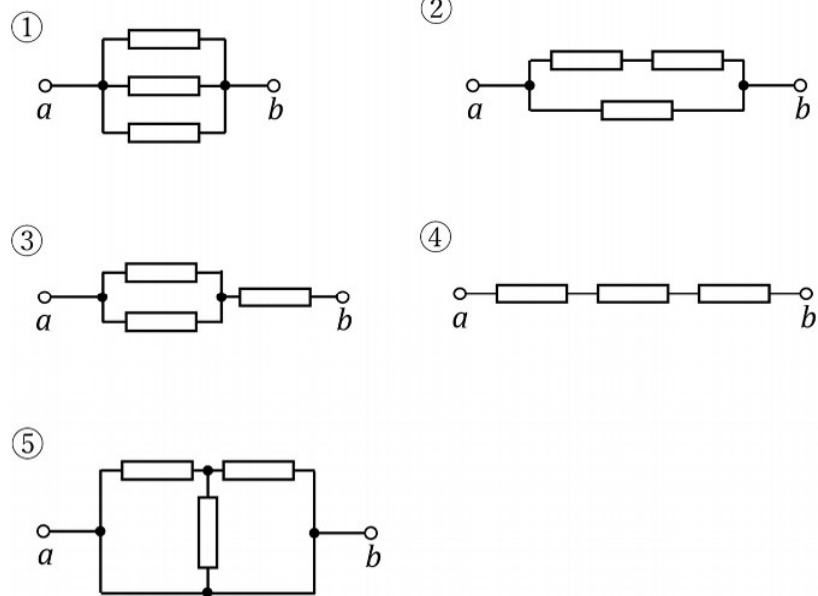


図 1-1

(このページは余白)

物理

第2問 地上にいた体重40 kgの子供が、高さ5.0 mの垂直な壁を自力のみで25秒で登った。次の問い（問1～5）に答えよ。ただし、本問では重力加速度の大きさは 10 m/s^2 と近似する。

（配点 25）

- 問1** この子供にかかる地球の重力はいくらか。適切な単位とともに答えよ。
- 問2** この子供が地上から壁の上へ移動したことによる位置エネルギーの変化量はいくらか。適切な単位とともに答えよ。
- 問3** この子供が壁を登るために子供の筋力がした平均の仕事率はいくらか。適切な単位とともに答えよ。
- 問4** 壁の上の子供が、壁の上から静かに飛び降り、自由落下で地上に戻った。落下時間は何秒か。なお、地上面には十分柔らかい緩衝材があり、けがの心配はないものとする。
- 問5** 壁の上の子供が、壁の上から静かに飛び降り、自由落下で地上に戻った。このとき地球の重力がした仕事の大きさはいくらか。適切な単位とともに答えよ。

(このページは余白)

物理

第3問 次の文章 (a) ~ (e) を読み、解答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から一つ選び、その番号を記せ。(配点 25)

(a) 真っすぐなレール上で静止している $1.5 \times 10^4 \text{ kg}$ の列車に、速さ 4.0 m/s で進んできた $4.5 \times 10^4 \text{ kg}$ の列車がぶつかり、連結した。このとき、連結後の列車の速さと、失われた運動エネルギーの大きさの組み合わせとして適切なものを選び。

	連結後の列車の速さ	失われた運動エネルギー
①	0.0 m/s	$3.6 \times 10^5 \text{ J}$
②	0.0 m/s	0 J (エネルギー損失はない)
③	3.0 m/s	$2.7 \times 10^5 \text{ J}$
④	3.0 m/s	$9.0 \times 10^4 \text{ J}$
⑤	4.0 m/s	$9.0 \times 10^4 \text{ J}$
⑥	4.0 m/s	$3.6 \times 10^5 \text{ J}$

(b) 3本の平行導線 A, B, C があり、それぞれ通電されているが電流の方向はわからない。これらについて記述した文として適切なものを選び。

- ① 導線間には万有引力がはたらくが、電流が流れていることによる力のはたらかない。
- ② A-B 間に引力が、B-C 間にも引力が作用しているとすると、導線 A と導線 C を流れる電流は反対方向である。
- ③ 3本の導線間のそれぞれにどのような力かはたらくかがわかれば、そのことのみで各導線の電流の方向がわかる。
- ④ 電流が流れていることにより導線間に作用する力が、すべて斥力である場合がありうる。
- ⑤ 電流が流れていることにより導線間に作用する力が、すべて引力である場合がありうる。

物理

- (c) コンデンサーに関する以下の記述のうち、不適切なものを選べ。
- ① 2 個のコンデンサーを直列接続したときの合成容量は、並列接続したときの合成容量より大きくなる。
 - ② 2 個のコンデンサーを並列に接続したとき、全体としての電気容量は個々のコンデンサーの電気容量の和で表せる。
 - ③ あるコンデンサーの極板間の電位差を 2 倍にすると、電気容量は変わらず蓄える電気量が 2 倍になる。
 - ④ 電源の起電力が等しければ、2 個の同等のコンデンサーは直列接続した場合より並列接続した場合の方が、各コンデンサーに蓄える静電エネルギーは大きくなる。
 - ⑤ 極板間に誘電体のない平行板コンデンサーを電池に接続し、充電した。電池を接続したまま、極板間に誘電体を挿入すると、コンデンサーに蓄えられている電気量は誘電体を挿入する前より多くなる。
- (d) 媒質 1 と媒質 2 の境界面を通過する波がある。この波は媒質 1 中では速さは v_1 、波長は λ_1 と表され、媒質 2 中では速さが v_2 、波長は λ_2 と表される。媒質 1 に対する媒質 2 の屈折率として、適切なものを選べ。

- ① $\frac{v_2}{v_1}$ ② $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ ③ $\frac{\sin v_1}{\sin v_2}$ ④ $\frac{\sin \lambda_1}{\sin \lambda_2}$ ⑤ $\frac{\sin \lambda_2}{\sin \lambda_1}$

物理

(e) 2個の容器 A, B があり, 容器 A の容積は容器 B の2倍である。これらの容器に, 同温, 同圧で, 同じ種類の理想気体を閉じこめた。容器 A, B 内の気体について記述した文として, 適切なものを選べ。

- ① 内部エネルギーは, 容器 A 内の気体では, 容器 B 内の気体の $1/2$ 倍の値である。
- ② 内部エネルギーについて, 容器 A 内の気体も, 容器 B 内の気体も等しい。
- ③ 内部エネルギーは, 容器 A 内の気体では, 容器 B 内の気体の2倍の値である。
- ④ 1分子あたりの平均運動エネルギーについて, 容器 A 内の気体では, 容器 B 内の気体の $1/2$ 倍の値である。
- ⑤ 1分子あたりの平均運動エネルギーは, 容器 A 内の気体では, 容器 B 内の気体の2倍の値である。

(このページは余白)

物理

第4問 月は地球の周りを公転している。月の軌道を円軌道とみなし、月の公転軌道半径を $r = 3.84 \times 10^8 \text{ m}$, 地球の半径を R , 地球の質量を M , 万有引力定数を G とする。万有引力定数と地球質量の積は $GM = 4.0 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ である。次の問い（問1～5）に答えよ。なお、数値計算結果の有効数字は2桁でよい。（配点25）

問1 月の公転軌道上での地球の重力加速度の大きさはどのように表されるか。上で定義した物理量を用いて、万有引力定数 G を含んだ文字式で答えよ。

問2 月の公転軌道上にある物体が地球の重力にひかれて初速ゼロから等加速度で自由落下した。落下しはじめてから $1 \text{ 分} = 60 \text{ s}$ 後の落下距離はいくらか。適切な単位とともに値を答えよ。

問3 地球表面近傍にある物体が初速ゼロから等加速度で自由落下する。落下しはじめてから $1 \text{ s} = 1/60 \text{ 分}$ 後の落下距離はいくらか。適切な単位とともに値を答えよ。ただし、地球表面近傍の重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 である。

問4 初速ゼロから等加速度運動によって加速度の方向に移動する物体について、適切な記述を以下の選択肢の中から選べ。

- ① 初期位置からはかった物体の移動距離は加速度の大きさに比例する。
- ② 初期位置からはかった物体の移動距離は加速度の大きさに反比例する。
- ③ 初期位置からはかった物体の移動距離は落下時間に比例する。
- ④ 初期位置からはかった物体の移動距離は落下時間に反比例する。
- ⑤ 初期位置からはかった物体の移動距離は落下時間の2乗に反比例する。

問5 地球の表面近傍での重力加速度は、月の公転軌道上での地球の重力加速度の何倍になるか。問1～4の結果を基に考察し、値を示せ。